



Материалы международной
научной конференции
**ПРОБЛЕМЫ МИКОЛОГИИ
И ФИТОПАТОЛОГИИ
В XXI ВЕКЕ**



2-4 октября 2013 г. • Санкт-Петербург

Российская академия сельскохозяйственных наук
Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений
Российской академии сельскохозяйственных наук (ВИЗР)
Санкт-Петербургский научный центр Российской академии наук
Национальная академия микологии
Вавиловское общество генетиков и селекционеров

Проблемы микологии и фитопатологии в XXI веке

Материалы международной научной конференции,
посвященной 150-летию со дня рождения
члена-корреспондента АН СССР, профессора
Артура Артуровича Ячевского

Санкт-Петербург
2-4 октября 2013 года

ББК 28.591
УДК 582.28+632(091)
С56

Главный редактор

Гагкаева Т. Ю.

Редакционная коллегия

Гаврилова О. П.

Ганнибал Ф. Б.

Гасич Е. Л.

Гультяева Е. И.

Казарцев И. А.

Хлопунова Л. Б.

Орина А. С.

Дмитриев А. П.

Технический редактор

Куземкина С. Ю.

С56 Проблемы микологии и фитопатологии в XXI веке. Материалы международной научной конференции, посвященной 150-летию со дня рождения члена-корреспондента АН СССР, профессора Артура Артуровича Ячевского / Национальная академия микологии, БГС, Дизайн-студия «Дозор» – СПб.: ООО «Копи-Р Групп», 2013. – 400 с.

ISBN 978-5-905064-66-1

Издано в Российской Федерации в рамках Программы и по рекомендации Ученого Совета ВИЗР, Ученого Совета Национальной академии микологии и при поддержке РФФИ (№ 13-04-06052).

ББК 28.591
УДК 582.28+632(091)

ISBN 978-5-905064-66-1

© Национальная академия микологии
© БГС, оформление, 2013
© Дизайн-студия «Дозор», оформление, 2013
© ООО «Копи-Р Групп», 2013

*К 150-летию со дня рождения
члена-корреспондента АН СССР, профессора
Артура Артуровича Ячевского*



(1863-1932)

Среди миров

*Среди миров, в мерцании светил
Одной Звезды я повторяю имя...
Не потому, чтоб я Ее любил,
А потому, что я томлюсь с другими.*

*И если мне сомненье тяжело,
Я у Нее одной ищу ответа,
Не потому, что от Нее светло,
А потому, что с Ней не надо света.*

Иннокентий Анненский (1909)

Among the Worlds

*Among the worlds, in glimmering of stars,
The single Star is ever my attraction
Not cause I'd so loved Her so far,
But cause I live with others with aversion.*

*And if my doubts were an awful plight,
I just from Her wait for the final answers,
Not cause She sends to me the saving light,
But cause with Her I can live and in darkness.*

*Innokentiy Annenski (1909)
(Translation by Yevgeny Bonver)*

Содержание

Раздел 1. Памяти А. А. Ячевского

Авруцкая Т. Б. <i>А. А. Ячевский и Н. И. Вавилов: Поездка в США и Канаду в 1921 г.</i>	19
Берестецкая Л. И. <i>О частной микологической лаборатории А. А. Ячевского.</i>	22
Варенцова Е. Ю., Минкевич И. И. <i>Артур Артурович Ячевский как основоположник лесной фитопатологии.</i>	26
Дмитриев А. П. <i>А. А. Ячевский и развитие его идей в современном мире.</i>	28
Левитин М. М. <i>Роль А. А. Ячевского в формировании фитопатологических взглядов Н. И. Вавилова.</i>	39
Орина А. С., Гагкаева Т. Ю. <i>Дружба великих фитопатологов: А. А. Ячевского и Г. Л. Боллея.</i>	41
Осипян Л. Л. <i>Роль А. А. Ячевского в развитии микологии и фитопатологии в Армении.</i>	44
Радзик А. Ю. <i>История рода Артура Артуровича Ячевского.</i>	46
Ячевский А. С. <i>Сын Артура Артуровича Ячевского — Стефан Ячевский (1890–1947 гг.) и его польская семья.</i>	50

Раздел 2. Доклады сотрудников лаборатории микологии и фитопатологии им. А. А. Ячевского ВИЗР

Берестецкий А. О., Аполлонова Л. С., Сокорнова С. В., Черменская Т. Д. <i>Афицидные свойства фитопатогенных аскомицетов.</i>	57
Гагкаева Т. Ю., Гаврилова О. П. <i>Новые виды грибов <i>Fusarium</i>, выявленные на территории России.</i>	59
Ганнибал Ф. Б. <i>Систематика альтернариоидных гифомицетов и их распространение в России.</i>	62
Гасич Е. Л., Хлопунова Л. Б., Афонин А. Н. <i>Амплитуды экологических факторов, определяющих распространение видов <i>Septoria</i>, паразитирующих на вьюнке полевым на территории бывшего СССР, установленные при помощи геоинформационных технологий.</i>	65
Гультяева Е. И. <i>Современное состояние исследований возбудителя бурой ржавчины пшеницы в лаборатории микологии и фитопатологии ВИЗР.</i>	67
Далинова А. А., Берестецкий А. О. <i>Особенности заражения осота полевого конидиями <i>Alternaria sonchi</i>.</i>	70
Иващенко В. Г. <i>Поддержание генетического разнообразия кукурузы по устойчивости к возбудителям болезней и адаптивности — основа фитосанитарной устойчивости и стабилизации продуктивности агроэкосистем.</i>	72
Казарцев И. А. <i>Молекулярные методы исследования грибных сообществ.</i>	75
Левитин М. М. <i>А. А. Ячевский и проблемы видообразования.</i>	79
Шипилова Н. П., Дмитриев А. П. <i>Особенности развития в чистой культуре гриба <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>, выделенного из конопли.</i>	82

Раздел 3. Доклады участников конференции

Агаева М. А. <i>Распространенность и вредоносность серой гнили актинидии китайской и меры борьбы с ней.</i>	87
Азовская Н. О. <i>Биологический и инфекционный цикл развития гриба <i>Sphaeropsis sapinea</i> в Белоруссии.</i>	89
Алексеева К. Л. <i>Виды рода <i>Cladobotryum</i>, вызывающие болезни культивируемых съедобных грибов.</i>	91
Артамонов А. А., Муравлев А. А. <i>Болезнеустойчивость соматоклональных регенерантов ярового рапса.</i>	94
Афанасенко О. С., Михайлова Л. А., Мироненко Н. В. <i>Мониторинг изменчивости популяций фитопатогенных грибов — основа рационального использования генетических ресурсов устойчивости растений к болезням</i>	96
Ашмарина Л. Ф., Давыдова Н. В., Горобей И. М., Коняева Н. М., Агаркова З. В. <i>Болезни кормовых культур в агроценозах Западной Сибири.</i>	99
Баженова А., Волкова Ю. <i>Продление срока хранения ягод клубники с использованием микробиологических препаратов в туннелях.</i>	102
Бондаренко-Борисова И. В. <i>Малораспространенные биотрофные микромицеты в арборетуме Донецкого Ботанического сада и в городских насаждениях Юго-Восточной Украины.</i>	104
Бордок И. В., Охлопкова Н. П., Евтушенко Л. В., Маховик И. В. <i>Основные принципы функционирования коллекции штаммов культивируемых съедобных и лекарственных грибов института Леса НАН Белорусии.</i>	107
Буга С. Ф., Склименок Н. А. <i>Патогенность грибов <i>Fusarium culmorum</i> и <i>F. avenaceum</i>, доминирующих в фузариозном комплексе на корневой системе озимой пшеницы.</i>	110
Власов Д. Ю., Тобиас А. В., Черепанова Н. П. <i>Морфологические адаптации грибов и их роль в освоении природных субстратов.</i>	112
Волкова Ю., Баженова А. <i>Идентификация возбудителей антракноза (<i>Colletotrichum acutatum</i>) клубники в условиях Латвии.</i>	115
Волкова Г. В., Шапкун А. В. <i>Карликовая ржавчина ячменя на Северном Кавказе: распространенность, вирулентность, устойчивость растения-хозяина.</i>	117
Волченкова Г. А., Звягинцев В. Б. <i>Отбор штаммов <i>Phlebiopsis gigantea</i> для разработки биологического препарата, ограничивающего вредоносность корневой губки.</i>	119
Гедминас А., Линикене Ю., Багджюнайте А., Менкис А., Марчюлинас А. <i>Энтомопатогенный гриб <i>Cordyceps militaris</i> и его влияние на хвоегрызущих вредителей сосны.</i>	122
Горденко В. И., Мухина М. Ю. <i>Фитопатологическое состояние зерновых культур в Нижегородской области.</i>	124
Горобей И. М. <i>Сетчатая пятнистость ячменя в лесостепи Западной Сибири.</i>	126
Донских Н. Д., Пашенова Н. В. <i>Фитопатологическое состояние культур кедра корейского на юге Хабаровского края.</i>	128
Дьяков Ю. Т., Сидорова И. И. <i>Закон гомологических рядов и его применимость для классификации низших эукариот.</i>	131
Егорова Л. Н. <i>Исследование биоты фитопатогенных грибов на Дальнем Востоке России.</i>	132

Змитрович И. В., Малышева В. Ф. <i>Система Polyporales (Basidiomycota): итоги молекулярно-таксономических исследований. . . .</i>	137
Ибрагимова С. А., Ревин В. В., Бурова Ю. А., Захаркина А. С. <i>Изучение роста фитопатогенных грибов при совместном культивировании с бактерией <i>Pseudomonas aureofaciens</i>.</i>	140
Иванов А. В., Семенов Э. И., Ермолаева О. К., Галиева Г. М., Тремасов М. Я. <i>Токсигенный потенциал штаммов <i>Fusarium sporotrichioides</i>.</i>	142
Ильясова Е. Ю., Ласточкина О. В., Пусенкова Л. И. <i>Влияние биопрепаратов на количество фитопатогенных микромицетов в ризосфере сахарной свеклы и ее урожайность.</i>	145
Исаева Л. Г., Hüseyin E. S., Selçuk F. <i>Массовое поражение <i>Sorbus gorodkovii</i> в зеленых посадках городов Мурманской области.</i>	148
Карпачев В. В., Савенков В. П., Воропаева Н. Л., Артамонов А., Янина М. М. <i>Повышение устойчивости растений рапса к фитопатогенам и вредителям с помощью элиситоров.</i>	150
Ковбасенко Р. В., Дмитриев А. П., Дульнев П. Г., Ковбасенко В. М., Ящук В. У. <i>Индукция устойчивости овощных культур к болезням с помощью совместного применения эпина и салициловой кислоты.</i>	152
Койшыбаев М. <i>Интегрированная защита зерновых культур от основных болезней в Казахстане.</i>	155
Корнейкова М. В. <i>Комплексы микроскопических грибов в зоне воздействия выбросов комбината «Печенганикель».</i>	158
Корнейчук Н. С., Ткаченко Н. В. <i>Развитие исследований патогенных грибов рода <i>Fusarium</i>, паразитирующих на люпинах, начатых А. А. Ячевским.</i>	161
Кочоров А. С., Сагитов А. О., Аубакирова А. Т., Алишеров Ж. Д. <i>Распространение ржавчинных болезней пшеницы в Казахстане.</i>	163
Кураков А. В. <i>Разнообразие, рост и метаболизм грибов в анаэробных условиях.</i>	166
Лесик Е. В. <i>Видовая идентификация грибов рода <i>Monilinia</i> — возбудителей монилиоза яблони в Беларуси.</i>	169
Лучная И. С., Черняева И. Н., Петренкова В. П., Боровская И. Ю. <i>Источники и доноры для селекции пшеницы озимой на устойчивость к болезням.</i>	171
Малеева Ю. В., Волкова В. Т. <i>Молекулярные и физиолого-биохимические данные о возможной гибридной природе и перестройке популяций возбудителя стеблевой ржавчины злаков на ячмене.</i>	174
Маркелова Т. С., Иванова О. В., Нарышкина Е. А., Баукенова Э. А. <i>Биологические особенности бурой ржавчины пшеницы в Нижнем Поволжье и структура ее популяции.</i>	177
Мельник В. А., Александрова А. В. <i>Новые и редкие анаморфные грибы в микобиоте Южного Вьетнама.</i>	180
Мироненко Н. В. <i>Современные методы молекулярной диагностики фитопатогенных грибов.</i>	183
Мироненко Н. В., Михайлова Л. А., Коваленко Н. М. <i>Физиологическая и генетическая специализация изолятов <i>Puccinophora teres f. teres</i> к пшенице.</i>	187
Морозова Т. И., Сурдина В. Г. <i>Бактериальная водянка хвойных в Байкальской Сибири.</i>	189
Морозова Т. И. <i>Болезни хвойных пород в Иркутской области.</i>	192

Налобова В. Л., Войтехович И. М., Налобова Ю. М., Шайтуро И. В., Ивановская М. В., Максименя Е. В. Видовой состав и структура популяций фитопатогенов овощных культур Беларуси и селекция на болезнестойчивость.	194
Науанова А. П., Айдаркулова Р. С., Назарова А. Ж., Жетибайкызы Н., Иманмади Д. Влияние возбудителей пятнистости листьев на рост и развитие ячменя на инфекционном фоне.	196
Нуриева С. А., Исаев Б. Г. Фитопатологическая оценка некоторых разновидностей мягкой пшеницы (<i>T. aestivum</i>) на устойчивость к грибным болезням в условиях Азербайджана.	198
Овсянкина А. В. Фитопатогенные грибы, вызывающие корневую гниль зерновых культур.	200
Павлюшин В. А. Проблемы современной защиты растений.	202
Первушин А. Л., Митина Г. В., Сокорнова С. В. Отбор термостойких штаммов <i>Lecanicillium muscarium</i> (= <i>Verticillium lecanii</i>), перспективных для разработки препаративных форм длительного хранения.	205
Плотникова Т. В., Соболева Л. М. Болезни рассады табака.	207
Покусаева О. А., Шляхов В. А., Костягина Л. Н. Заболевания картофеля, выявленные при анализе клубней и в период вегетации в Астраханской области.	210
Полищук С. В., Ляска С. И. Болезни сои в лесостепи Украины.	212
Поплавская Н. Г. Инфицированность зерновок овса грибами рода <i>Fusarium</i> в Республике Беларусь.	215
Попов Ю. В. Использование интегрированных подходов в борьбе с болезнями зерновых культур.	217
Приходько Е. С., Селицкая О. В., Смирнов А. Н. Экологически чистый способ сдерживания развития <i>Alternaria alternata</i> на картофеле.	219
Проничева И. С. Скорость роста штаммов <i>Rhizoctonia solani</i> при разных температурах.	222
Разгуляева Н. В., Благовещенская Е. Ю. Влияние погодных условий на развитие грибных болезней клевера лугового (<i>Trifolium pratense</i>).	223
Райчук Т. Н. Влияние протравителей на микрофлору и всхожесть семян сои.	226
Ретьман С. В., Кислых Т. Н., Шевчук О. В. Фузариоз колоса озимой пшеницы: анализ многолетней динамики возбудителей болезни в лесостепи Украины.	229
Рсалиев Ш. С., Агабаева А. Ч., Рсалиев А. С. Динамика изменения популяции желтой ржавчины пшеницы (<i>Puccinia striiformis</i> f. <i>sp. tritici</i>) в Казахстане.	231
Сагитов А. О., Аубакирова А. Т. Сезонная динамика развития септориоза на яровой пшенице в условиях Северного Казахстана.	234
Саданов А. К., Шорабаев Е. Ж., Ултанбекова Г. Д., Шемшур О. Н., Таубекова Г. К., Бекмаханова Н. Е., Махамбетова Г. М. Полевые испытания <i>Bacillus thuringiensis</i> штамма-20 с целью повышения урожайности бобовой культуры — люцерны на Юге Казахстана.	237
Садыкова В. С., Кураков А. В., Лысенко А. Е. Функциональная активность представителей рода <i>Trichoderma</i> в отношении фитопатогенных и патогенных грибов.	239

Санин С. С. <i>Эпифитотии ржавчины зерновых культур: распространение во времени и в пространстве.</i>	241
Селицкая О. Г., Гаврилова О. П., Щеникова А. В., Шамшев И. В., Гагкаева Т. Ю. <i>Семиохимические взаимодействия между грибами рода <i>Fusarium</i> и насекомыми на примере жука рисового долгоносика.</i>	247
Сокорнова С. В., Афонин А. Н., Максимова Е. Б., Первушин А. Л. <i>Влияние температурно-влажностных параметров на заражение борщевика сосновского мицелием фитопатогенного гриба <i>Phoma complanata</i>.</i>	250
Степанова А. А., Гагкаева Т. Ю. <i>Цитологическое изучение клеток вегетативного мицелия <i>Fusarium oxysporum</i>.</i>	253
Стогниенко О. И., Воронцова А. И. <i>Видовой состав и география распространения микобиоты кагатной гнили сахарной свеклы.</i>	255
Стороженко В. Г. <i>Лесной микоценоз и лесная микоценология.</i>	257
Струнникова О. К., Шахназарова В. Ю., Вишневецкая Н. А. <i>Экологические особенности почвообитающего фитопатогенного гриба <i>Fusarium culmorum</i>.</i>	260
Тимофеев В. Н., Гарбар Л. И. <i>Особенности влияния протравителей и их смесей на патогенную микрофлору семян.</i>	262
Тимошенкова Т. А. <i>Влияние грибных болезней на продуктивность разных экологических групп сортов яровой пшеницы и ячменя в степной зоне Южного Урала.</i>	264
Титова Ю. А., Серова Т. А. <i>Микосинузии некробионтных консорциев исторической древесины памятников архитектуры Санкт-Петербурга.</i>	267
Трускинов Э. В. <i>Вклад А. А. Ячевского в изучение болезней вырождения картофеля.</i>	270
Тухбатова Р. И., Алимова Ф. К. <i>Видовое разнообразие грибов рода <i>Trichoderma</i> в палеопочвах и их современное применение.</i>	273
Уразбахтина Д. Р., Егоршина А. А., Хайруллин Р. М. <i>Анализ способности ферментных систем эндофитных штаммов <i>Bacillus subtilis</i> к деструкции микотоксинов грибов рода <i>Fusarium</i>.</i>	275
Феофилова Е. П. <i>Мицелиальные грибы как источники получения новых лекарственных препаратов с иммуномодулирующей, антираковой и ранозаживляющей активностями.</i>	278
Феофилова Е. П., Гончаров Н. Г., Алехин А. И., Сергеева Я. Э., Мысякина И. С., Галанина Л. А., Кочкина Г. А., Усов А. И. <i>Создание природных косметических композиций на основе ликопина мицелиальных грибов.</i>	280
Хачева С. И. <i>Особенности биоты афиллофороидных грибов на антропогенных территориях Рицинского реликтового национального парка Республики Абхазия.</i>	282
Чекрыга Г. П. <i>Формирование микобиоты растений пыльценосов и пыльцевой обножки.</i>	285
Шемшура О. Н., Бекмаханова Н. Е., Мазунина М. Н. <i>Метаболиты гриба <i>Aspergillus</i> sp. и их биологическая активность.</i>	287
Широких И. Г., Рябова О. В., Баталова Г. А. <i>Воздействие штамма-антагониста <i>Streptomyces hygroscopicus</i> A4 на микромицеты в ризосфере овса.</i>	290
Шихлинский Г. М., Акперов З. И., Мамедова Н. Х. <i>Микроорганизмы, вызывающие гниение корней винограда, поврежденных филлоксерой в различных районах Азербайджана.</i>	292

Шнырева А. А., Шнырева А. В. <i>Регуляция половой совместимости у базидиальных грибов: генетические программы аллельных взаимодействий гомеодоменных белков.</i>	294
Шубина В. С., Александров Д. Ю., Александрова А. В. <i>Микроскопические грибы в местообитаниях, связанных с мелкими млекопитающими.</i>	297
Шутова В. В., Ревин В. В. <i>Действие лигнолитического гриба <i>Lentinus tigrinus</i> на древесину березы и сосны.</i>	299
Щербаков А. В., Гончар Е. Н., Заплаткин А. Н., Лопатько К. Г., Чеботарь В. К. <i>Влияние нанорастворов металлов на культурально-морфологические и хозяйственно- ценные свойства штамма <i>Bacillus subtilis</i> Ч-13, продуцента биопрепарата.</i>	302
Юзефович Е. К., Войтка Д. В. <i>Структура комплекса микромицетов корневой зоны растений укропа, выращиваемого способом проточной гидропоники.</i>	304
Юпина Г. А., Потапов К. О. <i>Афиллофоройдные грибы сосновых лесов национального парка «Нижняя Кама» (Республика Татарстан).</i>	307
Юрченко Е. Г. <i>Основные тенденции формирования микопатосистем наземной части ампелоценозов в современных средовых условиях Западного Предкавказья.</i>	310
Якуткин В. И. <i>История изучения болезней подсолнечника в России.</i>	313
Ямалеев А. М., Хасанова Д. В., Набиева Р. А. <i>Исследование биологической эффективности пропаргиламинов и обоснование их роли в индуцировании реакций устойчивости пшеницы к грибным болезням.</i>	315
Dmitriev A. P., Perkovska G. Y., Dyachenko A. I. <i>Ecologically safe method for plant protection by biotic elicitors derived from plant pathogenic fungi.</i>	318
Girichev V. S., Flachowsky H., Hanke M. -V. <i>Молекулярно-генетический подход в идентификации патогенных грибов на малине.</i>	321
Hussien T., Yli-Mattila T. <i>PCR for aflatoxigenic fungi as an alternative way for aflatoxin detection and quantification in developing countries.</i>	323
Khodaparast S. A. <i>Invasive pathogens in the North of Iran: new epidemics caused by aggressive fungal pathogens in the 21th century.</i>	325
Kosman E. <i>Diversity analysis in plant pathology.</i>	327
Miedaner T. <i>Breeding for disease resistances in winter rye.</i>	328
Sharifi K., Davari M., Khodaparast S. A. <i>First report of powdery mildew caused by <i>Erysiphe syringae-japonicae</i> on <i>jasminum</i> in the world from Northwestern Iran.</i>	329
Yli-Mattila T., Hussien T. <i>Problems in preventing high <i>Fusarium</i> and <i>Fusarium</i> toxin levels in cereals in northern Europe as compared to Africa.</i>	330
Раздел 4. Рекламные материалы	333

Content

Part 1. Dedicated to the memory of A. A. Jaczewski

Avrutskaya T. B.

A. A. Jaczewski and N. I. Vavilov trip in the USA and Canada in 1921 19

Berestetskaja L. I.

About the private mycological laboratory of A. A. Jaczewski 22

Varentsova E. Yu., Minkevich I. I.

Arthur Jaczewski as the founder of forest phytopathology 26

Dmitriev A. P.

A. A. Jaczewski and the development of his ideas in the in modern world 28

Levitin M. M.

The impact of A. A. Jaczewski on plant pathological views of N. I. Vavilov 39

Orina A. S., Gagkaeva T. Yu.

Friendship of great phytopathologists: A. A. Jaczewski and H. L. Bolley 41

Osipyan L. L.

The influence of A. A. Jaczewski on development of mycology and phytopathology in Armenia 44

Radzik A. Yu.

The Arthur Arturovich Jaczewski family history 46

Jaczewski A. S.

The son of Arthur Arturovich Jaczewski – Stephen Jaczewski (1890-1947) and his Polish family 50

Part 2. The talks of staff working in A.A. Jaczewski Laboratory of mycology and phytopathology

Berestetskiy A. O., Apollonova L. S., Sokornova S. V., Chermenskaya T. D.

Aphicide properties of phytopathogenic ascomycetes 57

Gagkaeva T. Yu., Gavrilova O. P.

New species of Fusarium fungi identified in Russia 59

Gannibal Ph. B.

Systematics of alternarioid hyphomycetes and their distribution in Russia 62

Gasich E. L., Khlopunova L. B., Afonin A. N.

Amplitudes of the ecological factors defining distribution of Septoria species, parasitizing on field bindweed on the territory of the former Soviet Union revealed by means of geoinformation technologies 65

Gulyaeva E. I.

Modern research of the wheat leaf rust agent in the laboratory of mycology and phytopathology of VIZR 67

Dalinova A. A., Berestetskiy A. O.

The characteristics of the infection process of perennial sowthistle by Alternaria sonchi 70

Ivaschenko V. G.

Maintaining genetic diversity of maize by resistance to diseases and adaptability as the basis of phytosanitary optimization and stabilization of productivity of agroecosystems 72

Kazartsev I. A.

Molecular techniques for fungal community identification 75

Levitin M. M.

A. A. Jaczewski and problems of species formation 79

Shipilova N. P., Dmitriev A. P.

Growth and developed in pure culture Sclerotinia sclerotiorum strain isolated from hemp 82

Part 3. The talks of participants of the Conference

Agayeva M. A. <i>Prevalence and harmfulness of grey rot of <i>Actinidia chinensis</i> and control of the disease</i>	87
Azovskaya N. O. <i>Biological and infectious cycle of <i>Sphaeropsis sapinea</i> in Belarus.</i>	89
Alekseeva K. L. <i>Species of the genus <i>Cladobotryum</i>, causing the disease of cultivated edible mushrooms</i>	91
Artamonov A. A., Muravlev A. A. <i>Disease resistance of spring rape somaclonal regenerants.</i>	94
Afanasenko O. S., Mikhailova L. A., Mironenko N. V. <i>Monitoring of phytopathogenic fungi populations diversity is the base of rational using of plant genetic resources of resistance to diseases.</i>	96
Ashmarina L. F., Davydova N. V., Gorobey I. M., Konjaeva N. M., Agarkova Z. V. <i>Diseases of forage crops in Western Siberia</i>	99
Bazenova A., Volkova J. <i>Improvement of strawberry storage quality with the applications of microbiological agents</i>	102
Bondarenko-Borisova I. V. <i>Biotrophic micromycetes of limited occurrence in the arboretum of the Donetsk botanical garden and urban plantings of the south-east of Ukraine</i>	104
Bordok I. V., Okhlopko N. P., Yevtushenko L. V., Makhovik I. V. <i>Outlines of the functioning of the cultivated edible and medicinal mushroom strain collection of the Forest Institute of the National Academy of Sciences of Belarus</i>	107
Buga S. F., Sklimenok N. A. <i>Pathogenicity of <i>Fusarium culmorum</i> and <i>F. avenaceum</i> prevailing in the <i>Fusaria</i> complex on the root system of winter wheat</i>	110
Vlasov D. Yu., Tobias A. V., Cherepanova N. P. <i>Morphological adaptation of fungi and their role in colonization of natural substrates.</i>	112
Volkova J., Bazenova A. <i>Identification of strawberry anthracnose causal agent (<i>Colletotrichum acutatum</i>) in Latvia.</i>	115
Volkova G., Shapkun A. <i>Barley dwarf rust in North Caucasus: prevalence, virulence and host plant resistance</i>	117
Volchenkova G. A., Zvyagintsev V. B. <i>Screening of <i>phlebiopsis gigantea</i> strains for development of a biological preparation to control <i>Annosum</i> root rot</i>	119
Gedminas A., Lynikiene J., Bagdziunaite A., Menkis A., Marciulynas A. <i>The impact of entomopathogenic fungus <i>Cordyceps militaris</i> on pine defoliating insect pests</i>	122
Gordenko V. I., Muhina M. Yu. <i>Diseases of small grain cereals in Nizhny Novgorod region.</i>	124
Gorobey I. M. <i>Net blotch of barley in the forest-steppe zone of Western Siberia.</i>	126
Donskikh N. D., Pashenova N. V. <i>Plant diseases of the Korean cedar on the south of Khabarovski krai</i>	128
Dyakov Yu. T., Sidorova I. I. <i>Homologous lines law and its use in classification of lower Eukaryotes</i>	131
Egorova L. N. <i>Investigation of phytopathogenic fungal biota in the Russian Far East</i>	132
Zmitrovich I. V., Malysheva V. F. <i>The system of <i>Polyporales</i> (<i>Basidiomycota</i>) summarizing of molecular research</i>	137
Ibragimova S. A., Revin V. V., Burova J. A., Zaharkina A. S. <i>Co-culture on agar medium of plant pathogenic fungi and <i>Pseudomonas aureofaciens</i></i>	140

Ivanov A. V., Semyonov E. I., Yermolayeva O. K., Galiyeva G. M., Tremasov M. Ya. <i>Toxigenic potential of <i>Fusarium sporotrichioides</i> isolates</i>	142
Il'yasova E. Yu., Lastochkina O. V., Pusenkova L. I. <i>The effect of biofungicides on the number of pathogenic micromycetes in the rhizosphere of sugar beet and productivity of plants</i>	145
Isayeva L. G., Huseyin E. S., Selcuk F. <i>Damage of <i>Sorbus gorodkovii</i> in urban spaces of Murmansk region</i>	148
Karpachev V. V., Savenkov V. P., Voropaeva N. L., Artamonov A., Yanina M. M. <i>The increasing of rape plant resistance to pathogens and pests by using the elicitors</i>	150
Kovbasenko R. V., Dmitriev A. P., Dulnev P. G., Kovbasenko V. M., Yaschuk V. U. <i>Induced disease resistance of vegetable crops with the combined use of epin and salicylic acid</i>	152
Koyshibayev M. <i>Integrated control of cereal crops from main diseases in Kazakhstan</i>	155
Korneykova M. V. <i>The complexes of microscopic fungi in the impact zone of emissions by the factory of «Pechenganickel»</i>	158
Korneichuk N. S., Tkachenko N. V. <i>Development of the Jaczewski research of pathogenic fungi of the genus <i>Fusarium</i> which parasitic on lupin</i>	161
Kochorov A. S., Sagitov A. O., Aubakirova A. T., Alisherov J. D. <i>Distribution of wheat rust diseases in Kazakhstan</i>	163
Kurakov A. V. <i>Diversity, growth and methabolism of fungi at anaerobic conditions</i>	166
Lesik E. V. <i>Identification of <i>Monilinia</i> species — the pathogens of apple-tree in Belarus</i>	169
Luchnaya I. S., Chernyaeva I. M., Petrencova V. P., Borovska I. Yu. <i>Sources and donors for breeding of winter wheat resistance to diseases</i>	171
Maleeva J. V., Volkova V. T. <i>Molecular and physiological-biochemical data about the possible hybrid nature and populations restructuring of the stem rust pathogen from barley</i>	174
Markelova T. S., Ivanova O. V., Naryshkina E. A., Baukenova E. A. <i>Biological features of brown rust of wheat in the lower Volga region and the structure of population</i>	177
Mel'nik V. A., Alexandrova A. V. <i>New and rare anamorphic fungi in mycobiota of South Vietnam</i>	180
Mironenko N. V. <i>Modern methods of molecular diagnostics of phytopathogenic fungi</i>	183
Mironenko N. V., Mikhailova L. A., Kovalenko N.M. <i>Physiological and genetic specialization of <i>Pyrenophora teres</i> f. <i>teres</i> isolates to wheat</i>	187
Morozova T. I., Surdina V. G. <i>Bacterial drosy coniferous trees in Baikal Siberia</i>	189
Morozova T. I. <i>Diseases of coniferous trees in the Irkutsk region</i>	192
Nalobova V. L., Voitekhovich I. M., Nalobova Y. M., Shaitura I. V., Ivanovskaya M. V., Maksimenya E. V. <i>Composition of species and population structure of the phytopathogens of vegetable crops of Belarus and breeding for resistance to diseases</i>	194
Nauanova A. P., Aidarkulova R. S., Nazarova A. Zh., Zhetibaikyzy N., Imanmadi D. <i>Effect of leaf spot pathogens on growth and development of barley on infectious background</i>	196
Nuriyeva S. A., Isayev B. G. <i>Phytopathological evaluation of bread wheat (<i>Triticum aestivum</i>) accessions on resistance to fungal diseases in Azerbaijan</i>	198

Ovsyankina A. V. <i>Phytopathogenic fungi that cause root rot grain crops.</i>	200
Pavlyushin V. A. <i>Management strategies in crop protection</i>	202
Pervushin A. L., Mitina G. V., Sokornova S. V. <i>Selection of the heat-resistant strains of <i>Lecanicillium muscarium</i></i> <i>(=Verticillium lecanii s. l.), perspective for development of the long-storage formulations</i>	205
Plotnikova T. V., Soboleva L. M. <i>Tobacco seedling diseases.</i>	207
Pokusaeva O. A., Shlyakhov V. A., Kostyagina L. N. <i>Analysis of diseases revealed by the analysis of tuber</i> <i>and vegetative growth stage of potato in the Astrakhan region.</i>	210
Polyschuk S. V., Lyaska S. I. <i>The soybean disease in forest-steppe of Ukraine</i>	212
Poplavskaya N. G. <i>Infection of oats grain by <i>Fusarium</i> fungi in Belarus</i>	215
Popov Yu. V. <i>Integrated approaches in control of diseases of small grain cereals</i>	217
Prihodko E. S., Selitskaya O. V., Smirnov A. N. <i>Ecological safe method for inhibition of <i>Alternaria alternata</i> development on potato</i>	219
Pronicheva I. S. <i>Growth rate of <i>Rhizoctonia solani</i> strains at different temperatures</i>	222
Razguljaeva N. V., Blagoveshchenskaya E. Yu. <i>Effect of weather conditions on infection level of meadow clover (<i>Trifolium pratense</i>)</i>	223
Raichuk T. N. <i>Influence of seed disinfectants on mycoflora and emergence of soybean seeds</i>	226
Retman S.V., Kislykh T.N., Shevchuk O.V. <i>Fusarium head blight of winter wheat: analysis of multi-year dynamics</i> <i>of pathogen complex in forest-steppe of Ukraine.</i>	229
Rsaliev Sh. S., Agabayeva A. Ch., Rsaliev A. S. <i>Dynamics of changing of wheat yellow rust population</i> <i>(<i>Puccinia striiformis</i> f. sp. tritici) in Kazakhstan.</i>	231
Sagitov A. O., Aubakirova A. T. <i>Seasonal dynamics of <i>Septoria</i> development on spring wheat in northern Kazakhstan</i>	234
Sadanov A. K., Shorabaev E. Zh., Ultanbekova G. D., Shemshura O. N., Taubekova G. K., Bekmahanova N. E., Makhambetova G. M. <i>Field testing of the <i>Bacillus thuringiensis</i> strain 20 in order</i> <i>to increase productivity of the leguminous culture — lucerne in the south of Kazakhstan</i>	237
Sadykova V. S., Kurakov A. V., Lysenko A. E. <i>Fungicidal activity of strains of genus <i>Trichoderma</i> against phytopathogenic and pathogenic fungi.</i>	239
Sanin S. S. <i>Epidemics of cereal rusts: extension of time and space</i>	241
Selitskaya O. G., Gavrilova O. P., Schenikova A. V., Shamshev I. V., Gagkaeva T. Yu. <i>Semiochemical interactions between <i>Fusarium</i> fungi and insects by the example of rice weevil.</i>	247
Sokornova S. V., Afonin A. N., Maximova E. B., Pervushin A. L. <i>Influence of temperature and humidity parameters on infection of the giant hogweed</i> <i>(<i>Heracleum sosnowskyi</i>) by mycelium phytopathogenic fungus <i>Phoma complanata</i></i>	250
Stepanova A. A., Gagkaeva T. Yu. <i>Cytological investigation of the cells of vegetative mycelium <i>Fusarium oxysporum</i></i>	253
Stognienko O. I., Vorontsova A. I. <i>Species composition and geographical spread of sugar beet clamp rot mycobiota</i>	255

Storozhenko V. G. <i>Forest mycocoenosis and forest mycocoenology</i>	257
Strunnikova O. K., Shakhnazarova V. Yu., Vishnevskaya N. A. <i>Ecological features of soilborne phytopathogenic fungus Fusarium culmorum</i>	260
Timofeev V. N., Garbar L. I. <i>Features of influence of disinfectants and their mixtures on seed pathogens</i>	262
Timoshenkova T. A. <i>Influence of fungal infections on productivity of different ecological groups of sorts of spring wheat and barley in the steppe region of South Ural</i>	264
Titova J. A., Serova T. A. <i>Mycosinusiae in necrobiont consortiums on the historical wood of St.-Petersburg's architecture monuments</i>	267
Truskinov E. V. <i>Contribution of A. A. Jaczewski in the study of potato degeneration diseases</i>	270
Tukhbatova R. I., Alimova F. K. <i>Species diversity of fungi of the genus Trichoderma in paleosoils and their modern application</i>	273
Urazbakhtina D., Egorshina A., Khairullin R. <i>Ability of ferments formed by endophytic strains to destruction of Fusarium mycotoxins</i>	275
Feofilova E. P. <i>Mycelial fungi as sources of novel drug preparations with immunomodulatory, anticarcinogenic, and wound-healing activities</i>	278
Feofilova E. P., Goncharov N. G., Alekhin A. I., Sergeeva Ya. E., Mysyakina I. S., Galanina L. A., Kochkina G. A., Usov A. I. <i>Creating of natural cosmetic formulations based on lycopene of filamentous fungi</i>	280
Hacheva S. I. <i>Aphyllorphoroid fungi on anthropogenic areas of the Ritsa-Auadhara national park of the republic of Abkhazia</i>	282
Chekryga G. <i>Mycobiota formation in pollen plants and pollen load</i>	285
Shemshura O. N., Bekmakhanova N. E., Mazunina M. N. <i>Fungal metabolites Aspergillus sp. and their biological activity</i>	287
Shirokikh I. G., Ryabova O. V., Batalova G. A. <i>The influence of antagonistic strain Streptomyces hygroscopicus a4 on the micromycetes in the root zone of oat</i>	290
Shikhlinski H. M., Akperov Z. I., Mammadov A. T. <i>Microorganisms causing the rot of roots of grape damaged by Phylloxera in various regions of Azerbaijan</i>	292
Shnyreva A. A., Shnyreva A. V. <i>Sexual compatibility in Basidiomycetes: genetic programme of alleles interaction of homeodomain proteins</i>	294
Shubina V. S., Alexandrov D. Yu., Aleksandrova A. V. <i>Microscopic fungi in habitats associated with small mammals</i>	297
Shutova V. V., Revin V. V. <i>Action of lignolytic fungus Lentinus tigrinus on birch and pine wood</i>	299
Shcherbakov A. V., Gonchar E. N., Zaplatkin A. N., Lopatko K. G., Chebotar V. K. <i>Effect of biological activity metal nanosolutons on beneficial properties of bacterial strain Bacillus subtilis Ch-13 — producer of biofertilizer</i>	302
Yuzefovich E. K., Voitka D. V. <i>Structure of micromycetes complex of root zone of dill plants growing by the fluid hydroponics system</i>	304

Yupina G. A., Potapov K. O. <i>Aphylophoroid fungi of pine forests of the national park «Nizhnyaya Kama» (republic of Tatarstan)</i>	307
Yurchenko E. G. <i>The main trends in the formation of complexes of fungal infections ground part of the ampelocenes in modern environmental conditions of Western Ciscaucasia</i>	310
Yakutkin V. I. <i>History of investigations of sunflower diseases in Russia</i>	313
Yamaleev A. M., Khasanova D. V., Nabieva R. A. <i>Biological effectiveness propargilamins and substantiation of their role in the induction of resistance reactions of wheat to fungal diseases.</i>	315
Dmitriev A. P., Perkovska G. Y., Dyachenko A. I. <i>Ecologically safe method for plant protection by biotic elicitors derived from plant pathogenic fungi</i>	318
Girichev V. S., Flachowsky H., Hanke M.-V. <i>Molecular genetics approaches to identify pathogenic fungi of raspberries</i>	321
Hussien T., Yli-Mattila T. <i>PCR for aflatoxigenic fungi as an alternative way for aflatoxin detection and quantification in developing countries</i>	323
Khodaparast S. A. <i>Invasive pathogens in the north of Iran: new epidemics caused by aggressive fungal pathogens in the 21th century</i>	325
Kosman E. <i>Diversity analysis in plant pathology</i>	327
Miedaner T. <i>Breeding for disease resistances in winter rye</i>	328
Sharifi K., Davari M., Khodaparast S. A. <i>First report of powdery mildew caused by <i>Erysiphe syringae japonicae</i> on jasminum in the world from Northwestern Iran</i>	329
Yli-Mattila T., Hussien T. <i>Problems in preventing high <i>Fusarium</i> and <i>Fusarium</i> toxin levels in cereals in northern Europe as compared to Africa</i>	330
Part 4. Advertising	333

Раздел 1

Памяти А. А. Ячевского

А. А. ЯЧЕВСКИЙ И Н. И. ВАВИЛОВ: ПОЕЗДКА В США И КАНАДУ В 1921 г.

Авруцкая Т. Б.

Мемориальный кабинет-музей Н. И. Вавилова, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт общей генетики им. Н. И. Вавилова РАН, Москва, Россия, museum@vigg.ru

Посещение А. А. Ячевским и Н. И. Вавиловым США и Канады в 1921 году — наименее исследованный период деятельности ученых. Обнаруженные документальные материалы и фотографии позволяют составить более точное впечатление об этой поездке, ее целях, задачах, результатах. Ключевые слова: А. А. Ячевский, Н. И. Вавилов, история науки, поездка в США, генетика, интродукция растений, фитопатология.

В июне 1921 года заведующий Отделом микологии и фитопатологии Сельскохозяйственного Ученого Комитета А. А. Ячевский (фото 1)



Фото 1. А. А. Ячевский. Фотография из фондов мемориального кабинета-музея Н. И. Вавилова. ИОГен РАН

и заведующий Отделом прикладной ботаники и селекции Н. И. Вавилов (фото 2) получили приглашение Американского фитопатологического общества принять участие в Международном конгрессе по болезням хлебов (Северная Дакота, июль 1921 г.). Их доклады в США должны были стать первым официальным выступлением ученых, представлявших Советскую Россию, на международных научных форумах (Авруцкая, 2012).

28 июня Н. И. Вавилов, находясь еще в Москве, пишет Е. И. Барулиной: «< > Если бы я знал раньше, каких хлопот будет стоить Америка, может быть, я воздержался бы от этого предприятия. С утра до ночи хожу, пишу бумаги и обошел всю Москву. Нужны заключения всех ведомств: ЧКа, иностранных дел, наркомзем, первым делом, рабкрин, внешторг, Совнаркома и etc. Теперь дело застряло в Чека. Я еще не уверен, что выйдет из этого. Хлопоты веду один, здесь конечно никто ничего не сделал. Ячевский уже в Питере и я даже боюсь, выпустят ли его из России. Выехать за границу, да еще с золотом, это такое пред-
приятие, что мне еще самому кажется невероятным. Но попробую дерзнуть. Слишком много затрачено энергии» (Вавилов, 2008).



Фото 2. Н. И. Вавилов США. 1921 г.

Наконец, выходит Постановление Совета труда и обороны: «принимая во внимание исключительную важность вопросов борьбы с болезнями и повреждениями с. х. растений и необходимость в самой полной мере использовать опыт и достижения < > Америки за годы войны и революции в области сельского хозяйства, командировать членов Ученого сельскохозяйственного комитета профессоров А. А. Ячевского и Н. И. Вавилова в Северную Америку и Западную Европу сроком на четыре месяца. И выдать им 211 тысячу 750 золотых рублей на приобретение новейшей с. х. литературы и научных приборов» (Савина, 1987). Но 6 июля 1921 г. Николай Иванович еще в Москве, он пишет И. П. Бородину: «Волею су-

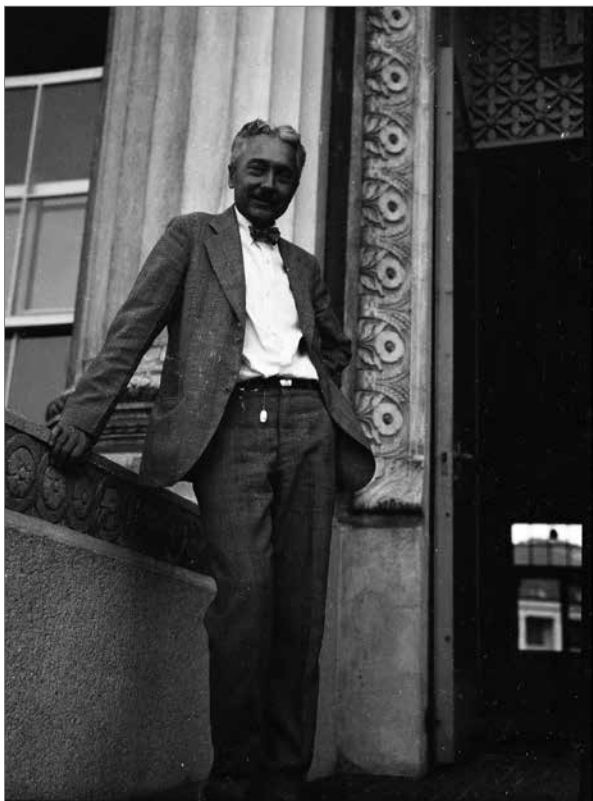


Фото 3. М. О. Шаповалов. Вашингтон 1921 г.
Фото Н. И. Вавилова.

деб едем с Артуром Артуровичем в Америку. Все разрешения на руках, но золота пока нет, должны получить его в Риге. Отправляемся завтра. <>Думаю, что поездка даст много, если справимся со всем что хотелось бы сделать. Привезем и ботаническую литературу. На бумаге нам отпущена на книги большая сумма около 80 000 золотом, но на руках ее пока нет» (Архив Российской академии наук. Фонд 125. Оп. 1. Д. 466. Л. 1). Две недели в Риге Артур Артурович и Николай Иванович добиваются получения виз, но в Америку визы так и не получили: «через пару часов едем в Либаву — пишет Николай Иванович 23VIII1921 г. Е. Н. Сахаровой. Визу Америка не дала. Едем в Канаду, надеясь пробраться оттуда в Нью-Йорк. Доллары летят и досадно, что в Риге, а не в Америке» (из фондов мемориального кабинета-музея Н. И. Вавилова).

В Либаве ученым делают прививку оспы, в обязательном порядке заставляют принять горячую ванну, вещи дезинфицируют, «да так ста-

рательно, что Вавилов лишается половины багажа. В виде исключения профессоров не обривают, с другими русскими продельвают и эту процедуру. От унижения Ячевский готов вернуться» (Резник, 1962). Плыли по океану 2 недели. Море бушевало...< > Плавание тяжелое, настолько, «что в Канаде А. А. Ячевский, человек религиозный, заказал молебен» (Резник, 1962). Судя по тому, что до Канады добрались только в августе, на съезд ученые опоздали, но в своем интервью после поездки Н. И. Вавилов говорил о своем участии в работе съезда. Приглашение на Конгресс было сделано директором Института растениеводства в Вашингтоне доктором Ортоном (W. A. Orton), с подачи М. О. Шаповалова (фото 3), фитопатолога Бюро растениеводства Департамента земледелия США. Михаил Осипович Шаповалов помогал «установлению связей с научными работниками и посещению интересовавших их лабораторий» (Савина, 1987) (фото 4).

Вавилов и Ячевский объезжают страну, посещают институты и опытные станции, известен даже маршрут поездки — штат Нью-Йорк, Пенсильвания, Мэн, Огайо, Индиана, Иллинойс, Висконсин, Миннесота, Колорадо, Аризона, Калифорния, Орегон, Виргиния и Северная Каролина. В Канаде — департамент Онтарио (Грум-Гржимайло, 1962). Артур Артурович вводит Николая Ивановича в круг микологов и фитопатологов.

Последнее время появились новые сведения о пребывании ученых в США. Большой удачей стало получение альбома с фотографиями, которые сделал Н. И. Вавилов в США и Канаде. Некоторые из фотографий, по-видимому, для памяти, Н. И. Вавилов подписал с лицевой стороны. По записям на фотографиях мы смогли определить те



Фото 4. А. А. Ячевский (второй слева) с американскими учеными. Вашингтон. 1921 г.
фото Н. И. Вавилова.



Фото 5. А. А. Ячевский и Брэдли Дэвис. США. 1921 г. Фото и надпись Н. И. Вавилова — «*Oenothera franciscana* и *O. grandiflora* у Дэвиса в Ann Arbor».

учреждения, которые Н. И. Вавилов и А. А. Ячевский посещали. Начинается альбом фотографиями исследователя *Oenothera lamarckiana* Seringe Брэдли Дэвиса, опубликовавшим первое сообщение об ее удачном синтезе путем гибридизации *O. franciscana* Bartlett и *O. biennis* L. В 1916 г. (фото 5). В мемориальном кабинете-музее написанной Николаем Ивановичем О. В. Якушкиной, как раз в день посещения Дэвиса: «4. IX. 21г. Снова в Соединенных штатах. Обезжаем северные штаты. Вчера был у Дэвиса в Мичигане. Было очень ин-



Фото 6. Н. И. Вавилов, неизв., А. А. Ячевский в плодовом саду. Оттава. 1921 г. Фото Н. И. Вавилова.

Литература

Авруцкая Т. Б. Поездка Н. И. Вавилова в США и западную Европу 1921-1922 гг. // *Вавиловский журнал по генетике и селекции*. Новосибирск, 2012, с. 74-83.

Вавилов Ю. Н. В долгом поиске. Книга о братьях Николае и Сергее Вавиловых. Изд. 2-ое доп. и перераб. М., РИАС ФИАН, 2008, 316 с.

Савина Г. А., Н. И. Вавилов и М. О. Шаповалов. // *Природа*, 1987, №10, с. 94-96.

тересно. Видел синтезированную им *Oenothera lamarckiana*, которую он получил от скрещивания *O. biennis*. и *O. franciscana*. Работа первостепенной важности. Направляюсь через Дакоту в Калифорнию. Начинаю овладевать понемногу всей массой литературы, которая тут написана за 7 лет. Много любопытного» (Авруцкая, 2012).

Ученые знакомятся с доктором Г. Харланом (H. Harlan), специалистом Отдела зерновых культур Бюро растениеводства Департамента земледелия, участником многих экспедиций в Африку, Индию, Испанию. Посещают одно из современных генетических учреждений США, которое носит название «Эволюционной Станции» (около Нью-Йорка), директором его является ботаник, генетик Эйвери Блэксли (A. Blakeslee).

Сведений о пребывании ученых в Канаде нет, кроме фотографий из альбома. Судя по фотографиям, А. А. Ячевский и Н. И. Вавилов посетили



Фото 7. А. А. Ячевский в саду на опытной станции. Оттава. Канада. 1921 г. Фото Н. И. Вавилова.

несколько лучших садов Канады Оттавского и Гвельфского районов (фото 6, 7). На опытной станции интересовались селекцией табака, осматривали плодовый сад. Знакомятся с д-ром Molte и д-ром Zavitz.

Главными итогами поездки в США, несомненно, были — восстановление прерванных научных связей, ознакомление с новейшими достижениями американской и канадской селекции культурных растений и интродукция новых культур, приобретение новейшей литературы и научных приборов.

Резник С. Е., Н. И. Вавилов. М., Молодая гвардия, 1962, с. 135.

Грумм-Гржимайло А. Г. В поисках растительных ресурсов. М., Л.: Из-во АН СССР, 1962, с. 20-26.

A. A. JACZEWSKI AND N. I. VAVILOV TRIP IN THE USA AND CANADA IN 1921

Avrutskaya T. B.

Memorial Cabinet-Museum of N. I. Vavilov, Vavilov Institute of General Genetics, RAS, Moscow, Russia, museum@vigg.ru

Up to now the visit of A. A. Jaczewski and N. I. Vavilov in Canada and the United States in 1921 is the least studied period of the scientist. Discovered documentary materials and photographs, published in this article allow a more accurate impression of this trip, its goals, objectives, results.

Key words: A. A. Jaczewski, N. I. Vavilov, history of science, the trip, Canada, the United States, genetics, the introduction of plant, phytopathology.

О ЧАСТНОЙ МИКОЛОГИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ А. А. ЯЧЕВСКОГО

Берестецкая Л. И.

*Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений
Россельхозакадемии (ВИЗР), Санкт-Петербург — Пушкин, Россия, liberestetskaya@mail.ru*

В фондах Микологического гербария лаборатории микологии и фитопатологии им. А. А. Ячевского были обнаружены документы, которые свидетельствовали о том, что ранее, до организации Бюро по микологии и фитопатологии в марте 1907 года, существовала частная лаборатория под названием «Микологическая лаборатория А. А. Ячевского». К этим историческим документам относятся официальный бланк или точнее сохранившийся фрагмент его, почтовые бланки для заказных отправок и конверты. В статье дается описание указанных документов и проводится исследование с целью атрибуции их.

Ключевые слова: А. А. Ячевский, история науки, микологический гербарий, лаборатория.

С жизнью и деятельностью профессора Артура Артуровича Ячевского неразделимо связаны историческое прошлое, утверждение, прогресс и расцвет лаборатории микологии и фитопатологии им. А. А. Ячевского, которая была создана в 1907 году по инициативе ученого и столетний юбилей которой был отмечен научной общественностью на 15-м Международном конгрессе микологов Европы в сентябре 2007 года. Вместе с лабораторией мировое признание получил Микологический гербарий, в основу которого был положен большой гербарий грибов А. А. Ячевского. Ранее было показано, какую ценную научно — историческую информацию содержат в себе обычные образцы (Новотельнова и др., 2000; Берестецкая, 2007). За последние 10-15 лет работы в Микологическом гербарии лаборатории микологии и фитопато-

логии им. А. А. Ячевского из различных фондов гербария было собрано немало интересных материалов из истории лаборатории, а также из жизни и деятельности А. А. Ячевского и других ученых. В настоящей статье обсуждаются найденные в гербарии документы, свидетельствующие о существовании до организации Бюро по микологии и фитопатологии Ученого Комитета Главного Управления землеустройства и земледелия частной микологической лаборатории А. А. Ячевского.

Наиболее важной находкой является официальный бланк, точнее фрагмент его, из белой тонкой высококачественной бумаги размерами 14 x 5 см. На сохранившемся листочке в верхнем углу слева типографским способом напечатаны название учреждения, адрес и телефон (по правилам русской грамматики до 1914 года) — «Миколо-

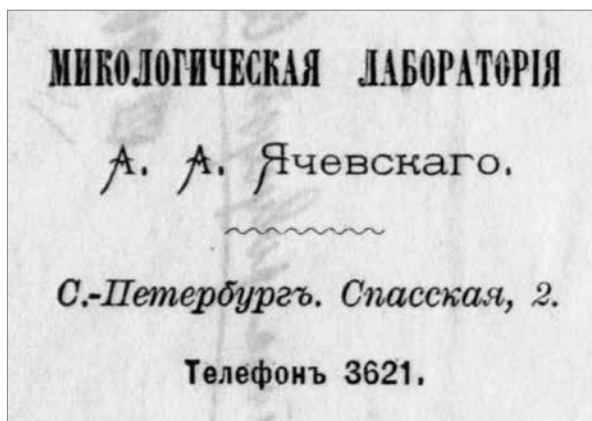


Фото 1. Фрагмент официального бланка Микологической лаборатории А. А. Ячевского — лицевая сторона

гическая лаборатория А. А. Ячевского. С. -Петербургъ, Спасская, 2. Телефонъ 3621». На обратной стороне бланка обнаружен карандашный рисунок *Woronina polycystis* Cornu. К нему прикреплена копия этого рисунка, исполненная тушью. Под рисунком оставлены следующие заметки, сделанные собственноручно А. А. Ячевским: название вида этого организма — *Woronina polycystis* Cornu, номер рисунка — 10 и дата — VII 1905 (фото 1). При обращении к Географическому каталогу по распространению грибов в России, который существует при Микологическом гербарии, была найдена карточка с записями А. А. Ячевского о его находках водного миксомицета *Woronina polycystis* на *Saprolegnia monoica* и на *S. thureti* в 1905-1906 гг. в Сестрорецке (окрестности Петербурга).

Почти одновременно среди образцов в гербарии были найдены несколько почтовых бланков для заказных почтовых отправок (фото 2) и почтовые конверты голубовато — серого цвета (14,7 x 11,7 см) с напечатанными в типографии данными о Микологической лаборатории А. А. Ячевского, которые были подобными реквизитным сведениям в официальном бланке. Обнаруженные почтовые бланки использовались А. А. Ячевским чаще в качестве этикеток, а также для разного рода заметок и для рисунков, а конверты — для хранения образцов. Предположительно, конверты и разного рода бланки (официальные и почтовые) были изготовлены по заказу в типографии в одно время и составляли почтовый комплект для целей деловой переписки, которую вел владелец лаборатории.

Чтобы объяснить факт открытия частной лаборатории, мы детально изучили не только биографическую литературу, посвященную А. А. Ячевскому, но и некоторые ранние его работы. При этом обнаружили, что А. А. Ячевский был инициатором создания также фитопатологической лаборатории, функционировавшей неофициально, т. е. без разрешения чиновников из Министерства

земледелия (Хохряков, 1954). В справочнике фитопатолога, в статье, посвященной А. А. Ячевскому, случай организации фитопатологической лаборатории в Петербурге освещается вкратце профессором М. К. Хохряковым (1959) следующим образом: «В 1897 г. Ячевский создал при Ботаническом саде фитопатологическую лабораторию, в 1901 г. переименованную в Центральную Фитопатологическую станцию». Актуальность создания фитопатологической лаборатории объясняется тем, что с 1897 года А. А. Ячевский ежегодно командировался Департаментом земледелия в Донскую область и на Кавказ для обследования болезней винограда и постановки опытов. Им была выявлена черная гниль винограда — «black rot» и для доказательства этиологии болезни необходимо было проводить исследования с культурами грибов. Кроме этого, корреспонденты доставляли из различных районов России гербарные материалы с грибными поражениями для идентификации возбудителей и сведения по распространению грибных болезней. В 1901 году состоялось официальное открытие фитопатологической лаборатории, которая именовалась как Центральная Фитопатологическая станция.

Вторично возможность организации новой лаборатории представилась А. А. Ячевскому в момент, когда он отказался от руководства Центральной Фитопатологической станцией и остал-

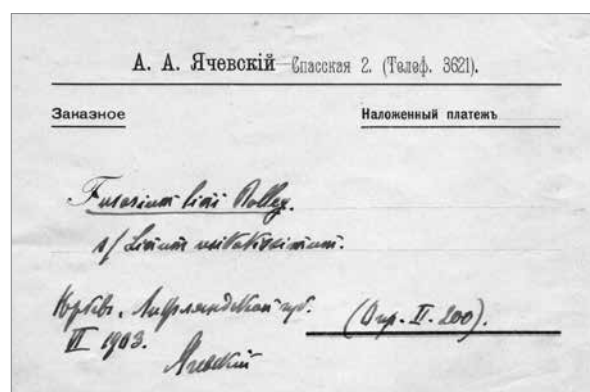


Фото 2. Почтовый бланк для заказных почтовых отправок Микологической лаборатории А. А. Ячевского

ся без лаборатории. Ссылаясь на известную статью А. А. Ячевского (1917), этот временной отрезок «без лаборатории» длился чуть более года — с конца 1905 года до марта 1907 года. Уже в январе 1906 года преемником А. А. Ячевского становится А. А. Еленкин (Липский, 1913).

Какие причины заставили А. А. Ячевского отказать от заведования Центральной Фитопатологической станцией, несмотря на успешную ее деятельность? Согласно А. С. Бондарцеву (1964), станция была авторитетной в стране, особенно среди фитопатологов и сельскохозяйственных

деятелей. В то же время, А. А. Ячевский (1917) приводит примеры, свидетельствующие о трудностях, которые испытывала станция. Для повышения эффективности научной работы станция нуждалась в элементарном: в дополнительном помещении, в новом оборудовании, в дополнительном финансировании научно-исследовательских работ и в квалифицированных кадрах. Известно, что с 1901 года до 1905 года станция занимала только одну комнату. Предоставленное в 1905 году помещение, состоявшее из трех маленьких комнат, уже не устраивало А. А. Ячевского. На станции с момента ее открытия долгое время А. А. Ячевский работал один. Только через несколько лет после открытия станции был направлен от Департамента Земледелия один сотрудник Г. Н. Дорогин и с января 1905 года — практикант А. С. Бондарцев. Таким образом, необходимо было кардинально изменить положение дел, а именно — выйти из-под административного и финансового влияния Ботанического сада, на первых порах приютившего станцию, но и не позволявшему станции развиваться, ограничивая ее в средствах и в поступлении научных сил. Возникла конфликтная ситуация. В журнале «Садовод» от 1913 (вып. 4) А. А. Ячевский поясняет, что «станция была обречена на бесполезное существование, на топтание на месте, несмотря на огромный труд и энергию, внесенные им в любимое детище». А. А. Ячевский (1917) предлагает создать новое Бюро по микологии и фитопатологии при Ученом комитете Главного Управления землеустройства и земледелия подобно Бюро прикладной ботаники, которым руководил Р. Э. Регель, путем выделения из него фитопатологической группы. Он резко останавливает свою деятельность на станции и оставляет ее в конце 1905 года.

Главное научное оборудование для микологической лаборатории — личный большой гербарий грибов и богатая библиотека находились теперь дома. Согласно L. R. Jones (1933) он и в родном Рылькове, когда приезжал туда летом работать из Швейцарии или из Петербурга, имел простую приватную лабораторию и коллекции. Поэтому, оставшись вне станции, он не остался без лаборатории. В новых условиях он как заведующий и, одновременно, как единственный сотрудник своей Микологической лаборатории продолжает интенсивно работать. Он должен был продолжать переписку с многочисленными корреспондентами, начавшуюся с публикации «Обращения» ко всем любителям природы и специалистам от имени Центральной Фитопатологической станции, в котором излагается просьба присылать образцы с болезнями культурных и дикорастущих растений для определений возбудителей с подробной инструкцией как подготовить больные растения

к пересылке (Ячевский, 1902). Материалы о болезнях растений и их распространению в различных районах России были необходимы ученому для составления очередного тома выпускаемого им с 1903 года «Ежегодника сведений о болезнях и повреждениях культурных и дикорастущих полезных растений».

Кроме этого, он лично собирает образцы в окрестностях Петербурга, например, в Петергофе и в Сестрорецке, изучает полученные материалы для новой монографии по совершенным грибам. За это время он подготовит и издаст в 1907 году многолетний труд по слизевикам России, за который в этом же году получит премию имени А. Г. Фишера фон — Вальдгейма от Императорского Московского Общества Испытателей природы. Также А. А. Ячевский напишет оригинальный учебник «Болезни растений (фитопатология)», который выйдет в свет в том же 1907 году, причем издателем последнего был сам автор книги. С 1906 года он становится Вице-президентом Российского Императорского общества садоводства и круг обязанностей становится шире. Таким образом, мотивация создания лаборатории ясна.

Учитывая, что на обнаруженных бланках указывается адрес частной лаборатории нами были подвергнуты анализу адресные справочники города «Весь Петербург» в библиотеке Академии Наук (БАН), начиная с тома «на 1896 год», то есть с момента переселения А. А. Ячевского из Смоленской губ. в Северную столицу. Согласно книге «Весь Петербург на 1905 год», в этот период А. А. Ячевский вместе с женой Е. В. Ячевской снимает квартиру в доходном доме, принадлежавшем графу Н. И. Татищеву, на Спасской, 2 (современное название — ул. Рылеева, 2), напротив Спасо-Преображенского собора. По этому адресу Ячевские проживают по 1909 год. Номер телефона А. А. Ячевского не дается в книге на 1905 и 1906 гг. Номер телефона указывается только в книге «Весь Петербург на 1907 год» и это тот номер телефона, который напечатан на обнаруженных в гербарии ЛЕР документах, перечисленных выше, — 3621. Этот номер был сохранен за абонентом, согласно адресной и справочной книге «Весь Петербург на 1912 год» при изменении места жительства на Английский проспект, 29. В доме на Спасской, 2 в 1908 году в семье Ячевских родился сын Петр. В том же «Весь Петербург на 1909 год» Ячевские еще числятся на Спасской, 2. Согласно следующему тому адресной книги на 1910 год, Ячевские переезжают из Петербурга в Царское Село, где они проживают некоторое время по адресу Стессельская ул. (соврем. название — ул. Красной звезды), дом 26 с царскоевским номером телефона — 182. Дом этот не сохранился. Исследование биографической литературы, посвященной А. А. Ячевскому

еще при жизни (Надсон, 1899; Липский, 1913; Бондарцев, 1923), а также в воспоминаниях бывших коллег, выпускников ИЗИФ, слушателей Курсов по учету болезней растений и последователей ученого (Бабаян, 1964; Гитман, 1964; Гитман и Горленко, 1964; Оршанская, 1964; Хохряков, 1954, 1964) показало, что сведения о частной микологической лаборатории А. А. Ячевского не проникли в печать широко и не были, очевидно, известны биографам. Об этом важном факте из жизни и деятельности А. А. Ячевского знал только узкий круг микологов. Например, им мог быть соратник и помощник еще со времен совместной деятельности на Центральной Фитопатологической станции проф. Г. Н. Дорогин. О бескорыстной и подвижнической деятельности А. А. Ячевского говорили его ученики и коллеги и приводили много примеров, в частности, Л. С. Гитман (1964). Но в данном случае имеется новое доказательство скромности ученого — факт существования частной микологической лаборатории не был отмечен никем из его учеников и коллег, ни одним из биографов ученого. Лишь однажды, вскользь, в первом томе книги «Болезни растений (фитопатология)», изданной автором в 1907 году, на странице 23, после перечисления немногочисленных действовавших в то время в Царской России фитопатологических лабораторий, имевших местное значение, прозвучала ремарка автора: «В Петербурге существует еще моя частная микологическая лаборатория».

Помощник и ближайший коллега Г. Н. Дорогин содействовал выпуску этой книги и подготовил к тексту 117 оригинальных рисунков с натуры и с микроскопических препаратов. Он не мог не знать о частной лаборатории. Следовательно, в 1907 году частная микологическая лаборатория А. А. Ячевского, которая размещалась в личной квартире ученого на Спасской, 2, еще действовала, но на смену ей уже были подготовлены основы для функционирования государственной лаборатории нового типа.

Благодаря вхождению А. А. Ячевского в начале 1907 года в состав Ученого Комитета Главного управления Министерства земледелия была утверждена новая лаборатория, получившая официальное название Бюро по микологии и фитопатологии. Летом 1907 года Главным Управлением было утверждено «Положение о Бюро по микологии и фитопатологии». В связи с этим возникла необходимость и в новых письменных принадлежностях — конвертах и официальных бланках, которые в дальнейшем также менялись со сменой статуса, названия и адреса лаборатории. Устаревшие же конверты и бланки, в том числе, относящиеся к периоду деятельности частной микологической лаборатории А. А. Ячевского на Спасской, 2, использовались А. А. Ячевским и другими лицами не по их прямому назначению.

Литература

- Бабаян А. А. Воспоминания об А. А. Ячевском. В кн.: Труды Всесоюзного научно-исследовательского института защиты растений. Сборник материалов симпозиума, посвященного М. С. Воронину и А. А. Ячевскому. Л., 1964, с. 42–45.
- Берестецкая Л. И. Микологический гербарий лаборатории микологии и фитопатологии им. А. А. Ячевского. В кн.: Лаборатория микологии и фитопатологии им. А. А. Ячевского ВИЗР. История и современность. Приложение к журналу «Вестник Защиты растений». Санкт-Петербург, 2007, с. 34–46.
- Берестецкая Л. И. История типового образца вида *Septoria bugarica* N. Naumova. Из воспоминаний Н. А. Наумовой (7. IX. 1895 — 1. VIII. 1984). В кн.: Лаборатория микологии и фитопатологии им. А. А. Ячевского ВИЗР. История и современность. Приложение к журналу «Вестник Защиты растений». Санкт-Петербург, 2007.
- Бондарцев А. С. К 35-летнему юбилею научной деятельности проф. А. А. Ячевского // Болезни растений, 1923, 1, с. 21–23.
- Г. Б. (аббревиатура). Артур Артурович Ячевский // Садовод, 1913, 4, с. 297–299.
- Гитман Л. С. Некоторые воспоминания об Артуре Артуровиче. В кн.: Труды Всесоюзного научно-исследовательского института защиты растений. Сборник материалов симпозиума, посвященного М. С. Воронину и А. А. Ячевскому. Л., 1964, с. 49–51.
- Гитман Л. С., Горленко М. В. Артур Артурович Ячевский. Материалы к библиографии ученых СССР. Серия биологических наук. Ботаника. Вып. 7. М., «Наука», 1964, 116 с.
- Липский В. И. Императорский Ботанический сад за 200 лет его существования. 1713–1913 Юбилейное издание под главной ред. А. А. Фишера фон-Вальдгейма. С.-Петербург, 1913, с. 284–292.
- Липский В. И. Ячевский Артур Артурович. Там же. 1913, с. 487–492.
- Надсон Г. А. Литературная деятельность сада (Исторический очерк Императорского СПб Ботанического Сада за последнее 25-летие его. 1873–1889). Составлен членами Сада под общей редакцией А. А. Фишера фон-Вальдгейма. С.-Петербург, 1899, с. 275–277.

Новотельнова Н. С., Потлайчук В. И, Берестецкая Л. И. М. К. Хохряков — хранитель традиций лаборатории микологии им. А. А. Ячевского. В кн.: Профессор М. К. Хохряков. 1905-1990. Сборник научных трудов. С.-Петербург, 2000, с. 12–26.

Оршанская В. Н. Воспоминания о Бюро по микологии и фитопатологии и об Артуре Артуровиче Ячевском как о руководителе и человеке. В кн.: Труды Всесоюзного научно-исследовательского института защиты растений. Сборник материалов симпозиума, посвященного М. С. Воронину и А. А. Ячевскому. Л., 1964, с. 45–48.

Хохряков М. К. Памяти А. А. Ячевского // Ботанический журнал, 39, 1954, с. 784–789.

Хохряков М. К. Ячевский Артур Артурович (1863-1932). Словарь-справочник фитопатолога. Л., Колос, 1959, с. 387–389.

Хохряков М. К. К 100-летию со дня рождения профессора А. А. Ячевского. Труды Всесоюзного научно-исследовательского института защиты растений. Сборник материалов симпозиума, посвященного М. С. Воронину и А. А. Ячевскому. Л., 1964, с. 19–27.

Ячевский А. А. От Центральной Фитопатологической станции. Императорский Санкт-Петербургский Ботанический сад, 1902, 4 с.

Ячевский А. А. Обзор деятельности Бюро по микологии и фитопатологии за 10 лет его существования // Сельское хозяйство и лесоводство. СПб, 1917, 154, 5-6, с. 63-93.

Hawksworth D. L., P. M. Kirk, B. C. Sutton and D. N. Pegler Ainsworth and Bisby's Dictionary of the Fungi. Eighth Edition. Cambridge: Printed and bound in the UK at the University Press, 1995, 616 p.

Jones L. R. Arthur Jaczewski. 1863-1932 // Phytopathol., 23, 2, p. 111–116.

ABOUT THE PRIVATE MYCOLOGICAL LABORATORY OF A. A. JACZEWSKI

Berestetskaja L. I.

All-Russian institute of plant protection (VIZR),
St.-Petersburg — Pushkin, Russia, liberestetskaya@mail.ru

In materials of Mycological Herbarium at Jaczewski's Laboratory of Mycology and Phytopathology new interesting historic documents were found. In particular, those are an official blank, postal blanks and envelopes. These documents were described and attributed. Their analysis showed that A. Jaczewski had organized a private mycological laboratory in 1905–1907 before establishing his famous Mycological Bureau.

Key words: A. A. Jaczewski, history of science, mycological herbarium, laboratory.

АРТУР АРТУРОВИЧ ЯЧЕВСКИЙ КАК ОСНОВОПОЛОЖНИК ЛЕСНОЙ ФИТОПАТОЛОГИИ

Варенцова Е. Ю., Минкевич И. И.

Санкт-Петербургский государственный
лесотехнический университет им. С. М. Кирова, Россия

Артур Артурович Ячевский выступил как основатель лесной фитопатологии, издав в 1987 г. учебное пособие для курсов лесничих при Петербургском лесном институте «Паразитные и сапрофитные грибы русских лесных пород». В институте он читал лекции по дисциплине «фитопатология». Специфика направления в лесной фитопатологии состоит в том, что леса являются самовозобновляющимся природным ресурсом

древесного сырья и другой ценной не древесной продукции. Велика их роль как средообразующих и средозащитных факторов, особенно при урбанизации территорий и возрастающего антропогенного воздействия на природу. Прекрасно понимая все это, Артур Артурович не только дал начало изучению болезней лесных пород России, но и окончательно оформил лесную фитопатологию как отдельную дисциплину в стенах

Лесного института, создав кафедру (кабинет) фитопатологии, которой он заведовал до 1924 года. Для осуществления учебной работы на кафедру были переданы инвентарь с кафедры ботаники, микологический гербарий, библиотека специальной литературы и микологические сборы с кафедры лесоводства, коллекция дереворазрушающих грибов Виноградова-Никитина из Брянского опытного лесничества. Сам А. А. Ячевский пополнил кафедру коллекциями, книгами, оптическими приборами. Научной работой на кафедре занимались сотрудники, аспиранты и студенты, в их числе П. Н. Борисов, А. Т. Вакин, С. И. Ваннин, Д. В. Соколов, Ф. А. Соловьев, ставшие в дальнейшем видными фитопатологами. Можно без преувеличения сказать, что кафедра при Артуре Артуровиче служила основным центром, положившим начало лесной фитопатологии в нашей стране. Это направление стало развиваться и в других научных и учебных организациях.

Большое внимание Артур Артурович Ячевский уделял состоянию городских зеленых насаждений. Он писал: «Во многих случаях грибные паразиты являются главнейшей вторичной причиной массовых ветровалов и буреломов». В частности, при его участии было установлено, что в результате урагана и наводнения в Санкт-Петербурге в 1924 году 83% пострадавших деревьев были поражены стволовыми и корневыми гнилями. Эти данные подтверди-

лись нашими наблюдениями после сильных ураганов 28-29 сентября 1975 года и летом 1998 года, когда скорость ветра превышала 25-30 м/с. При этом пострадали деревья в возрасте 60-80 лет и старше, 75% из которых были поражены стволовыми гнилями. Больше всех пород были травмированы древовидные ивы, затем клен остролиственный, дуб черешчатый, липа мелколистная и лиственница.

Предвидение Артура Артуровича, как выдающегося и проницательного ученого, о необходимости изучения болезней лесных пород и зеленых посадок подтвердилось данными фитопатологического обследования состояния лесов России в 2002 году. Так выяснилось, что корневой губкой охвачено 136 тыс. га, раком-серянкой 20 тыс. га, а в Зауралье и Западной Сибири широкое распространение получила бактериальная водянка березы. От снежного шютте в Мурманской области и в Карелии в начале 80-х годов прошлого столетия погибло 3600 га культур сосны, поражено этим заболеванием 16 тыс. га. Эпифитотия голландской болезни ильмовых пород свирепствует в зеленых насаждениях Москвы и Санкт-Петербурга. В европейских государствах болеет каждое 4-е дерево (Unsere Wald, 2002).

Таким образом, и сегодня, спустя 80 лет после смерти ученого и педагога, его идея о необходимости изучения болезней лесных пород является актуальной и продолжается в трудах учеников его учеников.

Литература

Ванин С. И. Лесная фитопатология. Л., Гослесиздат, 1948, 354 с.

Крутов В. И., Минкевич И. И. Грибные болезни древесных пород. Учебное пособие. Петрозаводск, Изд-во Карельского научного центра РАН, 2002, 196 с.

Минкевич И. И., Варенцова Е. Ю. Причины возникновения опасных ситуаций в зеленых насаждениях СПб и его окрестностей и меры их предупреждения. // Безопасность жизнедеятельности, 2013, №3, с. 37-41.

ARTHUR JACZEWSKI AS THE FOUNDER OF FOREST PHYTOPATHOLOGY

Varentsova E. Yu., Minkevich I. I.

St.-Petersburg State Forest Technical University, St.-Petersburg, Russia

Arthur Jaczewski has given a rise to the study of diseases of forest trees in Russia. He founded the Forest plant pathology as the separate discipline within the walls of the Forest Institute, where he created the department of Plant Pathology which he headed until 1924.

Key words: A. A. Jaczewski, forest, history of science, plant pathology.

А. А. ЯЧЕВСКИЙ И РАЗВИТИЕ ЕГО ИДЕЙ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

Дмитриев А. П.

*Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений
Россельхозакадемии (ВИЗР), Санкт-Петербург — Пушкин, Россия, dandrep@mail.ru*

Артур Артурович Ячевского родился 23 января (4 февраля) 1863 года в селе Рыльково Гжатского уезда Смоленской губернии в семье весьма обеспеченного помещика (фото 1). Получил домашнее воспитание в объеме гимназического курса. Основное образование он поехал получать в Швейцарию, где слушал лекции при академии в Лозанне (теперь — университет) и в Бернском университете на естественном факультете. Посещал также лекции в университетах Германии и Франции. Работал за границей под руководством швейцарского ученого Э. Фишера и других видных микологов. С 1889 года посвятил себя исключительно микологии и фитопатологии. Первая печатная работа А. А. Ячевского появилась в 1892 году. До 1895 года он жил в Швейцарии, затем возвратился в Россию, переехал в Санкт-Петербург, где проработал до конца жизни. С 1896 года начал работать в Санкт-Петербургском ботаническом саду, и в 1897 году создал фитопатологическую лабораторию. Через 10 лет он становится руководителем Бюро по микологии и фитопатологии Ученого комитета Главного управления землеустройства и земледелия Министерства земледелия и создает Лабораторию микологии и фитопатологии. В 1923 году А. А. Ячевского избирают членом-корреспондентом Академии наук. В 1924 г., в связи с 35-летним юбилеем его научной деятельности, Бюро по микологии и фитопатологии было преобразовано в Лабораторию по микологии и фитопатологии им. профессора А. А. Ячевского.

В 1929 году, когда Лаборатория становится составной частью созданного тогда же Всесоюзного института защиты растений, он передает руководство лабораторией Н. А. Наумову, оставаясь консультантом многих учреждений, связанных с сельским хозяйством. Через три года 12 февраля 1932 года в возрасте 69 лет А. А. Ячевский скончался.

Что же заставляет нас через 150 лет после рождения и через 80 после его смерти возвращаться к его личности и считать его основоположником отечественной фитопатологии. За четверть века до него родился и работал такой крупный отечественный ученый как Михаил Степанович Воронин, много сделавший в области микологии и фитопатологии. М. С. Воронин не только родился в весьма обеспеченной семье, но



Фото 1. Дом Ячевских в селе Рыльково Гжатского уезда Смоленской губернии.

и сам был крупным предпринимателем. Рискну предположить, что занятия наукой были для него своеобразным отдыхом, тогда как А. А. Ячевский полностью отдавался научным занятиям со всей присущей ему энергией. По воспоминаниям М. А. Целле, А. А. Ячевский, квартира которого была на Английском проспекте, там же где и лаборатория, начинал работать очень рано, уже работал, когда приходили сотрудники, и оставался в лаборатории до 10-11 часов вечера. Свои работы А. А. Ячевский печатал на машинке сам и практически без правки. Работа без правки говорит о точности и ясности мысли и глубокой мысленной проработке публикаций. Именно эти качества позволили ему заложить и развить практически все современные направления сельскохозяйственной микологии и фитопатологии. Многие из них традиционно продолжают развиваться в созданной им лаборатории и в ВИЗРе.

Первые печатные работы А. А. Ячевского представляли списки швейцарских и алжирских видов грибов. Материалы по систематике отдельных групп регулярно публиковались во французских журналах. За эти работы он был награжден Швейцарским обществом испытателей природы двумя премиями Шлефли и серебряной медалью.

В 1893 г. в журнале «Bulletin de la Societe mycologique de France» был опубликован первый каталог 177 видов смоленских грибов и миксомицетов. Это небольшой гербарий, который А. А. Ячевский в дальнейшем передал в фонды ла-

боратории, стал основой одного из крупнейших микологических и фитопатологических гербариев России и мира. В настоящее время он хранится в ВИЗР, в Лаборатории микологии и фитопатологии и насчитывает более 150 000 образцов. Пополнение гербария продолжается постоянно. География обследований широка — от Мурманской, Архангельской и Вологодской губерний на севере до Бессарабии, Кавказа и Закаспийской области на юге, от бывших губерний Прибалтики (Эстляндской, Лифляндской, Курляндской) и отдельных областей Белоруссии на западе до Камчатки и Южно-Уссурийского края на востоке. Одновременно сотрудники Бюро устанавливали связи с зарубежными коллегами, налаживали обмен гербарным материалом, приобретали экзикаты, и к 1917 г. количество образцов в гербарии достигло 100 тыс. Ценными являются образцы грибов, собранные известным путешественником Г. Н. Потаниным в Монголии в 1884 и 1886 гг. и в 1885 году в Китае. К раритетам гербария относится коллекция образцов вида *Fusarium gosseum* Link, собранных Н. А. Пальчевским в Южно-Уссурийском крае в 1887-1888 гг., грибные коллекции берлинской и тюрингской флоры немецкого микофлориста Е. Якобаша, собранные в конце 19-го начале 20-го веков. В годы войны гербарий лаборатории остался в блокадном Ленинграде. Его упаковали и перенесли в подвалы Всесоюзного института растениеводства. Опекали гербарий в 1941 г. проф. М. К. Хохряков и Л. С. Гутнер, а с лета 1942 г. проф. С. М. Тупеневич. После возвращения ВИЗР из эвакуации гербарий был перенесен на прежнее место и стал пополняться новыми микологическими сборами.

В послевоенные годы особый вклад в пополнение гербария внесли ученики А. А. Ячевского и Н. А. Наумова — М. К. Хохряков, В. И. Потлайчук, Н. С. Новотельнова, Д. Л. Тверской, И. С. Брежнев, И. Н. Абрамов и другие.

Значительное количество гербарных образцов собрано на территории бывшего Советского Союза, во многих странах Западной Европы, Азии, Северной Америке, а также в ряде стран Африки, Австралии, Центральной и Латинской Америки, на островах Тихого и Индийского океанов.

Гербарий широко используется отечественными и зарубежными учеными при подготовке ряда книг, учебных и методических пособий. Примером могут служить монографии по грибам рода *Fusarium* (Райлло, 1950), по паразитным несовершенным грибам (Васильевский, Каракулин, 1950), по грибам рода *Septoria* в СССР (Тетерникова-Бабаян, 1987), определитель болезней сельскохозяйственных культур (Хохряков и др., 1956, 2003). Некоторые зарубежные ученые использо-

вали гербарий при подготовке фундаментальных трудов по мучнисторосяным грибам (Braun, 1995), по грибам рода *Didymosphaeria* (Arptroot, 1995). Гербарий является постоянно востребованным объектом исследований. Ежегодно фиксируются десятки обращений к фондам гербария из различных учреждений России и зарубежных стран. Гербарий является подспорьем при подготовке диссертационных работ по вопросам систематики и биологии грибов. Его материалы используются для обучения студентов и аспирантов, для популяризации научных и практических знаний по микологии и фитопатологии среди специалистов сельского хозяйства. В настоящее время начата работа по составлению электронного каталога гербария, что позволит облегчить и упростить работу с фондами.

Крупное последнее пополнение гербария составляют около 2000 образцов грибов-паразитов сорных растений, собранных сотрудниками лаборатории в вегетационные сезоны 1993-2011 гг. на территории Европейской части России и в Сибири. Эта часть гербария включает в себя более 420 видов микромицетов, зарегистрированных на (приблизительно) 270 видах питающих растений. Эта работа представляет собой дальнейшее развитие микофлористических исследований, необходимых на современном этапе. Изучение микобиоты сорных растений проведено в рамках нового направления — создания микогербицидов. Поэтому особое внимание было обращено на изучение грибов, поражающих многолетние сорные растения (вьюнок, бодяк и осот), наркосодержащие растения (мак и конопля) и борщевик. В ходе этих исследований выявлена микобиота перечисленных видов, выделены и отобраны штаммы с повышенной агрессивностью, получен ряд патентов на такие штаммы.

Ведется активное изучение биологии наиболее агрессивных видов, отрабатываются приемы получения препаративных форм, пригодных для использования в полевых условиях. Естественным следствием этой работы является переход к анализу не только самих грибов, как возможных агентов биогербицидов, но и изучение структуры продуцируемых грибами токсинов и других веществ с той или иной биологической активностью. Наличие оборудования центра коллективного пользования ВИЗР, создает возможности проведения скрининга экстрактов и метаболитов грибов на желаемую активность путем использования разработанных в ВИЗР тест-систем *in vitro* и *in vivo*. Выявлены новые микотоксины фитопатогенных грибов, пригодные для использования в качестве биогербицидов и определена их химическая структура. На этой основе ведется разработка полифазного направления в систематике

экономически важных видов фитопатогенных грибов.

Тесно связано с этими работами создание и поддержание коллекции живых культур фитопатогенных грибов, которая в настоящее время насчитывает около 6000 штаммов. Эта коллекция также лежит в русле наследия А. А. Ячевского. Как вспоминает В. Н. Оршанская, Артур Артурович гордился приоритетом лаборатории, освоившей методику выделения грибов в чистую культуру. Именно при нем была заложена первая коллекция грибов рода *Fusarium*. Возобновленная в 1993 году М. М. Левитиным и Н. П. Шипиловой коллекция, в настоящее время насчитывает около 1500 культур различных видов. Гербарий, совмещенный с коллекцией живых культур, представляет уникальную систему, служащую как для работ по систематике грибов, так и изучения их полезных свойств.

Создание гербария явилось первым шагом в работе по инвентаризации и осмыслению видового состава возбудителей болезней растений, и, в первую очередь, сельскохозяйственных растений. Следующим этапом явилось то, что теперь мы называем мониторингом болезней. Еще при создании в 1894 г. Бюро по прикладной ботанике, в его задачу входило исследование болезней растений и изыскание мер для их истребления. Поначалу дело ограничивалось лишь ответами на случайные запросы, зачастую по иностранным литературным данным. В 1896 г. фитопатологическая лаборатория при Ботаническом саде, возглавляемая А. А. Ячевским, начала повсеместное фитопатологическое обследование территории России и создание на местах кадров корреспондентов. В 1902 году создан первый печатный орган по фитопатологии «Листок для борьбы с болезнями растений и повреждениями культурных и дикорастущих полезных растений», который существовал до 1904 года. С 1903 года начал издаваться «Ежегодник сведений ...», который регулярно выходил до 1912 г., а последний выпуск опубликован в 1917 г. Эти ежегодники представляли сводку всех литературных данных текущего года по микологии и фитопатологии. В них приведены материалы о распространении болезней растений, указаны приблизительные потери урожая и сведения об устойчивых сортах. В 1907 году из состава Бюро по прикладной ботанике было выделено самостоятельное Бюро по микологии и фитопатологии, что позволило А. А. Ячевскому вести упомянутую работу не только на научном, но уже и на государственном уровне. В Советском Союзе были учтены уроки создания государственной службы слежения за развитием болезней (а также других вредных организмов), и эти наблюдения проводили в системе станций

защиты растений, деятельность которых охватывала всю территорию сельскохозяйственного производства. Использовались также данные научно-исследовательских и учебных учреждений. Методическим и аналитическим центром этой работы являлся ВИЗР, учеными которого регулярно выпускались сборники под названием «Распространение болезней сельскохозяйственных культур в СССР». С сожалением следует отметить, что после многих реформ последних лет, сложившейся системе нанесен существенный ущерб. В настоящее время подобные обзоры публикует Россельхозцентр, но их качество оставляет желать лучшего. До недавнего времени сотрудники лаборатории еще продолжали мониторинг болезней зерновых на Северо-западе России. В частности удалось показать (Левитин М. М., Ишкова Т. И., Гульяева Е. И.) снижение доли ржавчинных болезней и возрастание вредности различных листовых пятнистостей на зерновых культурах в Северо-западном регионе. В ограниченном масштабе продолжается мониторинг болезней рапса, как перспективной масличной культуры. Накоплены многолетние данные, свидетельствующие, что в настоящее время фитосанитарная ситуация на этой культуре в регионе удовлетворительная. Регулярно ведется мониторинг развития токсигенных грибов *Fusarium* и *Alternaria* — ежегодно на Северо-западе России, а также систематически в различных регионах России. Показаны существенные различия видового состава, как в географическом аспекте, так и на различных видах-хозяевах даже в одном географическом регионе.

Сотрудники лаборатории в рамках работ по созданию Агроатласа по гранту МНТЦ, приняли основное участие в составлении карт распространения и вредности болезней сельскохозяйственных культур на территории России и сопредельных стран.

Кроме обзоров распространения болезней А. А. Ячевским созданы монографии, описывающие комплексы болезней на отдельных культурах, таких как виноград или хлопчатник. Созданы многочисленные определители и методические пособия, необходимые как в микологических исследованиях, так и в практической работе по защите растений. Эта работа активно продолжается сотрудниками лаборатории и в настоящее время, поскольку потребности в справочной литературе по диагностике болезней и мерам борьбы с ними всегда сохраняется на высоком уровне. Изданы брошюры и книги по болезням зерновых культур, рапса, переиздан с дополнениями и изменениями (Т. М. Хохрякова, М. М. Левитин) определитель болезней созданный проф. М. К. Хохряковым; проф. В. В. Котова при поддержке многих сотруд-

ников нашей и других лабораторий создала всеобъемлющий справочник по диагностике и мерам борьбы с болезнями основных культурных растений.

Таким образом, микофлористическая и инвентаризационная деятельность в лаборатории А. А. Ячевского естественным образом перетекала в деятельность образовательную, осуществляемую не только путем соответствующих публикаций, но и в непосредственном контакте со слушателями и студентами. Еще в ботаническом саду А. А. Ячевский организует курсы инструкторов-фитопатологов и затем продолжает эту деятельность в бюро и лаборатории. Судя по воспоминаниям М. А. Целле, лаборатория на Английском проспекте (фото 2) была очень тесная и специалисты, приезжающие на стажировку сидели по 2–3 человека за одним столом. При этом и сам Артур Артурович и его сотрудники были очень приветливы и просили стажеров оставаться или приезжать еще. В предреволюционные годы А. А. Ячевский организует и возглавляет кафедру микологии и фитопатологии на Стебутовских курсах. Вершиной образовательной деятельности является должность декана фитопатологического факультета в знаменитом ИЗИФ'е (Институт прикладной зоологии и фитопатологии), в создании которого он принял активное участие. Уже в 1913 году он также поднял вопрос о создании кафедр фитопатологии при высших сельскохозяйственных учебных заведениях. Такие кафедры были созданы и функционировали в советское время, однако, через столет этот вопрос опять становится актуальным в связи с последними реформами и ликвидацией, как факультетов защиты растений, так и кафедр фитопатологии.

Образовательная деятельность сотрудников лаборатории продолжается и в настоящее время. Под руководством академика М. М. Левитина в ВИЗР совместно с Аграрным университетом и Технологическим институтом (университетом) создан научно-образовательный центр, в работе которого сотрудники лаборатории принимают активное участие. С 2000 года в лаборатории введена практика проведения Всероссийских школ по традиционной диагностике болезней. Проведено 5 таких школ, в которых приняли участие более ста сотрудников научно-исследовательских и учебных учреждений в области сельского хозяй-



Фото 2. Здания на Английском проспекте (слева) и Конногвардейском бульваре (дворец Кочубея) в которых последовательно размещалась лаборатория А. А. Ячевского.

ства, а также работники системы Россельхозцентра. Последняя шестая школа проведена весной этого года на основе новой концепции, в которой основной упор сделан на наиболее современные методы диагностики возбудителей с помощью молекулярных методов. Кроме того, Т. Ю. Гагкаевой проведено около 10 авторских школ по диагностике грибов рода *Fusarium*. В лаборатории, также как и во времена А. А. Ячевского, проходят стажировки молодые исследователи из различных учреждений России, Белоруссии, Украины, Азербайджана.

Другое крупное направление в фитопатологии успешно начатое А. А. Ячевским — фитоиммунология. Выступая на первом съезде деятелей по селекции сельскохозяйственных растений в 1911 г. в Харькове А. А. Ячевский отмечал, что развитие работ в области иммунитета представляет собой новое направление в фитопатологии. В этом докладе впервые было продемонстрировано практическое значение устойчивых сортов в борьбе с болезнями растений. На основании личных наблюдений о поражаемости сортов и широкого сбора сведений от сети опытных учреждений сделан первый перечень устойчивых сортов различных главнейших культур. Изложена программа и теоретические предпосылки развития работ по иммунитету. Здесь хотелось бы отметить, что А. А. Ячевский оказал существенное влияние на молодого Н. И. Вавилова. В биографии последнего обычно сообщается, что в 1911 году после окончания Петровско-Разумовской академии он был оставлен для подготовки к профессорскому званию на кафедре частного земледелия, начал работу по иммунитету растений и затем был направлен на стажировку в Бюро по растениеводству. Однако полноценную стажировку молодой Н. И. Вавилов в 1911–1912 годах проходит и в Бюро по микологии и фитопатологии у А. А. Ячевского. По окончании стажировки в столице Николай Иванович продолжает повы-

шение квалификации за границей, а по возвращении в Москву в 1915 г. приступает к магистерской диссертации, сдает экзамены, но диссертации не защищает. Только в 1918 году Вавилов подготовил в качестве магистерской диссертации монографию «Иммунитет растений к инфекционным заболеваниям». Это выдающаяся работа, которая и до сих пор не потеряла своего значения по уровню анализа явлений иммунитета и понимания общебиологических его закономерностей. Однако вряд ли совпадение дат — доклад А. А. Ячевского 1911 года и начало работ Н. И. Вавилова по иммунитету можно считать случайным. Не будет неоправданным предположить, что именно идеи А. А. Ячевского оказали существенное влияние на молодого Вавилова и дали ему толчок для осмысления явлений фитоиммунитета. Идея гомологических рядов также была подсказана Н. И. Вавилону А. А. Ячевским. Существенным вкладом А. А. Ячевского в судьбу Н. И. Вавилова явилась рекомендация последнего в 1921 г. на должность руководителя Бюро по растениеводству. Именно на этой должности раскроются научные и организационные таланты Н. И. Вавилова, что приведет к созданию Коллекции культурных растений, Института растениеводства, Академии сельскохозяйственных наук. Вышесказанное, конечно, не преуменьшает роль Н. И. Вавилова. Его гений проявился бы на любой работе и на любой должности. Просто без А. А. Ячевского мы, может быть, знали бы совсем другого Вавилова. Кроме того, все это демонстрирует тесные связи ученых различных направлений и прекрасные результаты их взаимодействия, а также позволяет именно А. А. Ячевского считать основоположником фитоиммунитета в России (фото 3). В развитие этого направления как в ВИЗР, так и в ВИР много лет успешно работают крупные отделы иммунитета. В 60–70-е годы лаборатории иммунитета были созданы и во всех крупных селекционных центрах СССР. Правда, в настоящее время они практически не существуют. Естественно ведутся работы по иммунитету и в нашей лаборатории. Многолетние исследования кукурузы позволили В. Г. Иващенко издать методические руководства и каталог устойчивых форм. Проведено изучение генетики устойчивости ржи к бурой ржавчине, определены и картированы гены устойчивости, изучен состав популяций гриба и показана его высокая полиморфность по вирулентности (А. П. Дмитриев, О. А. Баранова, О. Е. Пашкова).

Большая работа (Т. Ю. Гагкаева, О. П. Гаврилова) проведена по изучению устойчивости хлебных злаков к фузариозу зерна. Адаптированы методы комплексной оценки устойчивости используя три параметра оценки: зараженность грибами, количество ДНК грибов и контамина-

ция зерна микотоксинами. Скрининг коллекции пшеницы, ячменя и овса из коллекции ВИР позволил выявить относительно устойчивые к болезни образцы. Впервые проведено изучение коллекции овса на устойчивость к поражению метелки и зерна. В результате совместно с ВИР опубликован каталог, где приведена комплексная характеристика устойчивости овса к фузариозу.

В связи с изучением видового состава грибов рода *Alternaria* невозможно было не обратиться к изучению устойчивости растений к заболеваниям, вызываемых данным возбудителем. В результате изданы методические пособия по изучению устойчивости крестоцветных и пасленовых культур к альтернариозам и идентификации видов-возбудителей (Ф. Б. Ганнибал, А. С. Орина, Е. Л. Гасич).

Комплексные работы по изучению патосистемы пшеница — бурая ржавчина ведутся в лаборатории группой под руководством Е. И. Гультовой.

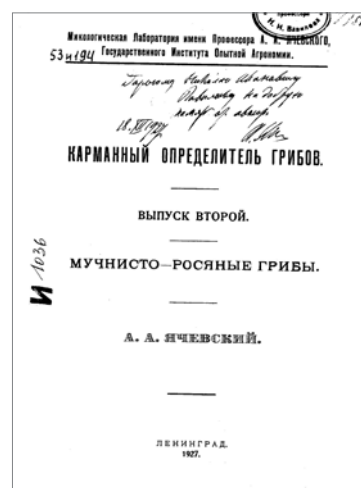


Фото 3. Подпись на книге: *Моему дорогому Николаю Ивановичу Вавилону на добрую память. А. Ячевский. 18. 12. 1921.*

Эти исследования включают изучение устойчивости современных сортов пшеницы к бурой ржавчине, и идентификацию у них генов устойчивости, анализ популяций гриба *Puccinia triticina*, полученных из различных регионов России и выявление высокоэффективных *Lr*-генов. Работа ведется на самом высоком методическом уровне с использованием и совершенствованием молекулярных методов тестирования, как генов устойчивости, так и разнообразия гриба. В российских и зарубежных изданиях опубликован ряд работ на эту тему, издано два методических руководства.

Пристальное внимание А. А. Ячевский уделял вопросам видообразования и филогении грибов. Это одна из самых сложных проблем биологии, в которую сам А. А. Ячевский и его ученики, а впоследствии и руководители лаборатории Н. А. Наумов и М. К. Хохряков внесли существенный вклад. Сам А. А. Ячевский выявил и определил значительное количество новых видов. Бесспорно, А. А. Ячевский стоял на дарвиновских позициях. При этом надо отметить, что

в начале прошлого века дарвинизм был достаточно молодой теорией (примерно ровесницей самого А. А. Ячевского). Эту теорию надо было еще защищать как от антиэволюционистов (можно вспомнить многочисленные издания книги К. А. Тимирязева «Чарльз Дарвин и его учение»), так и от нарождающейся генетики, по первому впечатлению противоречащей дарвинизму. Об этих очевидных истинах не следовало бы говорить, если бы не нарастание обскурантизма и антиэволюционизма в современном российском обществе. Основной довод антидарвинистов сводится к тому, что никто не наблюдал образования новых видов в природе. Несмотря на то, что это просто невежественная ложь даже касательно высокоорганизованных организмов, как например, насекомые, накопление фактического материала на эту тему представляется актуальным. В этом смысле проведенное А. С. Ориной исследование специализации видов *Alternaria* на картофеле и томатах может рассматриваться как начинающийся процесс видовой дивергенции. Осмысление подобных данных не только в фитопатологическом смысле, но и в общеэволюционном могло бы быть весьма полезным.

Сотрудники лаборатории продолжают таксономическое изучение таких сложных групп грибов как роды *Fusarium* и *Alternaria*. Вот что писал А. А. Ячевский относительно систематики рода *Fusarium* в 1913 году: «... показано, что определение видов этого рода (*Fusarium*) не может быть основано только на изучении культуральных особенностей и что виды, определенные предшествующими авторами, являются в конечном итоге всего лишь искусственными группами, включающими некоторое количество типов, зачастую весьма гетерогенных». (*Bulletin de la Societe mycologique de France*, 1913, v. 28, N 4). Уже в наше время, после исследований этого рода отечественными и зарубежными учеными, сотрудник лаборатории Т. Ю. Гагкаева (2011) пишет: «Как показывает вся двухсотлетняя история классификации грибов рода *Fusarium*, морфологическая концепция вида — категория абстрактная, в значительной мере зависящая от воззрений систематики. Биологическая, а в особенности филогенетическая концепция вида, по сравнению с традиционной морфологической концепцией, приводят к значительному дроблению видов. Но происходящая структуризация видов имеет свою положительную сторону, выявляя дополнительный спектр отличий, который может быть использован для понимания свойств организма.»

В свое время, отдавая должное морфологическому критерию вида, А. А. Ячевский подчеркивал, что при определении вида необходимо учитывать всю совокупность признаков с приме-

нением онтогенетического подхода. На этой основе, с привлечением новых современных методов анализа, таких как определение состава и количества токсинов, агрессивность, молекулярные маркеры, удается строить достаточно удовлетворительную классификацию. Выявлены новые для науки виды: *Alternaria silybi* Gannibal, 2010; *A. simmonsii* Gannibal, 2010; *Fusarium ussurianum* Aoki, Gagkaeva, Yli-Mattila, Kistler, O'Donnell, 2009; *F. sibiricum* Gagkaeva, Burkin, Kononenko, Gavrilo, O'Donnell, Aoki et Yli-Mattila, 2011. Впервые на территории России выявлены виды грибов: *A. cucumerina* (Ellis & Everh.) J. A. Elliott; *A. avenicola* E. G. Simmons, Kosiak et Kwa na; *A. arborescens* E. G. Simmons; *A. tomatophila* E. G. Simmons; *F. cerealis* (Cooke) Sacc.; *F. torulosum* (Berk. and M. A. Curtis) Nirenberg; *F. nygamai* L. W. Burgess & Trimboli; *F. vorosii* B. T. th, Varga, Starkey, O'Donnell, H. Suga & T. Aoki.

Следует вспомнить и другие направления основателем которых был А. А. Ячевский, хотя по этим направлениям лаборатория в настоящее время исследований не проводит. А. А. Ячевский не обошел своим вниманием такие области фитопатологии, как хранение сельскохозяйственной продукции, химизация защиты растений, бактериология, вирусология, карантин. Он был представителем России на Первой международной конференции по карантину и защите растений в Риме в 1914 г. и принимал активное участие в разработке основных положений Международной конвенции по карантину и защите растений. Организованные им работы по карантину первоначально касались рака картофеля. В 1924 г. организован карантинный участок по картофелю — предварительный осмотр на наличие рака получаемого ВИР коллекционного материала, а затем его посадка на участке ВИР в Калитино. А. А. Холмквист рассказывает, что в 1928 г. при уборке южноамериканской коллекции картофеля были выявлены клубни, подозрительные по раку. Их отвезли в лабораторию А. А. Ячевского, который обещал дать ответ на следующий день. Однако на следующий день с самого раннего утра на поле прибыла бригада фитопатологов во главе с А. А. Ячевским и приняла меры по локализации поражения и недопущению распространения болезни. Тогда же вместе с С. М. Букасовым были разработаны меры, исключаящие занос и распространение болезни в СССР и поставлен вопрос о создании специальной инспекции по карантину. Изучение рака картофеля в настоящее время продолжается в институте в лаборатории иммунитета растений к болезням, а карантин растений является государственной задачей.

Сведения о бактериозах в России впервые стали появляться в «Ежегодниках сведений о болез-

нях и повреждениях культурных и дикорастущих полезных растений». А. А. Ячевскому принадлежат первые статьи о бактериозах злаков, табака, хлопчатника и монография «Бактериозы растений», изданная в 1935 году, уже после его смерти. В последние годы ВИЗР регулярно издает методические брошюры по бактериозам различных культур.

В 1925 году в результате обследования посадок картофеля в северной и центральной полосе России А. А. Ячевским была издана монография «Болезни вырождения растения», которая явилась первым систематическим изучением вирусных болезней. Далее он также внес вклад в изучение вирусных болезней и других культур. В ВИЗР долгое время успешно функционировала созданная проф. Ю. И. Власовым лаборатория вирусологии, которая, к сожалению, в настоящее время распалась на фоне общего обнищания науки.

То же, к сожалению, приходится сказать и о существовавшей в ВИЗР лаборатории хранения. Когда в 1929 г в крупных городах стали создавать продовольственные резервы картофеля, овощей и плодов в больших масштабах, встал вопрос об организации системы хранения и предотвращении порчи продуктов, поскольку впервые в истории на ограниченных площадях концентрировались громадные количества продукции. Для этого в Ленинграде создается специальный штаб, руководителем которого фактически стал А. А. Ячевский. Были разработаны проекты организации хранилищ и обоснована необходимость тарной перевозки картофеля для предотвращения механических повреждений. Велась подготовка специальных кадров.

Гораздо лучше обстоит дело с работами по химической защите растений от болезней. В ВИЗР под руководством академика В. И. Долженко успешно функционирует Центр биологической регламентации использования пестицидов, который, кроме исследовательской работы, также обеспечивает работу по государственной регистрации пестицидов, в том числе фунгицидов химической и биологической природы. Конечно, в начале прошлого века эта работа не была такой масштабной, однако испытание различных противогрибковых составов составляло предмет работ Бюро по микологии и фитопатологии. Там проводили испытания как новых, так и ранее известных составов. А. А. Ячевским были разработаны и сформулированы требования, которым должен был удовлетворять фунгицид: «действие препарата должно быть верное и по возможности быстрое; они должны быть безвредными для растений и безопасными для человека и теплокровных животных; приготовление составов не должно вызывать затруднений в практике; стоимость

их должна быть минимальной; составы должны обладать достаточной прилипаемостью и оставлять на растениях явные следы опрыскивания». Думаю, что под этими требованиями и сегодня подпишется любой фитопатолог. Рассматривались А. А. Ячевским вопросы замены медьсодержащих препаратов полисульфидами, замены жидких составов сухими порошкообразными протравителями, которые было проще применять. Отмечена необходимость создания календаря опрыскиваний — «установление времени лечения имеет громадное практическое значение и должно быть строго сообразовано с природой и физиологическими особенностями того паразита, против которого он применяется. Устанавливать точные сроки лечения в виде общей формулы для всех растений всех местностей и годов совершенно немыслимо». А. А. Ячевский выявил и обратил внимание на мутагенную активность некоторых, в том числе медьсодержащих препаратов, и на случаи резистентности.

Описав научную деятельность А. А. Ячевского, нельзя не остановиться на его личных качествах, преданности науке, увлеченностью решением исследовательских задач. Последний из упомянутых выше Ежегодников сведений о болезнях выходит из печати в 1917 году в сложной для России внешне- и внутривнутриполитической ситуации. Тем не менее, А. А. Ячевский в предисловии к нему сосредотачивается на новых научных задачах и пишет: «Общий план этого выпуска остался как и в прежних Ежегодниках, но по полученным данным оказалось необходимым установить еще три отдела, а именно включить сведения о повреждении растений газами и дымом, о повреждении древесины и деревянных построек, наконец о грибных паразитах насекомых, как о вопросах, представляющих и с практической точки зрения большой интерес». Последняя тематика не забыта — в ВИЗР успешно создан грибной препарат для борьбы с саранчой. Последующие за тем революционные события вряд ли могли вызвать энтузиазм А. А. Ячевского, который был настолько обеспеченным человеком, что мог за свой счет снимать помещения для лаборатории и содержать ее штат. Тем не менее, продолжение научной работы остается для него приоритетным. Л. С. Гитман вспоминает, что в 1923 г. в лабораторию приехала фитопатолог из Харькова Б. А. Волошина. «Наслышавшись ... о Ячевском, она сочла необходимым предупредить, что она жена коммуниста и не хочет этого скрывать, чтобы не вводить его в заблуждение. Он прервал этот разговор и заявил, что «двери моей лаборатории открыты для всех, кто хочет работать независимо от его веры или политических убеждений». А. А. Ячевский сумел создать простые человеческие отношения



Фото 4. Лаборатория проф. А. А. Ячевского на бульваре Профсоюзов, дом 7 (1930 г.)

1-й ряд: Т. И. Федотова, Л. С. Гутнер, А. И. Соловьева, О. Б. Натальина, М. Ф. Кулик, О. П. Исаева, А. И. Райлло, К. А. Бенуа;

2-й ряд: Н. А. Наумов, В. С. Бахтин, Г. Н. Дорогин, А. А. Ячевский, Е. В. Ячевская, Е. В. Свирчевская, В. Зенкевич;

3-й ряд: Л. Ф. Русаков, М. А. Омельченко (Владимирская), Е. П. Будрина, А. А. Шитикова, А. И. Париевская, М. А. Целле, О. Н. Казина, Э. Э. Гешеле, С. И. Ванин;

4-й ряд: Т. А. Граменицкая, К. В. Нестерова, М. Л. Пушкина, О. Д. Розова, П. А. Ячевский, Ф. Г. Вологодина, В. Ф. Рашевская;

5-й ряд: Вольфсон, __?, В. И. Киреева, А. А. Бабаян, М. П. Антакольская, Н. Э. Шмеллинг, В. С. Зеленецкий, Д. Л. Тверской.

между пролетарским студенчеством и профессором-аристократом, что в те годы не было обычным явлением.

Позже по результатам коллективизации, издержек которой трудно было не заметить, он тем не менее отмечает, что с научной и практической точек зрения «Выработанные меры борьбы с болезнями культурных растений естественно не могли быть полностью применимы в условиях единоличных, мелких раздробленных хозяйств, в условиях черезполосицы. Смешно было бы думать, что можно побороть ... головню в условиях единоличных хозяйств. Здесь совершенно невозможно засеять большой массив селекционными семенами».

Вышеизложенное позволяет показать роль А. А. Ячевского для отечественной микологии и фитопатологии. Конечно, в конце позапрошлого века довольно легко было быть первым во многих направлениях, поскольку зачастую эти направления просто отсутствовали как в отечественной, так и в мировой науке. Однако значимость А. А. Ячевского не только, а может

быть и не столько в этом. Ему удалось не только заложить основные направления исследований, но и подготовить кадры для продолжения всех исследований (фото 4). Достаточно вспомнить, что в момент образования бюро по микологии и фитопатологии в нем работало 2 человека, через 5 лет в лаборатории было уже 20 сотрудников, а в 1929 г., при вхождении лаборатории в ВИЗР, на ее основе был создан отдел фитопатологии, состоящий из 14 отделений.

Сегодня сама лаборатория насчитывает 15 постоянных сотрудников, не считая аспирантов и практикантов (фото 5). К наследию А. А. Ячевского можно отнести и исследования, проводимые в ряде других лабораторий. Именно сохранение и развитие наследия А. А. Ячевского позволяет считать его выдающимся ученым и с уважением и признательностью вспоминать его сегодня, через 150 лет после рождения.

Для составления данной публикации были использованы сведения предоставленные автору академиком М. М. Левитиным, ст. н. с. Л. И. Берестецкой и рядом других лиц, которым автор

выражает искреннюю благодарность. Кроме того, использованы воспоминания о А. А. Ячевском, опубликованные в 1964 году в издании Трудов

ВИЗР (вып. 23), посвященного 125-летию со дня рождения М. С. Воронина и 100-летию А. А. Ячевского.



Фото 5. Сотрудники и ветераны лаборатории микологии и фитопатологии ВИЗР, 2013 год.

Основные публикации сотрудников Лаборатории микологии и фитопатологии им. А. А. Ячевского Всероссийского института защиты растений в XXI веке.

- Andolfi A., Cimmino A., Vurro M., Berestetskiy A., Troise C., Zonno M. C., Motta A., Evidente A. Agropyrenol and agropyrenal, phytotoxins from *Ascochyta agropyrina* var. *nana*, a fungal pathogen of *Elytrigia repens* // *Phytochemistry*, 2012, 79, p. 102–108.
- Berestetskiy A., Dmitriev A., Mitina G., Lisker I., Andolfi A., Evidente A. Nonenolides and cytochalasins with phytotoxic activity against *Cirsium arvense* and *Sonchus arvensis*: A structure-activity relationships study // *Phytochemistry*, 2008, 69, p. 953–960.
- Bury M., Punzo B., Berestetskiy A., Lallemand B., Dubois J., Lefranc F., Mathieu V., Andolfi A., Kiss R., Evidente A. Evaluation of the anticancer activities of two fungal polycyclic ethanones, alternethanoxins A and B, and two of their derivatives // *International J. Oncology* 2011, 38, p. 227–232.
- Evidente A., Cimmino A., Berestetskiy A., Mitina G., Andolfi A., Motta A. Stagonolides B-F, nonenolides produced by *Stagonospora cirsii*, a potential mycoherbicide of *Cirsium arvense* // *J. Nat. Prod.* 2008, 71, p. 31–34.
- Evidente A., Punzo B., Andolfi A., Berestetskiy A., Motta A. // Alternethanoxins A-B, polycyclic ethanones produced by *Alternaria sonchi*, a potential mycoherbicide for *Sonchus arvensis* biocontrol // *J. Agric. Food Chem.*, 2009, 57/15, p. 6656–6660.
- Gagkaeva T. Yu., Gavrilova O. P., Yli-Mattila T., Loskutov I. G. Sources of resistance to *Fusarium* head blight in VIR oat collection // *Euphytica*, 2013, 191/ 3, p. 355–364.
- Gagkaeva T. Yu. Phytopathogenic fungus *Fusarium cerealis* in Russia // *Microbiology*, 2010, 79/4, p. 553–560.
- Gagkaeva T., Gavrilova O., Yli-Mattila T., Loskutov I. Evaluation of oat germplasm for resistance to *Fusarium* Head Blight // *Plant Breeding and Seed Science*, 2011, 64, p. 15–22.
- Gagkaeva T., Levitin M., Yli-Mattila T. Vegetative compatibility and incompatibility of nitrate nonutilizing mutants in *Fusarium avenaceum* // *J. Appl. Genet.*, 2002, 43A, p. 45–54.
- Gagkaeva T. Y., Yli-Mattila T. Genetic diversity of *Fusarium graminearum* in Europe and Asia // *European J. of Plant Pathology*, 2004, 110/ 5, p. 551–562.
- Gannibal Ph. B. First report of *Stemphylium lycopersici* from Far East Russia: new record and new host // *Mycotaxon*, 2012, 121, p. 371–374.
- Gannibal Ph. B. Taxonomic studies of *Alternaria* from Russia: new species on Asteraceae // *Mycotaxon*, 2010, 114, p. 109–114.
- Gannibal Ph. B., Klemsdal S. S., Levitin M. M. AFLP analysis of Russian *Alternaria tenuissima* populations from wheat kernels and other hosts // *European J. of Plant Pathology*, 2007, 119/2, p. 175–182.
- Gannibal P. B., Kazartsev I. A. Development of a PCR assay for amplification of mating-type loci of *Alternaria* spP. and related fungi // *Czech Mycology*, 2013, 65/1, p. 69–78.
- Gannibal Ph. B., Yli-Mattila T. Cultural and molecular differentiation of small-spored *Alternaria* species associated

- with Poaceae // *Микология и фитопатология*, 2005, 39/ 4, с. 13–23.
- Gulyaeva E. I., Dmitriev A. P., Kosman E. Regional diversity of Russian populations of *Puccinia triticina* in 2007 // *Canadian J. Plant Pathology*, 2012, 34/2, p. 213–224.
- Lind V., Gulyaeva E. Virulence of *Puccinia triticina* on winter wheat in Germany and the European regions of Russian Federation // *J. Phytopathology*, 2007, 155/1, p. 13–21.
- Yli-Mattila T., Gagkaeva T. Molecular chemotyping of *Fusarium graminearum*, *F. culmorum*, and *F. cerealis* isolates from Finland and Russia. In book: *Molecular Identification of Fungi*. Ed. by Y. Gherbawy and K. Voigt. Springer Berlin Heidelberg. 2010, p. 159–177.
- Yli-Mattila T., Gagkaeva T., Ward T. J., Aoki T., Kistler H. C., O'Donnell K. A novel Asian clade within the *Fusarium graminearum* species complex includes a newly discovered cereal head blight pathogen from the Far East of Russia // *Mycologia*, 2009, 101/6, p. 841–852.
- Yli-Mattila T., Ward T. J., O'Donnell K., Proctor R. H., Burkin A. A., Kononenko G. P., Gavrilova O. P., Aoki T., McCormick S. P., Gagkaeva T. Yu. *Fusarium sibiricum* sp. nov, a novel type A trichothecene-producing *Fusarium* from northern Asia closely related to *F. sporotrichioides* and *F. langsethiae* // *Inter. J. of Food Microbiology*, 2011, 147/1, p. 58–68.
- Yuzikhin O., Mitina G. and Berestetskiy A. Herbicidal potential of stagonolide, a new phytotoxic nonenolide from *Stagonospora cirsii* // *J. Agric. Food Chem.*, 2007, 55/19, p. 7707–7711.
- Баранова О. А., Дмитриев А. П. Локализация и картирование генов устойчивости ржи к бурой ржавчине. Идентифицированный генофонд растений и селекция. СПб. ВИР. 2005, с. 559–572.
- Берестецкий А. О. Фитотоксины грибов: от фундаментальных исследований — к практическому использованию (Обзор) // *Прикладная биохимия и микробиология*. 2008, т. 44, N 5, с. 501–514.
- Берестецкий А. О., Сокорнова С. В. Получение и хранение биопестицидов на основе микромицетов // *Микология и фитопатология*, 2009, 43/ 6, с. 1–17.
- Бильдер И. В., Ганнибал Ф. Б. (сост.) Каталог микологического гербария патогенов сорных растений. Под ред. М. М. Левитина. СПб.: ВИЗР, 2007, 156 с.
- Гаврилова О. П., Гагкаева Т. Ю., Буркин А. А., Кононенко Г. П. Зараженность грибами рода *Fusarium* и контаминация микотоксинами зерна овса и ячменя на севере Нечерноземья // *Сельскохозяйственная биология*, 2009, 6, с. 89–93.
- Гагкаева Т. Ю. Классификация грибов рода *Fusarium* — дискуссия длиною в двести лет. В кн.: *Микология сегодня*. Т. 2. Под ред. Дьякова Ю. Т., Сергеева Ю. В. Национальная академия микологии, М., 2011, с. 14–29.
- Гагкаева Т. Ю., Гаврилова О. П. Особенности поражения овса фузариозом (обзор) // *Сельскохозяйственная биология*, 2011, 6, с. 3–10.
- Гагкаева Т. Ю., Гаврилова О. П., Левитин М. М. Современное состояние таксономии грибов рода *Fusarium* секции *Sporotrichiella* // *Микология и фитопатология*, 2008, 42/ 3, с. 201–214.
- Гагкаева Т. Ю., Гаврилова О. П., Левитин М. М., Новожилов К. В. Фузариоз зерновых культур // Приложение к журналу *Защита и карантин растений*, 2011, 5, 52 с.
- Гагкаева Т. Ю., Гаврилова О. П., Лоскутов И. Г., Блинова Е. В., Аникина Л. В. Характеристика образцов овса по устойчивости к фузариозу. Каталог мировой коллекции ВИР, С-П., ВИР, 2012, вып. 808, 58 с.
- Гагкаева Т. Ю., Гаврилова О. П., Стахеев А., Рязанцев Д., Завриев С. К. Первое обнаружение *Fusarium torulosum* на территории России // *Микология и фитопатология*, 2012, 46, 1, с. 86–91
- Гагкаева Т. Ю., Ганнибал Ф. Б., Гаврилова О. П. ПЦР-идентификация фитопатогенных грибов родов *Fusarium* и *Alternaria*. Высокопроизводительные и высокоточные технологии и методы фитосанитарного мониторинга. СПб ИЦЗР, 2009, с. 4–14.
- Гагкаева Т. Ю., Дмитриев А. П., Павлюшин В. А. Микробиота зерна — показатель его качества и безопасности // *Защита и карантин растений*, 2012, 9, с. 14–18.
- Гагкаева Т. Ю., Левитин М. М. Современное состояние таксономии грибов комплекса *Gibberella fujikuroi* // *Микология и фитопатология*, 2005, 39/6, с. 1–14.
- Ганнибал Ф. Б. Мониторинг альтернариозов сельскохозяйственных культур и идентификация грибов рода *Alternaria*. Методическое пособие. Под ред. М. М. Левитина. СПб.: ГНУ ВИЗР Россельхозакадемии, 2011, 70 с.
- Ганнибал Ф. Б. Научно-информационный интернет-проект, посвященный грибам рода *Alternaria*. «*Alternaria* Homepage»: <http://www.alternaria.nm.ru>
- Ганнибал Ф. Б., Грачев А. В., Кожевников Е. А., Лебедин Ю. С. Анализ зараженности семян грибами рода *Alternaria* иммуноферментным методом // *Микология и фитопатология*, 2010, 44/ 5, с. 470–478.
- Ганнибал Ф. Б., Орина А. С., Левитин М. М. Альтернариозы сельскохозяйственных культур на территории России // *Защита и карантин растений*, 2010, 5, с. 30–32.
- Ганнибал Ф. Б., Орина А. С. Характеристика патогена томата, *Alternaria tomatophila*, ранее не идентифицированного в России // *Микология и фитопатология*, 2013, 47/1, с. 51–55.

- Гасич Е. Л. Фомоз рапса // *Вестник защиты растений*, 2004, 1, с. 11–24.
- Гультияева Е. И., Косман Е., Дмитриев А. П., Баранова О. А. Структура популяций *Risicinia triticea* по вирулентности и ДНК-маркерам в Северо-Западном регионе РФ в 2007 году // *Микология и фитопатология*, 2011, 45/1, с. 70–81.
- Гультияева Е. И. Генетическое разнообразие российских сортов мягкой пшеницы по устойчивости к возбудителю бурой ржавчины // *Доклады Россельхозакадемии*, 2012, 2, с. 29–32.
- Гультияева Е. И. Методы идентификации генов устойчивости пшеницы к бурой ржавчине с использованием ДНК-маркеров и характеристика эффективности Lr-генов. Санкт-Петербург. Россельхозакадемия: ВИЗР, 2012, 72 с.
- Гультияева Е. И., Волкова Г. В. Идентификация генов устойчивости к бурой ржавчине у сортов пшеницы с использованием молекулярных маркеров // *Вестник защиты растений*, 2009, 3, с. 32–36.
- Гультияева Е. И., Канюка И. А., Алпатьева Н. В., Баранова О. А., Дмитриев А. П., Павлюшин В. А. Молекулярные подходы в идентификации генов устойчивости к бурой ржавчине у российских сортов пшеницы // *Доклады РАСХН*, 2009, 5, с. 23–27.
- Гультияева Е. И., Солодухина О. В. Ржавчинные болезни зерновых культур. В кн. *Устойчивость генетических ресурсов зерновых культур к вредным организмам. Методическое пособие*. М., 2008, с. 5–31.
- Гультияева Е. И. Генетическое разнообразие российских сортов мягкой пшеницы по устойчивости к возбудителю бурой ржавчины // *Доклады Россельхозакадемии*, 2012, 2, с. 29–32.
- Дмитриев А. П., Лискер И. С. Использование фотометрических методик для определения степени выносливости пшеницы к бурой ржавчине // *Вестник защиты растений*, 2004, 1, с. 56–61.
- Дмитриев А. П. Ржавчина овса. СПб, 2000, 111 с.
- Дмитриев А. П., ред. «Фитосанитарные проблемы возделывания рапса», СПб, 2010, 60 с.
- Иващенко В. Г. Пузырчатая головня кукурузы: этиология, патогенез, проблема устойчивости (уточнение парадигмы). // *Вестник защиты растений*, 2011, 4, 20 с.
- Иващенко В. Г., Матвеева Г. В. Самоопыленные линии кукурузы (оценка на устойчивость к болезням). Каталог мировой коллекции ВИР, вып. 796, Санкт-Петербург, 2010, 22 с.
- Иващенко В. Г., Шипилова Н. П. Грибы рода *Fusarium* на семенах хлебных злаков в основных зерновых регионах России (ареалы, частота встречаемости, соотношение). С.-Петербург-Пушкин, 2004, 19 с.
- Иващенко В. Г., Шипилова Н. П., Назаровская Л. А. Фузариоз колоса хлебных злаков. авторы — С.-Петербург. ВИЗР, 2004, 164 с.
- Ишкова Т. И., Берестецкая Л. И., Гасич Е. Л., Левитин М. М., Власов Д. Ю. Учебно-методическое пособие по диагностике основных грибных болезней хлебных злаков. С.-Петербург, 2001, 76 с.
- Ковалева М. М., Гагкаева Т. Ю. Фузариоз колоса. Устойчивость генетических ресурсов зерновых культур к вредным организмам. Методическое пособие. М., 2008. с. 151–184.
- Котова В. В. «Болезни культурных растений», справочник, СПб, ВИЗР, 288 с.
- Лаборатория микологии и фитопатологии им. А. А. Ячевского ВИЗР. История и современность. Под ред. А. П. Дмитриева. СПб: ВИЗР, 2007, 160 с.
- Левитин М. М., Тютюрев С. Л. Грибные болезни зерновых культур. Защита и карантин растений, 2003, 11, с. 54–97.
- Никонов И. Н., Ганнибал Ф. Б., Бильдер И. В., Круглов Ю. В. Фитопатогенные грибы — продуценты внеклеточных лакказ // *Микология и фитопатология*, 2007, 41/ 5, с. 541–545.
- Пашкова О. Е., Дмитриев А. П. Методика выбора автофертильных линий ржи для дифференциации популяций возбудителя бурой ржавчины ржи *Risicinia dispersa* // *Вестник защиты растений*, 2005, 2, с. 70–74.
- Хлопунова Л. Б., Ганнибал Ф. Б. (сост.) Каталог культур грибов, изолированных из сорных растений. Под ред. М. М. Левитина. СПб.: ВИЗР, 2007. 74 с.
- Хохряков М. К., Доброзракова Т. Л., Степанов К. М., Летова М. Ф. *Определитель болезней растений*. 3-е изд., испр. СПб, Лань, 2003, 592 с.
- Шипилова Н. П., Иващенко В. Г. Систематика и диагностика грибов рода *Fusarium* на зерновых культурах. Санкт-Петербург, 2008, 84 с.

A. A. JACZEWSKI AND THE DEVELOPMENT OF HIS IDEAS IN THE MODERN WORLD

Dmitriev A. P.

All-Russian Institute of Plant Protection, St.-Petersburg, Russia, dandrep@mail.ru

As a scientist A.A. Jaczewski made a good contribution which was very influential for the development of the mycology and phytopathology over the years. Looking back at a 100 of history, it can be concluded that the initiative of Prof. A. Jaszewski to establish the Laboratory, to this very day, exerted a prominent influence on the development of mycology and plant pathology in the Russia and abroad

РОЛЬ А. А. ЯЧЕВСКОГО В ФОРМИРОВАНИИ ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКИХ ВЗГЛЯДОВ Н. И. ВАВИЛОВА

Левитин М. М.

*Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений
Россельхозакадемии, Санкт-Петербург, Пушкин, Россия, mark_levitin@rambler.ru*

С именем Н. И. Вавилова связано становление и развитие отечественной фитоиммунологии. Работы Н. И. Вавилова создали теоретический фундамент для развития фитоиммунологии растений как части фитопатологии. Всему этому предшествовала стажировка и контакты с крупнейшим микологом и фитопатологом того времени профессором А. А. Ячевским. Именно А. А. Ячевский заложил фундамент фитопатологического образования Н. И. Вавилова. Тесные творческие связи поддерживались между двумя учеными в течение всей их жизни.

Ключевые слова: А. А. Ячевский, Н. И. Вавилов, фитопатология

Академик Н. И. Вавилов считается основоположником отечественной фитоиммунологии. В 1913 г. была опубликована первая фитоиммунологическая работа Н. И. Вавилова «Материалы к вопросу об устойчивости хлебных злаков против паразитических грибов». В ней впервые были сформулированы закономерности в проявлении злаками устойчивости к болезням. Дальнейшие экспериментальные исследования и обобщение мировой литературы позволили Н. И. Вавилову опубликовать в 1918 г. монографию «Иммунитет растений к инфекционным заболеваниям». Это основополагающая работа в области иммунитета растений и первая в мировой науке сводка, систематизирующая все имеющиеся экспериментальные данные по этому направлению фитопатологии. Впервые были обоснованы общие закономерности в распределении иммунитета, его связь с генетической природой растения, с филогенетическим положением растения, со специализацией паразита по родам и видам растений, с условиями окружающей среды. Всему этому предшествовала стажировка и тесные контакты с крупнейшим микологом и фитопатологом того времени профессором А. А. Ячевским.

В 1911-1912 годах Н. И. Вавилов получил возможность стажировки в Петрограде в Бюро по микологии и фитопатологии, которым руководил профессор А. А. Ячевский. Здесь он знакомится с фундаментальными трудами в области микологии и фитопатологии, в частности, с 14 томом Определителя грибов П. А. Саккардо («Sylloge Fungorum»), в котором излагается система параллелизма признаков у грибов. В таблицах, представленных в этом томе, демонстрируется наличие общих морфологических признаков в разных группах грибов. В будущем Н. И. Вавилов напишет: «Вся система грибов монументального классического труда Саккардо о грибах построена на законе аналогичной изменчивости» (Вавилов, 1967, с. 12). Стажировка у А. А. Ячевского заложила фундамент фитопатологического образова-

ния Н. И. Вавилова. Много лет спустя он напишет А. А. Ячевскому по случаю двадцатилетия лаборатории: «Дорогой Артур Артурович! По неотложным делам институтов, я должен быть в Москве и, к сожалению, не могу, поэтому попасть на Вашу вечеринку. Ваша лаборатория, как Вы знаете, мне очень близка, и с удовольствием вспоминаю 1911 и 1912 годы, когда по ночам после дневных занятий в отделе прикладной ботаники я работал у Вас в библиотеке» (цит. по: Резник, 1968, с. 41).

Между Н. И. Вавиловым и А. А. Ячевским всегда были очень тесные творческие связи. 11 февраля 1920 г. на заседании Сельскохозяйственного ученого комитета А. А. Ячевский рекомендует Н. И. Вавилова на пост заведующего Отделом прикладной ботаники и селекции. В этом же году оба ученых получили от Американского Фитопатологического общества приглашения принять участие в Международной конференции по болезням хлебных злаков (19-22 июля, Северная Дакота, США). Совет Труда и Оборона официально утвердил командировку и выделил средства на расходы по приобретению новейшей научной литературы и научных приборов. Однако из-за задержки с получением въездной визы от США они отплыли лишь 25 июля и, причем в Канаду, в связи с чем не смогли принять участия в конференции, но детально ознакомились с сельскохозяйственными учреждениями Канады и США. В недавно опубликованной статье Т. Б. Авруцкой (2012) подробно описывается эта поездка и приводится ряд редких фотографий крупных ученых того времени.

В 1922 г. был организован Государственный институт опытной агрономии (ГИОА). Директором института был избран Н. И. Вавилов. В Институте наряду с другими Отделами функционировали Отдел Прикладной ботаники и селекции под руководством Николая Ивановича и Отдел Микологии и фитопатологии под руководством А. А. Ячевского. Последний, являясь одновременно деканом фитопатологического отделения Института прикладной зоологии и фитопатоло-

гии (ИЗИФ), пригласил Н. И. Вавилова читать в ИЗИФе курс иммунитета и селекции. Тесные творческие связи поддерживались между ними и в экспедиционных поездках Н. И. Вавилова. 29 мая 1924 г. в Туркестане, в 7 верстах от Ташкента, Н. И. Вавилов находит на колосьях ржи головню. Он отправляет образец А. А. Ячевскому, который впоследствии описывает новый вид — *Ustilago vavilovi* Jacz. (Рис. 1).

В последующих экспедициях он также осуществляет сборы фитопатогенных грибов и отправляет их в лабораторию А. А. Ячевского. Из отчета этой лаборатории за 1927 г. следует, что «Отдел Прикладной Ботаники и Всесоюзный институт Прикладной Ботаники и Новых Культур неизменно обращались в лабораторию для производства фитопатологических исследований и определения микологических коллекций и образцов» (1928, с. 45). В 1928 году в Краснодарском крае Н. И. Вавилов обнаружил на абиссинской пшенице фузариоз колоса, возбудитель которого был ранее описан А. А. Ячевским как вид — *Fusarium pseudoheterosporum* Jacz. Оба образца находятся на хранении в Микологическом гербарии ВИЗР. Находясь в экспедициях, Н. И. Вавилов не забывал и о поручениях А. А. Ячевского. Будучи в 1926-1927 гг. в Средиземноморской экспедиции, Н. И. Вавилов пишет А. А. Ячевскому в письме от 8 июля 1927 года: «Дорогой Артур Артурович! Ваши поручения понемногу выполняю.

Fragoso работы с трудом но достал... Забрал Вам и португальскую...» (из архива Микологического гербария ВИЗР).

В свою очередь А. А. Ячевский всегда помогал Н. И. Вавилову, не оставлял без внимания его труды. «В высшей степени интересный доклад молодого талантливого ученого, профессора Н. И. Вавилова ...» — с этих слов начинается А. А. Ячевский (1922) свою рецензию на работу Н. И. Вавилова «Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости». В своей рецензии он писал «... у грибов явления гомологичности параллелизма форм и мимикрии встречаются в значительном количестве...» (с. 101). «Мысль, затронутая Н. И., заслуживает внимания микологов для дальнейшей разработки» пишет А. А. Ячевский (с. 104). А. А. Ячевский с большим уважением относился к Н. И. Вавилову. В библиотеке Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН (БИН) хранится экземпляр Определителя мучнисторосяных грибов с дарственной надписью А. А. Ячевского — Н. И. Вавилову (Рис. 2). Даже после смерти этих двух великих ученых их дружба сыграла свою особую роль. Сотрудники библиотеки ВИЗР вспоминают, как в годы репрессий, когда были запрещены труды Н. И. Вавилова и требовалось их уничтожение, они прятали книги опального ученого в папках с бумагами А. А. Ячевского. Личности и труды этих двух великих ученых-биологов XX века всегда сохранятся в нашей памяти.

Литература

- Авруцкая Т. Б. Поездка Н. И. Вавилова в США и западную Европу в 1921 — 1922 гг. // *Вавиловский журнал генетики и селекции*, 2012, 16, 3, с. 540–559.
- Вавилов Н. И. *Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости*. Л.: Наука, 1967. 92 с.
- Резник С. Николай Вавилов. М.: Молодая гвардия. 1968, 336 с.
- Ячевский А. А. Рефераты русских работ по Микологии и Фитопатологии. Вавилов Н. И. *Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости* // *Тр. Саратовского съезда. Материалы по микологии и фитопатологии России*. 1922, IV, 1, с. 100–104.
- Ячевский А. А. *Отчет о научной деятельности Отдела микологии и фитопатологии за 1927 г.* // *Известия ГИОА*. Л.: 1928, VI, 1, с. 37–47.

THE IMPACT OF A. A. JACZEWSKI ON PLANT PATHOLOGICAL VIEWS OF N. I. VAVILOV

Levitin M. M.

All-Russian Institute of Plant Protection (VIZR),
St.-Petersburg — Pushkin, Russia, mark_levitin@rambler.ru

Works N. I. Vavilov created a theoretical foundation for the development of immunological researches in Russia. Nikolay Vavilov studied mycology in the Laboratory of Arthur Jaczewski and considered him as a teacher and friend. The views of young Vavilov had been greatly influenced by the activities of the Jaczewski' Laboratory. Close working relations were maintained between the two outstanding scientists throughout their lives.

Key words: A. A. Jaczewski, N. I. Vavilov, history of science, plant pathology.

ДРУЖБА ВЕЛИКИХ ФИТОПАТОЛОГОВ: А. А. ЯЧЕВСКОГО И Г. Л. БОЛЛЕЯ

Орина А. С., Гагкаева Т. Ю.

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений (ВИЗР),
Санкт-Петербург — Пушкин, Россия, orina-alex@yandex.ru

В статье представлены сведения из личной переписки великих русского и американского фитопатологов А. А. Ячевского и Г. Л. Боллея, описывающие возникновение и развитие их дружбы, которая оказала огромное влияние на налаживание научных контактов между двумя странами.

Ключевые слова: А. А. Ячевский, Г. Л. Боллей, история науки, фитопатология.

13 ноября 1902 года американский ботаник и фитопатолог Генри Люк Боллей (H. L. Volley, 1865-1956) послал в Россию письмо, адресованное консулу США в Санкт-Петербурге, с просьбой пе-

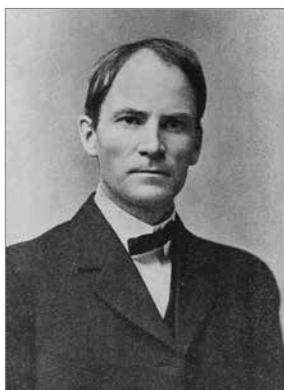


Фото 1. Г. Л. Боллей, 1903 г.

редать его компетентному русскому фитопатологу. В письме содержались вопросы, касающиеся проблем возделывания льна и его заболеваний. Интерес знаменитого ученого объяснялся появлением неизвестного патогена этой культуры, пока еще новой для США. «Компетентным фитопатологом» оказался Артур Артурович Ячевский, заведующий Центральной фитопатологической станцией при Ботаническом Саде. А. А. Ячевский не только подробно ответил на заданные вопросы, но и приложил некоторые публикации, а также пригласил Г. Л. Боллея приехать в Россию: «...if you could come to Russia and see by yourself the region of flax in our country it



Фото 2. Отец А. А. Ячевского и Г. Л. Боллей в усадьбе Рыльково, 1903 г.

would be the best thing to do. We should be very glad to be of any help to you, and you would have all the means to visit the region. On this case the Department of Agriculture

would do his best, and I would be quite at your disposition. I would be personally very happy to make yours acquaintance and to be able to speak with you about your works on cereal rusts.» (Ячевский А. А., 9 января 1903 г.). С этих писем начались тесное сотрудничество и дружба ученых.

Г. Л. Боллей воспользовался предложением и приехал в Россию летом 1903 года. В сопровождении А. А. Ячевского он за три месяца проехал практически через всю европейскую часть страны, в том числе, провел несколько дней в семейной усадьбе Ячевских, расположенной в селе Рыльково под Смоленском. Эта поездка сдружила не только двух ученых, но и их семьи. В последующей переписке Г. Л. Боллей и А. А. Ячевский обращались друг к другу не иначе как «мой дорогой друг». Кроме того, жена Артура Артуровича Екатерина также вела личную переписку с семьей Боллеев.

А. А. Ячевский и Г. Л. Боллей поддерживали связь в течение долгих лет. В их письмах дискуссии о заболеваниях и их возбудителях, просьбы об обмене публикациями и образцами перемежались новостями о семейных событиях, пожеланиями здоровья и надеждами на новую встречу. Так А. А. Ячевский писал Г. Л. Боллею в 1908 году о рождении сына: «My dear Friend. How do you do — it is long time I did not hear anything at you, notwithstanding that my wife advised all Bolley with the great joy we had last December by the birth of a jolly little Boy, called Peter.», и в том же письме продолжал о научных интересах: «...I wish you could



Фото 3. Дом А. А. Ячевского в Рыльково, 1903 г.



Фото 4. А. А. Ячевский в поле льна, Рыльково, 1903 г.

see my working room, that is now well managed. The last month I finished a work about the Puccinia on Gramineae, and will sent it to you with some other works when printed. In that occasion I would be very grateful to you if you could sent me a list of the host resistant to Rust sorts of Rye, wheat, oats and barley — in Dakotah and in America.... My dear friend it would make me much pleasure to shake your hand once more — perhaps you do came to Russia a second time...» (Ячевский А. А., 4 августа 1908 г.). Г. Л. Боллей писал А. А. Ячевскому: «Dear Professor, ... We hope that you, Mrs. Jaczewski, and the little boy are all in good health.... I hope that very soon you will find it possible to make a trip to America for study and pleasure.... My late experiments with wheat are convicting to me that there are some very destructive soil diseases of wheat as well as flax....» (Боллей Г. Л., 4 апреля 1910 г.).

Г. Л. Боллей неоднократно приглашал А. А. Ячевского приехать в Америку, однако, в силу нестабильной обстановки в стране, запланировать эту поездку долгое время не удавалось. Это стало возможно только в 1921 году, когда Американское фитопатологическое общество пригласило А. А. Ячевского вместе с молодым ученым Н. И. Вавиловым принять участие в Международном конгрессе по болезням хлебов в Северной Дакоте. Поездка состоялась во многом благодаря усилиям Н. И. Вавилова, который взял на себя все хлопоты по получению всевозможных документов на выезд. Однако из-за бюрократических препон ученые на съезд опоздали (Трускинов, 2012). Тем не менее, они прибыли в Канаду, посетили несколько учреждений, в том числе Ботанический сад Университета Онтарио, а затем в США проехали практически через всю страну, заезжая в различные научные сельскохозяйственные учреждения, знакомясь с американскими коллегами,

осматривая экспериментальные поля и закупая научную литературу. Поскольку А. А. Ячевский был широко известен за пределами России, имел репутацию блестящего русского миколога-фитопатолога и был заочно знаком со многими американскими учеными, его и Н. И. Вавилова везде радушно принимали. Благодаря этой поездке А. А. Ячевский познакомил молодого Н. И. Вавилова с ведущими американскими учеными и ввел его в круг мировой научной элиты.

По приглашению своего друга А. А. Ячевский провел несколько дней в семейном коттедже Боллеев в Миннесоте и посетил Сельскохозяйственный колледж в Фарго (North Dakota Agricultural College), где Г. Л. Боллей работал (Боллей Г. Л., 15 августа 1921 г.).

Также Г. Л. Боллей сыграл одну из ключевых ролей в пополнении багажа научной литературой: он заранее собрал огромное количество публикаций, гербарных образцов болезней и образцов семян растений, культур грибов и направил их в Нью-Йорк, пока А. А. Ячевский и Н. И. Вавилов ездил по стране. Г. Л. Боллей писал А. А. Ячевскому: «Dear Friend. I have again had your great evidence

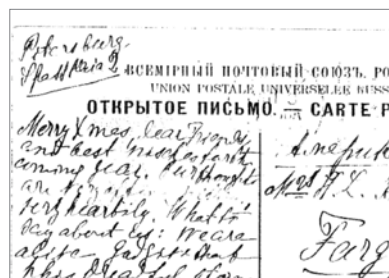


Фото 5. Открытка с рождественскими поздравлениями, подписанная А. А. Ячевским Г. Л. Болею, 1906 г.

of friendship on the receipt of your two very fine photographs... We are getting quite a nice lot of pamphlets and other material which will be shipped to Mr. Anderson soon. I have word from

Dr. Brenckle that he has forwarded the collection of fungi.» (Боллей Г. Л., 24 сентября 1921 г.). В ответ на письмо Н. И. Вавилова (21 октября 1921 г.) с просьбой предоставить образцы пшеницы и кукурузы, Г. Л. Боллей сообщил, что дополнительно выслал все образцы этих культур, имеющиеся в его распоряжении: «... under an early date we forwarded in care of Mr. W. P. Anderson quite a large box containing many copies of publications and other materials. Wherever possible the publications were gotten together in duplicate.... yesterday he (Dr. Walster) forwarded a box to the above address, containing certain wheat and corn specimens...» (Боллей Г. Л., 26 октября 1921 г.). Таким образом, Г. Л. Боллей сделал все возможное, чтобы пребывание А. А. Ячевского, к которому он питал глубокую дружескую привязанность, в США было как можно более плодотворным.

Крепкая дружба А. А. Ячевского и Г. Л. Боллея способствовала развитию научного сотрудничества между учеными двух стран. Так, по просьбе А. А. Ячевского, Г. Л. Боллей оказывал содействие в поездке по США известному селекционеру Виктору Викторовичу Таланову. А. А. Ячевский писал Г. Л. Боллею: «My dear old friend. One of my good friends, an eminent Russian Agronom is going to America. Doctor Talanov wishes to see by himself the progress of the American Agronomy.... Would you be so kind as to introduce him to the men that could be of any interest to him. You would oblige me very much in doing so.» (Ячевский А. А., 1 мая 1927 г.). Г. Л. Боллей ему ответил: «My dear friend Jaczewski. I have your interesting letter regarding Dr. Talanov, and assure you that I will be glad to aid him in every way I can to get in touch with a knowledge of our work in agriculture here in America....» (Боллей Г. Л., 30 августа 1927 г.).

С похожей просьбой Г. Л. Боллей обращался к А. А. Ячевскому через 3 года, когда в Россию собирался приехать известный американский ботаник Левис Ральф Джонс (L. R. Jones). Г. Л. Боллей писал: «... this will put you in touch with one of my dearest friend in America. We here all think of Dr. L. R. Jones of the University of Wisconsin as the present



Фото б. Телеграмма А. А. Ячевского с сообщением о своем приезде в Фарго, адресованная Г. Л. Болею. 11 сентября 1921 г.

leader of Plant Pathology in America.... As Dr. Jones plans an excursion extending from Leningrad to Odessa or some other Black Sea Port and wishes to see Russian Agriculture first hand, I am sure that if you are able to spend some time with Dr. Jones in your old haunts around Moscow and southward, the two of you will have the time of your young lives....» (Боллей Г. Л., 1 апреля 1930 г.). Известно, что Л. Р. Джонс с женой летом 1930 года приехали в Россию и некоторое время гостили в доме Ячевских в Рыльково (Walker, Riker, 1958).

Смерть А. А. Ячевского 12 февраля 1932 года стала серьезной утратой не только для российской и советской науки, но и для мирового научного общества. Екатерина Ячевская сообщила друзьям семьи Г. Л. Боллею и Л. Р. Джонсу о смерти мужа в личных письмах. Сообщение о смерти А. А. Ячевского было опубликовано в журнале *Science* (Vol. 75, №1942, p. 302). А в следующем году в журнале *Phytopathology* вышла большая статья, написанная Л. Р. Джонсом и посвященная А. А. Ячевскому и его работе (Vol. 23, №2, p. 110-116), которая заканчивается словами: «...And, withal, as his intimate associates and family knew him, even the same courteous, considerate gentleman; pure-minded, open-hearted, honest seeker of right and truth, interested in art, music, and all good things; kind and amiable to everyone, respected, admired and loved by friends, associates and pupils». После смерти ученого Г. Л. Боллей еще долгое время поддерживал связь с его семьей в Ленинграде.

По материалам архива Г. Л. Боллея, хранящегося в университете Северной Дакоты США (<http://digitalhorizonsonline.org>) и любезно переданного в виде копий в лабораторию микологии и фитопатологию им. А. А. Ячевского, ВИЗР.

Литература

- Трускинов Э. В. *Русское сельскохозяйственное представительство в Америке (в свете переписки Н. И. Вавилова и Д. Н. Бородина)*. СПб, 2012, 92 с.
- Jones L. R. Arthur Jaczewski 1863-1932 // *Phytopathology*, 1933, vol. 23, №2, p. 110-116.
- Recent deaths // *Science*, 1932, vol. 75, №1942, p. 302.
- Walker J. C., Riker A. J. Lewis Ralph Jones 1864- 1945 // *Biographical memoirs. National Academy of Sciences (U. S.)*, 1958, v. 31, p. 156-179.

FRIENDSHIP OF GREAT PHYTOPATHOLOGISTS: A. A. JACZEWSKI AND H. L. BOLLEY

Orina A. S., Gagkaeva T. Yu.

All-Russian institute of plant protection (VIZR),
St.-Petersburg — Pushkin, Russia, orina-alex@yandex.ru

The article contains information from the private correspondence of the Russian and American great scientists A. A. Jaczewski and H. L. Bolley, describing the beginning and development of their friendship, which has had a great influence on the establishing of scientific contacts between two countries.

Key words: A. A. Jaczewski, H. L. Bolley, history of science, phytopathology.

РОЛЬ А. А. ЯЧЕВСКОГО В РАЗВИТИИ МИКОЛОГИИ И ФИТОПАТОЛОГИИ В АРМЕНИИ

Осипян Л. Л.

Ереванский Государственный Университет,
Ереван, Армения, botmusc@ysu.am

В статье приведены сведения о развитии научного наследия А. А. Ячевского в Армении его учениками и их последователями. Дана краткая история развития микологической и фитопатологической науки, а также отмечены перспективные направления современных исследований в республике.

Ключевые слова: Армения, микология, фитопатология, лаборатория А. А. Ячевского, идентификация грибов, микобиота.

Территория Армении до середины 20-х годов прошлого века, представляя собой тупиковую окраину царской России, оставалась не исследованной в отношении биоты грибов. В 1929 году при Народном Комиссариате Армянской ССР был организован отдел защиты растений, в функции которого входило выявление вредоносности, распространения болезней культурных растений и борьба с ними. В том же году по рекомендации известного миколога и фитопатолога Артура Артуровича Ячевского в Ереван командировалась супружеская пара научных сотрудников — Аршавир Абгарович Бабаян из лаборатории А. А. Ячевского и Дарья Николаевна Тетеревникова-Бабаян из фитопатологической станции при кафедре фитопатологии Ленинградского сельскохозяйственного института, ученица Н. А. Наумова — ученика Артура Артуровича. Молодые ученые уже успели себя проявить как отличные специалисты в области микологии и фитопатологии.

Вспоминая ленинградский период работы, Дарья Николаевна и Аршавир Абгарович постоянно рассказывали об отцовской заботе, которой их окружил Артур Артурович. Впитав в себя это чувство, как долг перед своим Учителем, они сами стали одаривать своих учеников такой же теплотой и доброжелательностью и бесконечной щедростью в подготовке молодых кадров. Д. Н. и А. А. Бабаяны стали первыми специалистами, трудами которых были заложены основы фитопатологии и микологии в Армении. С их именами связано создание в Армении школы микологов и фитопатологов.

Уже через год пребывания в Армении (1930 г.) они публикуют первый список грибов, насчитывающий 193 вида, которому суждено было положить начало планомерному исследованию культурной и дикорастущей микобиоты республики. Ими был создан домашний библиотечный фонд для общего пользования микологической и фитопатологической литературой. Среди книг важнейшими были многочисленные определители А. А. Ячевского, которые долгие годы были на-

стоятельными книгами микологов. Да и сейчас, при современном подходе к идентификации грибов с использованием ультраструктурных, биохимических, молекулярно-генетических методов, эти определители не утратили своего значения для «условно-достоверного» определения грибов.

Первый период развития микологии в Армении характеризуется исследованиями фитопатологической направленности. Был накоплен огромный материал, позволивший приступить к изданию ценнейших монографий по грибным болезням посевных и луговых кормовых злаков, овоще-бахчевых культур и других растений.

Второй период развития микологии в Армении связан с целенаправленными работами по инвентаризации видового биоразнообразия грибов по территориальному принципу, таксономическим и экологическим группам. Выполненные работы позволили приступить к изданию многотомника «Микофлора Армении», 7 томов которого уже опубликованы. Публикация указанных томов отразила период интенсивных исследований фитотрофных, в основном паразитных грибов, и, лишь в третьем томе, посвященном паразитным и сапротрофным гифальным грибам, наметилась тенденция к расширению объектов исследования, позволившая выявить экологию, специализацию и ареалы грибов в их самом широком проявлении.

По инициативе ученика А. А. Ячевского В. И. Ульянищева, совместно с микологами Армении, Грузии и Азербайджана, были изданы три «Определителя грибов Закавказья» по переноспорным, агариковым и ржавчинным грибам.

Третий период микологических исследований имеет экспериментальную направленность, что позволило расширить работу с сапротрофными грибами в связи с необходимостью исследования их агрессивной деятельности как деструкторов природных и техногенным путем полученных субстратов, как агентов, провоцирующих микозы и микотоксикозы живых организмов, и объектов, представляющих определенный интерес в биотехнологическом аспекте. Таким образом,

заметно расширилось исследование грибов разных экологических групп, участвующих в биологических процессах, происходящих в природных и искусственных экосистемах.

Были исследованы водные, хищные и термофильные грибы, грибы, ассоциированные с пищевыми продуктами в поэтапном процессе их промышленного производства, грибы почв, загрязненных промышленными отходами, грибы деструкторы неметаллических промышленных материалов разного композиционного состава, грибы контаминанты лекарственных препаратов, библиотечных фондов, включая манускрипты, и другие. Беспрецедентное расширение импорта в страну пищевой продукции, декоративных и сельскохозяйственных растений способствует инвазии новых для Армении видов грибов или известных грибов, но развивающихся на новых субстратах. Новый размах получили исследования вредной микобиоты среды обитания человека. Большое внимание уделяется содержанию грибов в воздухе как резерватора и источника загрязнения продуктов питания в процессе их производства и хранения, как источника инфицирования человека и животных оппортунистическими грибами, усугубляющими процесс протекания первичной болезни человека. Инфицирование человека оппортунистическими грибами и возбудителями глубоких микозов до последнего времени в республике не изучалось. Такие работы требовали привлечения к исследованию микологов широкого биологического профиля, хорошо знающих сапротрофную патогенную микобиоту. Первый такой контакт врача с микологом был установлен еще в 1968-69 годах. Тогда и возникло понимание необходимости включить в учебный план биологического факультета ЕГУ новый для университетов СССР лекционный курс «медицинская микология», который в настоящее время

читается и в ряде других университетов. В последние годы контакты микологов с клиницистами стали заметно укрепляться с охватом различных областей медицины.

Теоретические разработки армянских микологов явились определенным вкладом в микологию. К их числу следует отнести обоснование вида у грибов, роль грибов в фитоценозах, классификацию жизненных форм микромицетов, обоснование значения интегрированного изучения грибов естественных и искусственных экосистем, рассмотрение технологического процесса обработки пищевого сырья в качестве стресс-фактора, провоцирующего изменчивость физиологической активности грибов-контаминантов пищевых продуктов.

В последние годы проводятся работы по созданию компьютерной базы данных по отдельным таксономическим группам. В настоящее время в интернете уже размещен сайт на армянском языке. Он представляет открытый доступ к информации о том, когда и где встречаются грибы и ассоциированные с ними организмы. Проведены работы по сбору данных редких и исчезающих видов макроскопических грибов, которые включены в новую Красную книгу Армении (2012 г.).

Дальнейшая работа по выявлению фитопатогенной микобиоты культурных и дикорастущих растений будет проводиться с учетом факторов, которые произошли во временном интервале — вторая половина XX и начало XXI веков. Это передел земельных территорий по форме собственности и их функциональному назначению, природные катаклизмы (землетрясения, оползни, наводнения, опустынивание) и бесконтрольное использование природных ресурсов (рубка леса, открытая разработка рудников и др.).

THE INFLUENCE OF A. A. JACZEWSKI ON DEVELOPMENT OF MYCOLOGY AND PHYTOPATHOLOGY IN ARMENIA

Osipyanyan L. L.

Yerevan State University, Yerevan, Armenia, botmyc@ysu.am

The article presents information on the development of the scientific heritage of A. A. Jachewski in Armenia by his students and followers. A brief history of the development of mycological and phytopathological science, as well as marked promising areas of current research in the country is shown.

Key words: Armenia, A. A. Jaczewski, history of mycological and phytopathological science.

ИСТОРИЯ РОДА АРТУРА АРТУРОВИЧА ЯЧЕВСКОГО

Радзик А. Ю.

Педагогический университет, г. Краков, Польша *aradzik@up.krakow.pl*

В статье описана история рода Ячевских, отражающая историю польско-российских взаимоотношений на рубеже 19–20 веков. Представители семьи Ячевских внесли существенный вклад в историю, науку и искусство Польши и России.

Род Ячевских происходит из восточной Мазовии. «В 1419 году Петр из Лисова получил от князя Януша 10 влок земли и основал Ячево, находящееся на север от Кoryтницы, от которого происходит эта фамилия» (пер. А. Р.)¹. Ячевские герба Лелива были на протяжении столетий владельцами деревень: Ячево, Залесе Ливске, Гурки, Гурки Грубаки, Гурки Средне, Лесники, Крушево, Вонсоша, Ровиска, Хростице.

Из линии Ячевских, которая до второй половины XIX века проживала в родном имении, происходит Леонард Антонович Ячевский (1858–1916)², геолог и горный инженер, профессор минералогии в екатеринославском высшем горном училище, член Геологического комитета в Петербурге.³ Леонард Ячевский принимал участие в организации жизни петербургских поляков в рамках так называемой Польской Общины. Он интересовался организацией науки в Польше и организацией школ, сотрудничал с научным журналом «Wiadomości z Nauk Przyrodzonych», а также был в постоянном контакте с Музеем Индустрии и Сельского Хозяйства в Варшаве и научными отделами, которые образовались при музее. После смерти Леонарда Ячевского в 1916 году его семья вернулась в Польшу и научную работу продолжи-

ли сын Леонарда, Тадеуш Ячевский (1899–1974) зоолог, профессор Варшавского Университета, и два сына Тадеуша: биолог Збигнев Ячевский (1928–2006)⁴ и профессор в Институте Энергетики, Марек Ячевский (род. 1926).

Артур Артурович Ячевский происходит из другой ветви рода, а именно той, которая в начале XVII века покинула родное Ячево и соседние деревни и поселилась в восточных воеводствах Речи Посполитой — сначала в Волынском⁵, а потом Киевском⁶. После второго (1793 г.) и третьего (1795 г.) разделов Польши эти земли стали частью Волынской и Киевской губерний Российской империи. В «Энциклопедическом словаре» Брокгауза и Ефрона читаем, что Артур Артурович Ячевский происходит «из старого дворянского рода Киевской губернии»⁷. В XIX веке в «Списке дворян Киевской губернии» внесены в родословную книгу дворян (в годы 1834–1898) тридцать три представителя рода Ячевских⁸. Все они являются потомками двух братьев: Антония-Бальтазара и Теодора, сыновей Казимира, внуков Мартина, правнуков Стефана, праправнуков Якуба.

Один из этих двух братьев, Теодор Ячевский, был доверенным и официальным лицом князя Станислава Понятовского⁹. Когда князь после

¹ «W r. 1419 Piotr z Lisowa dostał od księcia Janusza I 10 wlok gruntu i założył Jaczewo, położone na północ od Korytnicy, od którego pochodzi to nazwisko», L. Zalewski, *Szlachta ziemi liwskiej. Sejmiaki, urzędy, herbarz*, Warszawa 2005, с. 121. См. также «Наука и жизнь» № 4, 2004, с. 117, объяснение проф. А. В. Суперанской, о происхождении фамилии Ячевский: «...фамилия известна в Польше с 1409 года. Она образована от названия городка Ячево. Основа географического названия происходит от имени Яч — сокращенная форма имен, начинающихся на Яч-, Яч-, типа Якуб (Яков), Ячмир (от древнеславянского ячий — сильный, мощный)».

² *Polski Słownik Biograficzny* (далее PSB), т. 10, с. 287–288; D. Kozłowska, *Wkład Leonarda Jaczewskiego w tworzenie nauki o wiecznej marzłoci*, *Analecta* 1994/2, с. 137–161; *Spuścizna naukowa Leonarda Jaczewskiego*, *Analecta* 1998/2, с. 155–188.

³ Его отец, Антоний, родился в деревне Гурки Грубаки, но работал чиновником в Калишской губернии. Брат отца, Францишек Ячевский, был католическим епископом в Люблине, см. F. Stopniak, *Franciszek Jaczewski — biskup lubelski*, Warszawa 1981. Брат Леонарда, Казимеж Ячевский (1862–1934), был выдающимся врачом в Люблине. Его именем названа одна из улиц этого города, см. PSB, т. 10, с. 286–287.

⁴ Z. Giżejowski, J. Gill, *Profesor Zbigniew Jaczewski badacz biologii i rozrodu zwierząt dzikich (1928–2006)*, *Postępy Nauk Rolniczych* 4/2007, с. 110–111.

⁵ В «Польском гербовнике» Адама Бонецкого находится информация, что Адам Ячевский «... владелец Переспы и Козина ... написал завещание и умер в 1623 году. После него часть Козина наследовал Якуб в 1624 году» (пер. А. Р.) (Adam Jaczewski, «zastawny posiadacz części Perespy i Kozina od ks. Lubецкого, spisał testament i umarł 1623 roku. Po nim części Kozina objął Jakób 1624 r.», *Herbarz Polski. Część I Wiadomości historyczno-genealogiczne o rodach szlacheckich. Ułożył i wydał Adam Boniecki, T. VIII*, Warszawa, 1906, с. 140.

⁶ L. Zalewski, *Szlachta ziemi liwskiej...*, с. 121.

⁷ Ф. А. Брокгауз, И. А. Ефрон (изд.), *Энциклопедический словарь*, т. XLI, С. Петербург, 1904, с. 858.

⁸ Список дворян Киевской губернии. Издание Киевского Дворянского Депутатского Собрания, Киев, 1906, с. 326.

⁹ Он был племянником последнего польского короля, Станислава Августа Понятовского, см. M. Brandys, *Nieznaną księżę Poniatowski*, Kraków, 1996, перевод на русский язык: Мариан Брандыс, *Исторические повести: Племянник короля; Адъютант Бонапарта; Мария Валевская*, Москва, 1974.

1796 года распродал свои владения в Каневском уезде, Теодор Ячевский купил у него несколько деревень¹⁰. Деревни эти унаследовали три его сына: Адам, Юзеф и Цезарий. У Цезария, который женился на Бенигне Ивановской, было четверо детей: дочь Цезарина и три сына Владислав, Дионисий¹¹ и Теодор. Женой Теодора стала Ванда, урожденная Левальд-Езерская и в этом браке родились двое детей: Адам Артур Петр и Ядвига Мария Эва. Сын, который в русских документах выступает как Артур Федорович Ячевский¹², является отцом Артура Артуровича Ячевского. Его мать — Александра Петровна, урожденная княжна Голицина, в первом браке графиня Мощенская. 23 января 1963 года¹³ в поместье Рыльково Смоленской губернии Гжатского уезда родился Артур-Людвик-Александр — «сын благородных и законных супругов: отставного штаб-ротмистра Артура и Александры, урожденной княжны Голициной, Ячевских»¹⁴ — будущий знаменитый миколог.

Со стороны матери Артур Артурович является потомком русского рода князей Голицыных. Его дедом был князь Петр Алексеевич Голицин (1792-1842)¹⁵, бабушкой — Елизавета Антоновна, урожденная Злотницкая. Поместья этой линии Голицыных находились в Гжатском уезде Смоленской губернии. В книге «Город Гжатск и его уезд», изданной в Смоленске в 1900 году, можем прочесть: «Во время крепостного права почти половина Гжатского уезда принадлежала князьям

Голицыным; им принадлежали села: Самуйлово, Карманово, Пречистое, Столбово и другие. В настоящее же время одно лишь имение Александровка принадлежит князю Голицыну, остальные же в большинстве случаев перешли в руки крестьян и купцов, причем, как остатки прежнего величия этих имений, в настоящее время сохранились прекрасные пруды с громадным садом и домом в с. Самуйлово и красивый дом в с. Пречистом»¹⁶.

В 1859 г. бабушке Артура Артуровича, княгине Елизавете Антоновне, принадлежало село Столбово, Самново — ее сыну Петру Петровичу Голицыну, село Кузнечики — сыну Антону Петровичу, Трубино — Августину Петровичу¹⁷. Можно предполагать, что находящееся вблизи поместье Рыльково унаследовала Александра Петровна.

Родные Артура Артуровича со стороны отца это люди известные в польской культуре. Сестра отца Ядвига Ячевская-Ржевуская (1843-1889), является автором исторических романов, которые она издавала под псевдонимом Людвик Петр Лелива¹⁸. Она начала писать под влиянием своего дедушки Михала Езерского (1811-1891), писателя, участвующего в деятельности петербургско-киевской группировки, которая сосредоточилась вокруг «Петербургского еженедельника» («Tygodnika Petersburskiego»). Михал Езерский был также mentorом сына Ядвиги Ячевской-Ржевуской Станислава Ржевуского (1864-1913), который стал потом польско-французским писателем¹⁹.

¹⁰ M. Brandys, *Nieznany ksiądzę Poniatowski...*, s. 156. «В Корсуни [князь] проводит длительные совещания со своими доверенными — судьей Анчутой и Теодором Ячевским». Ивановский упоминает деревни Степанцы, Тулиницы, Букрин. E. Iwanowski, *Listki z Ukrainy*, Krak w, 1902, t. III, s. 187.

¹¹ Дионисий Ячевский был одним из 35 студентов, которые после раскрытия подпольной организации Симона Конарского, были переведены из Киевского в Казанский университет. Встреча Л. Н. Толстого, который в годы 1840–1847 жил в Казани с тремя поляками: Дионисием Ячевским, Ахиллом Россоловским и Юзефом Бржозовским, нашла отражение в написанном в 1906 году рассказе «За что?» — трем действующим лицам даны их фамилии, Е. Бушканец, Юность гения, Нева 2008, № 8; Эйхенбаум Б. М., О прозе. Ленинград 1969, с. 114-115, A. Radzik, *Dionizy Jacewski i inni polscy studenci w Uniwersytecie Kazańskim w latach 40-tych XIX wieku*, [w:] *Annales Universitatis Paedagogicae Cracoviensis. Studia Historicolitteraria XIII pod red. T. Budrewicza i R. Stachury-Lury*, Kraków, 2013.

¹² Он был владельцем поместья Гайворон в Сквирском уезде, см. Сказания о населенных местностях Киевской губернии или Статистические, исторические и церковные заметки о всех деревнях, селах, местечках и городах, в пределах губернии находящихся. Собрал Лаврентий Иванович Похилевич, Киев, 1864, reprint: Біла Церква, 2005, с. 197.

¹³ Дата рождения Артура Ячевского требует уяснения. Часто употребляется биографами дата 3 ноября 1863 года. В копии Формулярного списка о службе «старшего специалиста по сельскохозяйственной части, не имеющего чина, дворянина Артура Ячевского (...)» написано, что он родился 23 января 1869 года. Та же дата рождения, 23 января 1869 года, в справке по метрическим книгам о родившихся Смоленского Римско-Католического Приходского Костела. Самим А. А. Ячевским была принята дата 1863 год.

¹⁴ Справка по метрическим книгам о родившихся Смоленского Римско-Католического Приходского Костела. Первым мужем Александры Голициной был граф Арсений Мощенский. W. Matlakowski, *Wspomnienia z życia przeszłego i teraźniejszego (1850-1895)*, Wrocław-Warszawa-Kraków, 1991, с. 253.

¹⁵ *Дворянские роды Российской Империи: 1721-1917*. Т. 1, Князья. / науч. ред. С. В. Думин, СПб. 1993, т. 2 с. 52-53.

¹⁶ Бугославский Г. К., Никитин В. А., *Город Гжатск и его уезд*. Смоленск, 1900, с. 60-61.

¹⁷ Земельные владения рода Голицыных в XVI — нач. XX вв. Составлено М. Б. Оленевым, www.vgd.ru/G/golicyn, 20. 08. 2009.

¹⁸ *Wielka rodzina w wielkim narodzie (1879)*, *Mieczem i krzyżem (1880-I, I-II)*, *Jan Sobieski i jego wiek (1882-5, I — IV)*, *Credo (1886)*, *Myśli szlachecka polskiego (1888)*, PSB, t. 34, с. 91; M. Ustrzycki, *Studium postaw ziemian polskich na kresach w XIX w. — przypadek rodziny Rzewuskich (gałąź na Pohrebyszczu)*, *Studia Historyczne*, R. XLIV, 2001/2, с. 221.

¹⁹ PSB, t. 34, с. 210.

Артур Артурович провел детские годы и молодость (как это было принято во многих дворянских семьях) в Швейцарии. «Он получил домашнее воспитание в объеме гимназического курса, затем слушал лекции при академии в Лозанне (которая вскоре превратилась в университет) и в Бернском университете на естественном факультете.

С 1889 г. посвятил себя исключительно микологии и фитопатологии. До 1895 г. жил в Швейцарии, затем переехал в Россию»²⁰.

В 1888 или 1889 году Артур Ячевский женился на Марии Александрович, дочери Марии Боженец-Еловицкой и Карла Александровича. И эта дворянская семья значительную часть года проводила на западе Европы, прежде всего в Женеве и ее окрестностях. Мария и Артур Ячевские жили в Монтре, где 15 ноября 1890 года родился их сын Стефан. Брак Марии и Артура не был счастливым и, когда сыну было 7 лет, брак был расторгнут.

Годы супружества с Марией Александрович были временем интенсивной научной работы Артура Ячевского. В это время возникают работы, посвященные микологической флоре Швейцарии, Франции, Алжира. В 1893 году Артур Артурович основал Ботаническое общество в Монтре, а в 1893-1896 годах был редактором научного журнала *Narcisse*, издаваемого на средства этого общества. В 1894 году, при активном участии Ботанического общества, он основал Ботанический сад (2044 м над уровнем моря) и стал его первым директором. В это время он посещал также родное поместье Рыльково в Смоленской губернии России. Летом 1892 года он провел там исследования микрофлоры, которые стали потом примером для исследований в других районах России²¹.

В конце 1894 года Артур Ячевский вернулся из Швейцарии в Рыльково, а потом переехал в Санкт-Петербург. Возможно, причиной решения покинуть Швейцарию были упомянутые выше личные обстоятельства. Его отъезд стал причиной упадка основанного им Ботанического сада. Об этом можно прочесть в издаваемой во Фрейбурге газете *La Liberté* от 14 июня 1896 года в известиях из кантона: «*La mode d'établir des jardins botaniques sur les montagnes se repand chaque jour davantage. Après celui de Bourg-St-Pierre, il en a surgi a Zermatt,*

au Lecco, au lac de Côme, dans le Dauphiné, etc. Celui que la Société botanique de Montreux avait établi sur les Rochers de Naye a malheureusement périclité depuis le depart de son principal fondateur M. A. de Jaczewsky. Il vient de renaître de ses cendres et va se transformer grâce au fait que, après sa dissolution, prononcée dimanche dernier en séance régulière, la Société botanique de Montreux a fait abandon de tous ses droits sur ce jardin à un nouveau Comité, qui s'est fondé le lendemain à Montreux et dont le president est M. H. Correvon, de Genève. Le jardin portera le nom de Rambertia, en l'honneur de l'auteur des Alpes suisses, qui était, on le sait, un enfant de Montreux (...). 8 июня 1896 года был основан новый комитет, а Ботанический сад, который получил название *Jardin Alpin des Rochers de Naye — La Rambertia*²², в таком виде существует до настоящего времени.

Мария Александрович-Ячевская после развода вышла замуж за офицера царской армии Адольфа Паквалина²³, сына по происхождению. В 1902 г. они жили в Варшаве, где Стефан Ячевский посещал среднюю школу. В семейном архиве сохранилась копия Формулярного списка о службе «старшего специалиста по сельскохозяйственной части, не имеющего чина дворянина Артура Ячевского (...), выдана ему из Департамента Земледелия, согласно прошению, для представления при определении сына в учебное заведение» 15 июля 1902 года. После окончания средней школы Стефан Ячевский учился в 1908-1914 годах на естественном факультете Университета в Женеве.

Второй женой Артура Артуровича Ячевского с 1903 года была Екатерина Владиславовна Булгарина²⁴, внучка Фадея Булгарина (1789-1859)²⁵. Кажется, что она вполне поддерживала Артура Артуровича в его научной деятельности. Свидетельством этого является ее письмо Владимиру Леонтьевичу Комарову от 24. 05. 1939 года, сохранившееся в Архиве Русской Академии Наук (№ 1685), в котором она обращается с просьбой переиздать некоторые работы покойного мужа, а также издать готовую рукопись работы: «Многоуважаемый Владимир Леонтьевич! Простите меня, если я решаюсь обратиться к Вам с большой просьбой, зная как Вы заняты! Вы знали моего покойного мужа, профессора Артура Артуровича

²⁰ Большая энциклопедия, т. 20, С. -Петербург, 1905, с. 799.

²¹ *Catalogue des Champignons recueillis en Russie en 1892 à Rylkovo, gouvernement de Smolensk, Bulletin de la Société Mycologique de France, 1893, s. 212-222.*

²² *Название в честь Е. Рамберта (1830-1886), профессора французской литературы, поэта и альпиниста.*

²³ *По семейным документам Мария была его женой в 1902 г. После репатриации в Польшу Адольф Паквалин стал офицером польской армии. В этом браке Мария Паквалина жила до своей смерти в 1941 году, она похоронена на кладбище Повонзки в Варшаве.*

²⁴ *Знакомству Е. В. Ячевской с Л. Ф. Достоевской посвящена статья А. Сочагина, Неизвестный корреспондент Любови Федоровны Достоевской, Нева, 12/2006, с. 272-274.*

²⁵ *L. Bazyłow, Polacy w Petersburgu, 1984, с. 158-169.*

Ячевского, знаете как много потрудился он для науки, труды его ценятся за пределами нашей страны. В числе работ его, оставшихся после него, есть рукопись готовая к изданию: «Монография Головневых СССР», просмотрена Владимиром Андреевичем Траншелом и дополнена сотрудницей моего мужа Л. С. Гутнер. Рукопись эта находится в Изд. в Всесоюзном Институте Защиты Растений, и мне так хотелось, чтобы ее напечатали. До сих пор московский Сельгиз и Всесоюзная Сельскохозяйственная Академия имени Ленина еще не давали ответа, и я хотела попросить вас, многоуважаемый Владимир Леонтиевич, замолвить Ваше доброе слово за меня. Предполагалось еще переиздать следующие работы профессора А. А. Ячевского «Карманный определитель грибов» выпуск I. Голосумчатые, вып. II. Мучнисторосяные грибы. Это издание давно исчерпано, и мне говорили, что многие желают приобрести эту книгу, ко мне лично обращались с запросами из Новой Зеландии и из Порто Рико, прося выслать это издание. И вот, многоуважаемый Владимир Леонтиевич, я решаюсь обратиться к Вам и просить Вашей помощи. Надеюсь, что Вы не рассердитесь на меня, ведь Вы меня совсем не помните. Простите еще раз, что беспокою Вас. Уважающая Вас Ек. Ячевская. Бульвар Профсоюзов д. 7 кв. 5».

Екатерина Владиславовна была матерью второго сына Артура Артуровича Петра (1908-1941), который является соавтором последней изданной перед смертью работы А. А. Ячевского — «Определителя грибов»²⁶.

Уже после смерти отца Петр Артурович женился (в 1933 или в 1934 году) на Вере Васильевне Комаровой²⁷. У них было двое детей — мальчики Артур и Виталий. Первенец Артур умер рано, в конце 30-х прошлого века от менингита. Трагической была судьба семьи во время блокады Ленинграда. Петр Артурович умер в феврале 1942 года от воспаления легких после сильного переохлаждения и простуды, полученных во время дежурств на крышах домов города, который фашисты нещадно бомбили. Екатерина Владиславовна, по свидетельству родственников, умерла в конце 1942 года от голода. Они похоронены на Пискаревском Мемориальном кладбище. Екатерина Владиславовна успела отправить в эвакуацию (вместе с сотрудниками ВИЗР) своего внука Виталия, сына Петра Артуровича, и невестку Веру

Васильевну по открывшейся единственной дороге — Дороге жизни через Ладожское озеро. После смерти Виталия Петровича Ячевского в России нет прямых потомков Артура Артуровича Ячевского.



Фото 1. Анджей Стефанович Ячевский, 1955 г.

В Польше живут потомки первого сына ученого, Стефана Ячевского, который после 1920 года работал учителем биологии в Варшаве, Щекотинах и Милянвке. Как педагог, воспитатель, а потом директор гимназии и лицея Стефан Ячевский пользовался большим уважением. Особенно важна была его деятельность во время войны в 1939-1945 годы, когда в Милянвке он был одним из главных организаторов тайного среднего обучения. Он умер в 1947 году, причиной смерти было сердечное заболевание. В браке с Марией Свентковской у него было двое детей — Ханна (р. 1927) и Анджей (р. 1929). Наследником биологических интересов и научной работы Артура Артуровича является его внук, профессор Анджей Ячевский, который является авторитетом в области проблематики биологического и полового созревания, и школьной медицины²⁸. Две его книги были переведены на русский язык²⁹. В военные годы он был учеником тайного обучения, а с 1942 года членом тайной организации харцерской «Шаре Шереги». В 1946 году он был арестован из-за принадлежности к группе АК «Кжиштов», скрывался до амнистии в 1947 году. После экзамена на аттестат зрелости стал в 1947-1952 годы студентом Медицинской Академии в Варшаве, которую окончил со специализацией по педиатрии. Три года работал орди-

²⁶ *Определитель грибов*, 3 изд., т. 1. Фикомицеты, М. -Л., 1931 (совм. с П. А. Ячевским).

²⁷ Информации от Людмилы Ивановны Берестецкой, старшего научного сотрудника Лаборатории микологии и фитопатологии им. А. А. Ячевского, которая получила их от Мадлены Васильевны Будич, родственницы Веры Васильевны Комаровой-Ячевской.

²⁸ 80-летию проф. Анджея Ячевского посвящена изданная его учениками книга *O człowieku i jego rozwoju nie tylko seksualnym. Prace dedykowane Profesorowi Andrzejowi Jacewskiemu*, pod red. Zbigniewa Izdebskiego, Zielona Góra, 2009.

²⁹ *О мальчиках и девочках; книга для подростков*; Москва 1991 (соав. Ванда Кобылецкая), *На пути к зрелости*, Москва, 1992.



Фото 2. Анджей Стефанович Ячевский в лаборатории микологии и фитопатологии ВИЗР, 2009 г.

натором детского отделения больницы в городе Горлице на юге Польши, куда был направлен по распределению. В 1955 году вернулся в Варша-

ву (фото 1), а в 1957 году начал научную работу, сначала в Институте Матери и Ребенка в Варшаве, потом в Медицинской Академии и Варшавском университете, где образовал Кафедру биомедицинских основ развития и воспитания. В течение 26 лет продолжалось его сотрудничество с польским телевидением, где он вел научно-популярные программы для школ. Всю жизнь участвовал также в харцерском движении в Польше. Профессор Анджей Ячевский, посетил в августе 2009 года и мае 2011 года город Санкт-Петербург и лабораторию микологии и фитопатологии им. Артура Артуровича Ячевского (фото 2). Сердечный контакт с сотрудниками позволил уточнить даты, узнать много фактов из жизни Артура Артуровича, познакомиться с замечательной личностью и трудами знаменитого Деда, который, несомненно, является одним из звеньев, связывающих русский и польский народы.

THE ARTHUR ARTUROVICH JACZEWSKI FAMILY HISTORY

Radzik A. Yu.

Pedagogical University, Cracow, Poland, aradzik@up.krakow.pl

The history of the family Jaczewski and eventful life Arthur A. Jaczewski are described. Members of the genus Jaczewski have made significant contributions to history, science and art of Poland and Russia.

СЫН АРТУРА АРТУРОВИЧА ЯЧЕВСКОГО — СТЕФАН ЯЧЕВСКИЙ (1890-1947 гг.) И ЕГО ПОЛЬСКАЯ СЕМЬЯ

Ячевский А. С.

с. Ропки, Малопольское воеводство, Польша, ajaczewski@poczta.onet.pl

Пишущий эти слова внук Артура Артуровича — это уже «господин постарше» — восьмидесятилетний... В течение десятилетий он о своем деде не имел почти никаких сведений, но все изменилось в 2007 году.

Что нам известно? О чем догадываемся? Артур Артурович Ячевский родился 23 января (4 февраля) 1863 года в селе Рыльково Гжатского уезда Смоленской губернии. Научное образование он получил в Лозаннском и Берлинском университетах, также слушал лекции в Сорбонне и Монпелье (Фото 1). В 1888 году он женился на польке Марии, урожденной Александрович, дочери дворян, живущих под Витебском. Ее семья значительную часть года проводила на западе Европы, чаще всего в Швейцарии. Через год после свадьбы, 15 ноября 1890 года в Монтре в Швейцарии родился их первый и единственный сын Стефан. Тогда

Артур Артурович занимался научными исследованиями и организаторской работой. Их жизнь в браке продолжалась короткое время, в 1897 году они решили расторгнуть его. Мария вернулась в Польшу, где вновь вышла замуж за полковника царской армии Адольфа Паввалина, с которым поселилась в Варшаве. Отношения между Стефаном и его отчимом были сдержанные. Стефан первоначально, как это было принято в дворянских семьях, учился дома. В 1902 году продолжил учебу в Варшаве в известной тогда гимназии Хжановского, где принял участие в антирусской патриотической «школьной забастовке». О нем



Фото 1. Артур Артурович Ячевский, 1887 год

и его школьной деятельности в своем романе-воспоминаниях «Туда-сюда» упоминал его тогдашний школьный друг, позже известный польский писатель Мельхиор Ванькович.

Естественные науки Стефан изучал в Женеве. Встретил ли он тогда своего отца Артура? На эту тему не найдено никакой информации. Но, вероятно, выбор высшего учебного заведения и факультета был не случайный. Об этом мой отец никогда много не рассказывал. О контактах сына Стефана с отцом Артуром мы практически ничего не знаем. В семье говорилось, что Мария и Артур решили расторгнуть брак вследствие глубоких различий в их характерах. Мария была красивой, общительной женщиной, любила светскую жизнь и развлечения. Артур, согласно семейным сообщениям, был трудолюбивым, активным ученым, очень занятым своими исследованиями, не нуждающимся в развлечениях светской жизни. Поэтому их брак оказался непрочным, а сын еще ребенком потерял связь с отцом. Прервалась ли она полностью? Встречались ли они друг с другом



Фото 2. Мария Александрович

в Петербурге или Женеве? Переписывались ли? Неизвестно до конца.

Странно, но в семье было мало информации о знаменитом предке — Артуре. Возможно, что это был результат недоброжелательного отношения к нему его бывшей жены Марии, моей бабушки, которая о своем первом муже никогда не рассказывала. Стефан был очень преданным и послушным сыном, думаю, что в этом отношении он мог бы всем быть примером.

и его школьной деятельности в своем романе-воспоминаниях «Туда-сюда» упоминал его тогдашний школьный друг, позже известный польский писатель Мельхиор Ванькович.

Естественные науки Стефан изучал в Женеве. Встретил ли он тогда своего отца

Артура?

Известно также, что в период Первой мировой войны и в начале революции Стефан пребывал в Петербурге. Как долго? Когда точно? Встречался ли он со своим отцом? В Петербурге, согласно сообщению его знакомой, Стефан работал в каком-то общежитии (возможно, что в польском) и очень его хвалил. Это были первые проявления его педагогического призвания и достижений, которые потом присутствовали в его жизни до самого конца.

Стефан Артурович был награжден «Медалью Независимости», что подтверждает его участие в национально-освободительной и патриотической деятельности. Он был человеком неразговорчивым, даже скрытным, скромным и никогда такой деятельностью не хвастался. Не могу вспомнить, чтобы когда-либо в моем присутствии он говорил о своем отце. С детства я запомнил только одно событие. Однажды, когда мне было лет пять, я разговаривал с матерью, и она сказала мне, что отец моего отца, значит мой дедушка, умер в России. Помню, что я спросил (с упреком!), почему отец не в трауре. Она ответила, что он и так одевается в черное.



Фото 3. Стефан Ячевский в молодости

Стефан Артурович преподавал биологию в средних учебных заведениях. Уже как учитель, в Варшаве, познакомился с коллегой, преподающей гимнастику на варшавской Праге. Потом они решили пожениться. Мария, урожденная Свионтковска, была энергичной женщиной, в прошлом связанной с армией: была легионеркой и сержантом во время войны в 20-м году. Мария происходила из мелкобуржуазной семьи. Ее мать была акушеркой, а отец ювелиром. Оба они были малообразованными, приличными людьми, пользующимися уважением в обществе.

После свадьбы в 1925 году молодые супруги уехали на работу в Щекоцины в Келецкой области. В учебный год 1926/1927 в Щекоцинской гимназии Стефан преподавал биологию и географию, а его жена Мария гимнастику. Там они жили по-спартански. После возвращения в Варшаву Стефан начал работу в престижной гимназии Лоренца, а также в подваршавском Милянвке. В Милянвке он жил до конца своих дней.

В 1927 году у них родилась дочь Ганна, а в 1929 году — второй ребенок, значит я, Анджей.

Супружество Стефана было дружным и счастливым, несмотря на холодное отношение жены Стефана к его матери. Думаю, что Стефан любил свою жену, а его воспитание, тактичность и сдержанность очень помогли ему поддерживать хоть и холодные, но очень редко конфликтные семейные отношения.

В этот период своей жизни Стефан, кроме работы по профессии, которая была весьма успешна, особенно увлекался естественными науками. В течение нескольких десятилетий он коллекционировал жуков. У него был большой шкаф с витринами, а в нем тысячи насекомых, наколотых на булавки и распределенных на классы. В свободное время он искал новые экземпляры: для этой «охоты» у него было профессиональное оборудование. Подражая движениям косаря, собирал в сетку насекомых с полей и лесов, искал их в лужах, прудах, под камнями. Зимой с большим увлечением занимался классификацией собранных им экземпляров, пользуясь при этом толстыми книгами — атласами на французском языке. Я сохранил в памяти бережное отношение отца к насекомым. Осматривая результаты своей ловли, он оставлял только те экземпляры, которые были целью его поиска, остальные же осторожно возвращал обратно в их естественную среду. После смерти Стефана его коллекцию семья подарила Естественноведческому музею в Варшаве.

Вторым увлечением Стефана были путешествия по Польше. Ежегодно для учеников гимназии организовывались краеведческие экскурсии в разные города и интересные регионы страны. Экскурсии эти пользовались большим интересом в школьной среде. Стефан особенно полюбил дикую неурегулированную Вислу. Каждый год, после окончания учебного года, на борту пассажирского судна (до войны такие судна еще существовали) он плыл из Варшавы в Гдыню. Гдыню с самого начала ее постройки посещал регулярно, собирал собственную фотографическую документацию, связанную с возникновением и развитием города. Тогда польское побережье было очень небольшое, но оно было целью ежегодных походов, местом отдыха и т. д. Море, в отличие от гор, было объектом увлечения отца и вызывало у него сильное волнение.

Кроме биологии он все чаще преподавал географию, особенно Польши. Возможно, это было связано с тем, что он увлекался путешествиями по родине. Во время оккупации занимался подготовкой учебника по географии и геологии для лицея. Работу над учебником он завершил, но после войны школьные программы значительно изменились, и учебник так и не был издан.

Это была единственная попытка отца написать публикацию, предназначенную для печати. Самым важным делом жизни Стефана была работа учителя, особенно воспитателя. Как учителя его ценили. В последний год перед войной его назначили на должность заместителя директора гимназии и лицея в Милянувке. Это было престижно и обещало улучшение материального состояния. Потом вспыхнула война, которая оборвала все планы. Перед лицом войны и поражения польского государства, а потом и жестокой оккупации, Стефан пережил глубокий кризис. Верил, как и большая часть общества, в силу польского государства и союзников, особенно — в солидарность и силу Франции. С надеждой слушал сообщения на французском языке по «Радио Тулуза». Поражение Парижа и капитуляция Франции для многих поляков были шоком. Многие потеряли надежду на победу, а шок после поражения вызвал эпидемию самоубийств. К счастью, хотя Стефан глубоко пережил падение, компрометацию своего идола и разочарование Францией, он начал организовывать гражданские формы сопротивления, посвящая этому делу всю свою энергию. О германской оккупации Польши во время Второй мировой войны написаны толстые книги. Кажется, все это правда. С самого начала действовало движение сопротивления, национально-освободительные организации, прежде всего, беспре-



Фото 4. Стефан Ячевский. 1947 г.

цедентная в пределах Европы, Армия Крайова. Велись партизанская война и саботаж. Без сомнений, самым важным моментом было Варшавское восстание в 1944 г. Описание вооруженной борьбы в историографии занимает больше места, чем описание гражданских форм сопротив-

ления, которые были наиболее эффективным средством в борьбе за сохранение национального самосознания. В движении сопротивления особенное место занимало подпольное обучение. Агрессор ликвидировал все высшие и средние учебные заведения. Остались только начальные школы с убогой программой и примитивные профессиональные училища. Однако, очень быстро появилось спонтанное подпольное обучение, которое велось в группах, состоящих из нескольких человек, на уровне средних и даже

высших учебных заведений. Когда общество очнулось после шока, связанного с поражением, началась массовая незаконная просветительская деятельность. В этой деятельности (под угрозой репрессий, включая в это смерть) принимал активное участие Стефан Артурович. В Милянувке под Варшавой он организовал незаконное, тайное обучение, благодаря которому образование получили многие молодые люди. Во время тайного обучения аттестат зрелости получили свыше двухсот учеников. Потом большое их количество, при помощи системы контактов, в которых принимал участие Стефан, поступила в подпольные вузы в Варшаве. В этой патриотической деятельности Стефану Артуровичу принадлежит большая роль. Он не принимал участия в вооруженной борьбе: был физически слаб, страдал пороком сердца. Поэтому не был пригодным для военной службы, никогда не служил в армии. Думаю, что не только состояние здоровья, но также темперамент, психическое предрасположение определили выбор им профессии учителя. Заслуги Стефана как организатора, администратора и руководителя крупного аппарата подпольного просвещения после войны были многократно подчеркнуты и справедливо оценены, особенно молодежью, которая столкнулась с его деятельностью. После окончания войны Стефан был назначен на должность директора гимназии и лицея в Милянувке. Он был прогрессивным человеком с левыми взглядами. Перед войной подписался на журнал «Рабочий», был сторонником Польской социалистической партии. К новому строю относился с одной стороны осторожно, а с другой — с надеждой. Был противником вооруженной борьбы: продолжению методов немецкой оккупации. Когда я, его сын, связался с вооруженной подпольной организацией против «социалистической власти», он беседовал со мной, представлял свои аргументы. Однако, не возражал, уважал автономию шестнадцатилетнего юноши, никогда не навязывал своего мнения.

Умер Стефан истощенный войной, оккупацией, бедностью. Несколько лет спустя в «Истории лицея в Милянувке» написали: «Очень важным событием в жизни нашей школы была смерть директора Стефана Ячевского 8 мая 1947 года. Ушел замечательный преподаватель, обладающий глубокими знаниями, человек большого сердца».

Ушел перед тем, как в Польше начался период политических репрессий. Не дожидаясь времени, когда мог быть жестоко лишен своей должности, или сам бы от нее отказался, не соглашаясь с методами, которыми действовала власть. Судьба его

поощадила. В этом месте мне представляется очередное (находим их несколько) сходство с биографией отца — Артура Артуровича. И его, если бы не умер в 1932 году, без сомнений, коснулись бы жестокие преследования. Ни дворянского происхождения (мать княжна Голицина), ни многочисленных контактов с Западом ему бы не простили. Оба ушли, как бы это сказать, вовремя...

По 2007 год все мои усилия, направленные на то, чтобы отыскать потомков Артура Артуровича, получить более детальную информацию о моем родном дедушке и его научной деятельности, не принесли результатов. Когда в СССР издали перевод моих двух книг, что вызвало у меня чувство гордости и удовлетворения, в предисловии я написал: «Но у меня есть еще личные поводы радоваться тому, что моя книга переведена именно на русский язык. С вашей страной меня многое связывает: мой дедушка был профессором Петербургского, а затем Ленинградского университета. Он был одним из тех поляков, которые выступали как бы связующим звеном между нашими народами. Знаю, что он женился на русской, умер в Ленинграде в 1935 году (ошибка!). Давно это было, и я лично не знал ни деда, ни его семью. Но эта родственная связь глубоко коренится во мне, и думается, что было бы прекрасно, если бы простых человеческих взаимоотношений, а не официальных и парадных было между нами больше»¹.

Я тихо надеялся на то, что моя книга попадет в руки какого-либо моего незнакомого двоюродного брата и мне повезет установить контакт с семьей дедушки.

Именно в 2007 году мне позвонила профессор Мария Лавринович — польский миколог. По приглашению Микологической лаборатории имени Артура Артуровича Ячевского она собиралась в Петербург. Она спросила меня: разве создатель и покровитель этого научного учреждения это не мой родственник? Я ответил, что он мой родной дедушка. Польская представительница микологии приветствовала Конференцию от моего имени — внука Артура Артуровича. Это событие вызвало удивление: откуда в Польше внук Артура Артуровича? Тогда биографисты узнали о польской нитке в его биографии, и началось мое замечательное приключение (на старости...). Потом наступили близкие и дружеские контакты с сотрудниками Лаборатории, обмен информацией, обнаружение следов жизни и деятельности крупного ученого — моего дедушки. Установить контакты помогала мне профессор Педагогического университета в Кракове, лингвист доктор Анна Радзик. Потом были мои два

¹ Фрагмент предисловия из книги: Ванда Кобылецка — Анжей Ячевский, *О мальчиках и девочках*, Профиздат, 1991.

визита в Петербург: я посетил красивый город и могилу лично знакомого, но такого важного для меня дедушки. Для моих друзей в Петербурге,

для их поисков в биографии Артура Артуровича я написал этот текст — о его первородном, но, пожалуй, достаточно отдаленном сыне.

**THE SON OF ARTHUR ARTUROVICH JACZEWSKI —
STEPHEN JACZEWSKI (1890-1947) AND HIS POLISH FAMILY**

Jaczewski A.S.

Ropka, Malopolska province, Poland, ajaczewski@poczta.onet.pl

The author is grandson of A.A. Jaczewski and for many years did not know anything about the fate of his ancestor. Only in 2007 the situation was changed and he discovered that his grandfather — the Great Russian mycologist and plant pathologist, one of the most outstanding Russian biologists of the twentieth century. He met with the laboratory founded by his grandfather, the laboratory, where the main interests of A.A. Jaczewski were concentrated and where he obtained his main results. The author tells about the first wife of A.A. Jaczewski, which was Polish, and a complicated life of the family, related to the historical events of the last 100 years.

Раздел 2

Доклады сотрудников
лаборатории микологии
и фитопатологии
им. А. А. Ячевского ВИЗР

АФИЦИДНЫЕ СВОЙСТВА ФИТОПАТОГЕННЫХ АСКОМИЦЕТОВ

Берестецкий А. О., Аполлонова Л. С., Сокорнова С. В., Черменская Т. Д.

*Всероссийский научно-исследовательский институт
защиты растений Россельхозакадемии (ВИЗР),
Санкт-Петербург — Пушкин, Россия, aberestetski@yahoo.com*

Проведена первичная оценка инсектицидной активности фитопатогенных аскомицетов по отношению к виковой тле (*Megoura viciae*). Культуральный фильтрат 9 (45%) из 20 изученных изолятов грибов ингибировал двигательную активность тли. Экстракты культурального фильтрата и мицелия патогена мака *Dendryphion penicillatum* показали более высокую афицидную активность, чем эталонный коммерческий инсектицид. Таким образом, фитопатогенные аскомицеты могут являться продуцентами инсектицидных метаболитов.

Ключевые слова: фитопатогены, аскомицеты, афицидная активность, виковая тля.

К настоящему времени накоплено определенное количество свидетельств того, что грибы филлосферы способны образовывать метаболиты, регулирующие поведение насекомых либо обладающие инсектицидными свойствами (Fäldt et al., 1999; Daisy et al., 2002). Так, из культурального фильтрата, полученного в результате ферментации возбудителя сетчатой пятнистости листьев ячменя (*Rhynchospora teres*) на ряде жидких питательных сред, выделен и в 1996 г. запатентован ряд инсектицидных метаболитов (Manker et al., 1996). Из хвои ели красной было выделено 150 штаммов грибов, которые были протестированы на инсектицидную активность на гусеницах мельничной огневки. Было отобрано 3 штамма, из культуры которых было выделено 4 новых инсектицидных метаболита (Sumarah et al., 2010). У некоторых фитопатогенных грибов выявлены метаболиты с инсектицидными свойствами, характерные для энтомопатогенов. Так, деструксин В отвечает за патогенные свойства фитопатогенного гриба *Alternaria brassicae* и энтомопатогенного гриба *Metarhizium anisopliae* (Vey et al., 2001). Фомекол обнаружен у *Nigrospora sacchari* и *Hirsutella thompsonii* var. *synnematosana* (Fukushima et al., 1998), боверидин — у *Beauveria bassiana*, видов *Isaria* и некоторых фитопатогенных видов рода *Fusarium* (Wang, Xu, 2012). Эти данные предполагают не изученную до сих пор возможную эволюционную связь между некоторыми видами энтомопатогенных и фитопатогенных грибов, а также более широкую представленность продуцентов хеморегуляторов поведения насекомых среди микроорганизмов филлосферы.

Целью данного исследования было проведение первичной оценки инсектицидной активности фитопатогенных аскомицетов по отношению к виковой тле (*Megoura viciae*) и определение дальнейших перспектив поиска и изучения хеморегуляторов поведения насекомых, образуемых упомянутой группой грибов.

В работе использованы 20 изолятов фитопатогенных грибов из рабочей коллекции лаборатории микологии и фитопатологии ВИЗР. Грибы культивировали в 100-мл конических колбах на двух жидких питательных средах (25 мл/колбу): глюкозо-аспаргиновой среде (ГА) и синтетической среде М-1-Д. Культуры грибов инкубировали стационарно 3 недели при переменном освещении (12 ч в день) и постоянной температуре 24°C. Для биологической оценки использовали культуральный фильтрат — супернатант, полученный в результате центрифугирования культуральной жидкости в течение 10 мин при 14 000 об/мин.

Гриб, показавший максимальную афицидную активность (*Dendryphion penicillatum*), культивировали 14 суток на жидкой питательной среде М-1-Д общим объемом 1 л. После отделения биомассы на фильтровальную бумагу, культуральный фильтрат (850 мл) последовательно экстрагировали *n*-гексаном, хлористым метиленом, диэтиловым эфиром и этилацетатом по 300 мл дважды. Высушенный мицелий вместе с фильтровальной бумагой экстрагировали 96% этанолом объемом 100 мл сначала 1 час, затем — 1 сутки. Растворители отгоняли на ротаторном испарителе, после чего оценивали инсектицидную активность полученных экстрактов.

Для определения контактной инсектицидной активности культурального фильтрата и экстрактов грибов использовали лабораторную культуру виковой тли (*Megoura viciae*), которую содержали в инкубаторе при температуре 20°C и 16-ч световом дне на проростках бобов.

Для первичной оценки инсектицидной активности грибов использовали культуральный фильтрат, которым пропитывали диск фильтровальной бумаги диаметром 3,6 см (250 мкл/диск) в пластиковой чашке Петри диаметром 4 см. Затем в чашку вносили личинок тли старшего возраста (около 20 особей на чашку).

Для оценки инсектицидной активности экстрактов на фильтровальную бумагу наносили 250 мг сухого вещества в растворителе, после упаривания которого бумагу пропитывали 250 мкл дистиллированной воды и переносили в чашку Петри. В качестве контроля использовали неинкубированные питательные жидкие среды и дистиллированную воду, а в качестве эталона (положительного контроля) 0,4%-ный раствор ботанического инсектицида Neemazal TS (производство Trifolium, Германия). Опыт выполнен в 4 повторностях.

Через 4 ч инкубации при искусственном освещении и температуре 24°C проводили учет уровня смертности тли. О биологической эффективности экстрактов судили по среднему проценту гибели вредителя по сравнению с контролем.

Культуральный фильтрат (КФ) 9 (45%) из 20 изученных изолятов вызывал гибель тли. При культивировании грибов на среде ГА выявлено 6 потенциальных продуцентов инсектицидных веществ, на среде M-1-D — 7. Заметную инсектицидную активность (более 30% погибших особей) проявил КФ *Ascochyta* sp. N 8, *Phoma exigua* N 23, *Phoma* sp. K-44, *Septoria* sp. N 27, *Verticillium dahliae* N 33. Однако КФ этих грибов не вызывал 100%-ную гибель насекомых.

В повторном эксперименте с использованием 4 изолятов отобранных грибов наибольшая афидицидная активность была зафиксирована для КФ *Dendryphon penicillatum* N 30 на 2 неделю культивирования на обеих использованных в работе средах. Активность КФ остальных грибов не

превышала 25%, причем на среде M1-D она была в среднем выше, чем на ГА. Пик активности у различных изолятов грибов проявлялся в различные сроки культивирования.

Чтобы подтвердить способность отобранных изолятов грибов образовывать инсектицидные метаболиты использовали изолят *D. penicillatum* N 30. Этот гриб — возбудитель гельминтоспориоза мака снотворного. Данные о возможных трофических связях *D. penicillatum* с насекомыми в литературе отсутствуют.

Из КФ и мицелия 2-недельной культуры *D. penicillatum* N 30 были получены экстракты для оценки их активности. Максимальную инсектицидную активность (около 75%), с поправкой на гибель в контроле, показал гексановый экстракт КФ. Активность других экстрактов КФ не превышала 18%. Высокую биологическую эффективность (около 60%) проявил этанольный экстракт мицелия гриба. В положительном контроле — при использовании коммерческого природного инсектицида — гибель тли была на уровне 50% (табл.). Таким образом, метаболитный комплекс гриба обладает инсектицидными свойствами. В дальнейшем необходимым является выделение индивидуальных соединений гриба и подтверждение их афидицидной активности.

Таким образом, на основании проведенных исследований экспериментально показана потенциальная возможность фитопатогенных аскомицетов образовывать инсектицидные метаболиты.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 12-04-00853).

Таблица. Биологическая эффективность экстрактов (0,1%) культурального фильтрата и мицелия *Dendryphon penicillatum* N 30, выращенного на среде M1D

Экстракт	Выход	Смертность тли, %	Биологическая эффективность, % к контролю
Гексановый	9,2 мг/л	78,8 ± 6,57 a	74,3
Хлористометиленовый	5,9 мг/л	20,0 ± 2,04 b	3,0
Эфирный	4,4 мг/л	32,5 ± 5,20 c	18,2
Этилацетатный	17,2 мг/л	27,5 ± 6,61 bc	12,1
Водный остаток		36,3 ± 4,27 c	22,8
Этанольный (мицелия)	9,1%	66,3 ± 5,54 d	59,2
Neemazal TS 0,4%		48,8 ± 16,63 cd	
Контроль (без обработки)		17,5 ± 1,44 b	—

Примечание. Значения, отмеченные одной и той же буквой, существенно различаются при $p < 0.05$.

Литература

- Daisy B. H., Strobel G. A., Castillo U., Ezra D., Sears J., Weaver D. K., Runyon J. B. Naphthalene, an insect repellent, is produced by *Muscodor vitigenus*, a novel endophytic fungus // *Microbiology*, 2002, vol. 148, p. 3737–3741.
 Fäldt J., Jonsell M., Nordlander G. N., Borg-Karlson A. K. Volatiles of bracket fungi *Fomitopsis pinicola* and *Fomes*

fomentarius and their functions as insect attractants // *J. Chem. Ecol.*, 1999, vol. 25, p. 567–590.

Fukushima T., Tanaka M., Gohbara M., Fujimori T. Phytotoxicity of 3 lactones from *Nigrospora sacchari* // *Phytochemistry*, 1998, vol. 48, p. 625–630.

Manker D. C., Rosendahl C. N., Heide M., Bachmann T. L., Nielsen R. I. Fungicidal and insecticidal compounds and compositions derived from fungal strains of *Prenophora teres* // *United States Patent*, 1996, № 5491122.

Sumarah M. W., Puniani E., Sørensen D., Blackwell B., Miller J. D. Secondary metabolites from anti-insect extracts of endophytic fungi isolated from *Picea rubens* // *Phytochemistry*, 2010, vol. 71, p. 760–765.

Vey A., Hoagland R., Butt T. M. Toxic metabolites of fungal biocontrol agents // *Fungi as biocontrol agents*. Wallingford: CAB International, 2001, p. 311–345.

Wang Q., Xu L. Beauvericin, a bioactive compound produced by fungi: a short review // *Molecules*, 2012, vol. 17, p. 2367–2377.

APHICIDE PROPERTIES OF PHYTOPATHOGENIC ASCOMYCETES

Berestetskiy A. O., Apollonova L. S., Sokornova S. V., Chermenskaya T. D.

All-Russian Institute of Plant Protection (VIZR), St.-Petersburg, Russia, aberestetski@yahoo.com

Insecticidal activity of phytopathogenic ascomycetes (20 isolates) was evaluated using *Megoura viciae* as a test model. Culture filtrate of 9 isolates (45% of the total amount) showed aphicide activity. Extracts obtained from culture filtrate and mycelium of *Dendryphon penicillatum*, a pathogen of *Papaver* spp., were significantly more active than an etalon, Neemazal (a commercial botanic insecticide). These data shows a potential ability of plant pathogenic fungi to produce insect regulators.

Key words: plant pathogens, ascomycetes, aphicide activity, Megoura viciae.

НОВЫЕ ВИДЫ ГРИБОВ FUSARIUM, ВЫЯВЛЕННЫЕ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

Гагкаева Т. Ю., Гаврилова О. П.

*Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений
Россельхозакадемии (ВИЗР), Санкт-Петербург — Пушкин, Россия, t.gagkaeva@yahoo.com*

Использование комплекса морфометрических, физиологических, биохимических и молекулярных методов в изучении генетического разнообразия грибов рода *Fusarium* дает представление о степени дифференциации морфологически сходных организмов и позволяет уточнить филогенетические связи внутри таксона. Детальное исследование свойств фузариевых грибов привело к выявлению новых для науки видов — *F. ussurianum* и *F. sibiricum*.

Ключевые слова: ареалы, виды, грибы, род Fusarium.

Широкое распространение, значительная вредоносность и способность к образованию разнообразных микотоксинов обеспечивают грибам рода *Fusarium* постоянный интерес со стороны исследователей. Выявление существующего разнообразия грибов сталкивается со сложностью дифференциации видового состава. Использование обычного морфометрического анализа не всегда дает возможность четко идентифицировать виды, имеющие перекрывающийся диапазон признаков, учитывая их ограниченность и нестабильность.

Применение комплекса морфометрических,

физиологических, биохимических и молекулярных методов привело к уточнению границ спорных видов, выявлению новых видов грибов, имеющих морфологические характеристики сходные с уже известными видами, и установлению их филогенетических связей (O'Donnell et al., 2000; Aoki et al., 2003; Scauflaire et al., 2011). Совершенствование методов идентификации позволяет на новом уровне решать различные исследовательские задачи в процессе познания биологического разнообразия и его изменения во времени. Существующая сегодня концепция

видов, сходных по морфологическим признакам и имеющих монофиалитическое происхождение, предполагает объединение их в комплексы, например, «*Fusarium oxysporum species complex*» и «*F. solani species complex*» (O'Donnell, 2000; Michielse, Rep, 2009).

Детальное изучение комплексов видов характеризует эколого-биохимические аспекты пластичности грибов *Fusarium* (широта ареалов, приуроченность к определенным климатическим условиям, трофическая специализация), а также позволяет выявлять процессы видообразования и генетической адаптации. По словам А. А. Ячевского (1927) «между физиологическими свойствами и строением живого существа имеется самая тесная связь, и всякое биологическое изменение, в конце концов, неизбежно влечет за собой более или менее явную модификацию морфологических изменений».

Пространственная разобщенность влечет за собой формирование локальных популяций, которые в результате изоляции могут приобрести самобытные свойства (аллотропическое видообразование). Один из наиболее изученных на сегодня видов *F. graminearum* Schwabe — высоко агрессивный патоген, распространенный в виде локальных популяций. Несмотря на широкое внутривидовое разнообразие штаммов, до недавнего времени *F. graminearum* рассматривали как единый полиморфный вид. Однако, мультилокусный молекулярный анализ штаммов различного географического происхождения выявил филогенетически различающиеся линии, группирующиеся в кластеры в соответствии с их географическим происхождением: южно-американский, центрально-американский, азиатский, европейский. Исследование большого количества изолятов позволило более точно установить наличие филогенетических линий комплекса видов *F. graminearum*, морфологически сходных, которые произошли независимо в различных географически изолированных популяциях патогена (O'Donnell et al., 2004; Starkey et al., 2007). В настоящее время 15 филогенетических линий получили ранг видов, вместе составляющих комплекс видов *F. graminearum* «*F. graminearum species complex*»: *F. austroamericanum* T. Aoki, Kistler, Geiser et O'Donnell, *F. meridionale* T. Aoki, Kistler, Geiser et O'Donnell, *F. boothii* O'Donnell, T. Aoki, Kistler et Geiser, *F. mesoamericanum* T. Aoki, Kistler, Geiser et O'Donnell, *F. acaciae-mearnsii* O'Donnell, T. Aoki, Kistler et Geiser, *F. asiaticum* O'Donnell, T. Aoki, Kistler et Geiser, *F. graminearum sensu stricto*, *F. cortaderiae* O'Donnell, T. Aoki, Kistler et Geiser, *F. brasiliicum* T. Aoki, Kistler, Geiser et O'Donnell (O'Donnell et al., 2004), *F. vorosii* B. T. th, Varga, Starkey, O'Donnell, H. Suga et T. Aoki, *F. gerlachii* T. Aoki, Starkey,

L. R. Gale, Kistler et O'Donnell (Starkey et al., 2007), *F. ussurianum* T. Aoki, Gagkaeva, Yli-Mattila, Kistler et O'Donnell (Yli-Mattila et al., 2009), *F. aethiopicum* O'Donnell, Abera, Kistler et T. Aoki (O'Donnell et al., 2008); *F. nepalense* T. Aoki, Carter, Nicholson, Kistler et O'Donnell, *F. louisianense* Gale, Kistler, O'Donnell et T. Aoki, (Sarver et al., 2011).

Согласно нашим исследованиям, на территории России, в основном, встречается *F. graminearum sensu stricto*. Вместе с тем, мультилокусный анализ ДНК штаммов грибов дальневосточного происхождения позволил выявить еще два других вида из комплекса *F. graminearum*, филогенетически близких к азиатской группе видов — новый для территории России вид *F. vorosii* и новый для науки вид *F. ussurianum* (Yli-Mattila et al., 2009). Известно, что первый изолят гриба *F. vorosii* был выделен из зерна пшеницы в 2002 году в Венгрии, впоследствии сравнительный анализ его свойств с изолятами из Японии привел к описанию нового филогенетического вида — *F. vorosii*. По всей видимости, занос одного изолята данного гриба в Венгрию из ареала его постоянного обитания на азиатской территории является результатом антропогенной деятельности.

Грибы *F. sporotrichioides* Sherb. и *F. roae* (Peck.) Wollenw. характеризуются широкой экологической валентностью, позволяющей им адаптироваться в различных экологических условиях. На территории России эти виды грибов выделяются из всех зон возделывания зерновых культур. Однако в отличие от *F. roae*, который выделяется, в основном, из злаковых культур, *F. sporotrichioides* способен поражать обширный круг растений (Гагкаева и др., 2011).

Изучение внутривидового разнообразия гриба *F. roae* привело к описанию нового для науки вида *F. langsethiae* Torp et Nirenberg (Torp, Nirenberg, 2004). Еще несколько лет назад исследователи полагали, что распространение *F. langsethiae* ограничено странами Европы с умеренным климатом. Однако в дальнейшем этот гриб был обнаружен в Италии (Infantino et al., 2007), Греции (Gavrilova et al., 2010) и Иране (Kachuei et al., 2009). В России *F. langsethiae* впервые выявлен в 2003 г. в Ленинградской области, а в последующие годы на всей европейской территории России с различной частотой встречаемости, а также единично в Тюменской области (Гагкаева и др., 2011).

В то же время, на дальневосточной территории России и в Сибири были выявлены изоляты грибов, по своим свойствам близкие к *F. roae* и *F. langsethiae* (Буркин и др., 2008). Совокупный анализ морфологических, физиологических, биохимических и молекулярно-генетических свойств этой группы штаммов привел к описанию нового для науки вида — *F. sibiricum* Gagkaeva, Burkin,

Kononenko, GavriloVA, O'Donnell, Aoki, et Yli-Mattila, филогенетически близкого к группе грибов *F. sporotrichioides*, *F. роae* и *F. langsethiae* (Yli-Mattila et al., 2011). Установлено, что единичные изоляты *F. sibiricum* встречаются также в Иране в комплексе грибов, вызывающих фузариоз зерна (Kachuei et al., 2009). Вне азиатского ареала выявлен единичный изолят *F. sibiricum* (IBT 9959) — в Норвегии (Yli-Mattila et al., 2011). Дальнейшее уточнение ареалов недавно описанных видов грибов представляет значительный научный и практический интерес.

Работа частично поддержана средствами Государственного Контракта № 14.518.11.7067. Целью данного исследования было проведение первичной оценки инсектицидной активности фитопатогенных аскомицетов по отношению к виковой тле (*Megoura viciae*) и определение дальнейших перспектив поиска и изучения хеморегуляторов поведения насекомых, образуемых упомянутой группой грибов.

Литература

- Буркин А. А., Соболева Н. А., Кононенко Г. П. Токсикообразующая способность штаммов *Fusarium роae* из зерна хлебных злаков Восточно-Сибирского и Дальневосточного регионов // Микология и фитопатология, 2008, 42, 4, с. 354–358.
- Гагкаева и др., 2011 Гагкаева Т. Ю., Гаврилова О. П., Левитин М. М., Новожилов К. В. Фузариоз зерновых культур // Защита растений и карантин, 2011, 5, с. 63–120.
- Ячевский А. А. К филогенетике грибов / Юбилейный сборник, посвященный И. П. Бородину. Под ред. А. А. Ячевского. Л., 1927, с. 143–179.
- Aoki T., O'Donnell K., Homma Y., Lattanzi A. R. Sudden-death syndrome of soybean is caused by two morphologically and phylogenetically distinct species within the *Fusarium solani* species complex — *F. virguliforme* in North America and *F. tucumaniae* in South America // Mycologia, 2003, 95, 4, p. 660–684.
- GavriloVA O., Gagkaeva T., Burkin A., Kononenko G. Characterization of *Fusarium langsethiae* isolates originated from different regions of Russia and North Europe. Book of Abstracts 11th European *Fusarium* Seminar «*Fusarium* — Mycotoxins, Taxonomy, Pathogenicity and Host Resistance», 20–23 September 2010, Radzikow, Poland, 2010, p. 129–130.
- Infantino A., Pucco N., Conca G., Santori A. First Report of *Fusarium langsethiae* on durum wheat kernels in Italy // Plant Dis., 2007, 91, p. 1362.
- Kachuei R., Yadegari M. H., Rezaie S., Allameh A., Safaie N., Zaini F., Yazd F. K. Investigation of stored mycoflora, reporting the *Fusarium cf. langsethiae* in three provinces of Iran during 2007 // Annals of Microbiol., 2009, 59, 2, p. 383–390.
- Michielse C. B., Rep M. Pathogen profile update: *Fusarium oxysporum* // Mol. Plant Pathol., 2009, 10, p. 311–324.
- O'Donnell K. Molecular phylogeny of the *Nectria haematococca-Fusarium solani* species complex // Mycologia, 2000, 92(5), p. 919–938.
- O'Donnell K., Kistler H. C., Tacke B. K., Casper H. H. Gene genealogies reveal global phylogeographic structure and reproductive isolation among lineages of *Fusarium graminearum*, the fungus causing wheat scab // Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 2000, 97, p. 7905–7910.
- O'Donnell K., Ward T. J., Aberra D., Kistler H. C., Aoki T., Orwig Kimura M., Bj rnstad , Klemsdal S. Multilocus genotyping and molecular phylogenetics resolve a novel head blight pathogen within the *Fusarium graminearum* species complex from Ethiopia // Fungal Genet. Biol., 2008, 45, 11, p. 1514–1522.
- O'Donnell K., Ward T. J., Geiser D. M., Kistler H. C., Aoki T. Genealogical concordance between mating type locus and seven other nuclear genes supports formal recognition of nine phylogenetically distinct species within the *Fusarium graminearum* clade // Fungal Genet. Biol., 2004, 41, p. 600–623.
- Sarver B. A. J., Ward T. J., Gale L. R., Broz K., Kistler H. C., Aoki T., Nicholson P., Carter J., O'Donnell K. Novel *Fusarium* head blight pathogens from Nepal and Louisiana revealed by multilocus genealogical concordance // Fungal Genet. Biol., 2011, 48, p. 1096–1107.
- Scauflaire J., Gourgue M., Munaut F. *Fusarium temperatum* sp. nov. from maize, an emergent species closely related to *Fusarium subglutinans* // Mycologia, 2011, 103(3), p. 586–597.
- Starkey D. E., Ward T. J., Aoki T., Gale L. R., Kistler H. C., Geiser D. M., Suga H., T th B., Varga J., O'Donnell K. Global molecular surveillance reveals novel *Fusarium* head blight species and trichothecene toxin diversity // Fungal Genet. Biol., 2007, 44, p. 1191–1204.
- Torp M., Nirenberg H. I. *Fusarium langsethiae* sp. nov. on cereals in Europe // Intern. J. Food Microbiol., 2004, 95, p. 247–256.
- Yli-Mattila T., Gagkaeva T., Ward T. J., Aoki T., Kistler H. C., O'Donnell K. A novel Asian clade within the *Fusarium graminearum* species complex includes a newly discovered cereal head blight pathogen from the Far East of Russia // Mycologia, 2009, 101(6), p. 841–852.

Yli-Mattila T., Ward T. J., O'Donnell K., Proctor R. H., Burkin A. A., Kononenko G. P., Gavrilova O. P., Aoki T., McCormick S. P., Gagkaeva T. Yu. Fusarium sibiricum sp. nov, a novel type A trichothecene-producing Fusarium from northern Asia closely related to F. sporotrichioides and F. langsethiae// Inter. J. of Food Microbiology, 2011, 147, 1, p. 58–68.

NEW SPECIES OF FUSARIUM FUNGI IDENTIFIED IN RUSSIA

Gagkaeva T. Yu., Gavrilova O. P.

*All-Russian Institute of Plant Protection (VIZR),
St.-Petersburg, Russia, t.gagkaeva@yahoo.com*

An integrated approach (morphometric, physiological, biochemical, and molecular methods) to study a genetic diversity of *Fusarium* fungi provides insight into degree of differentiation of morphologically similar organisms and clarify the phylogenetic relationships within the taxon. The use of the detailed research has led to identification of two new species, *F. ussurianum* and *F. sibiricum*.

Key words: areas, species, fungi, genus Fusarium.

СИСТЕМАТИКА АЛЬТЕРНАРИОИДНЫХ ГИФОМИЦЕТОВ И ИХ РАСПРОСТРАНЕНИЕ В РОССИИ

Ганнибал Ф. Б.

*Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений
Россельхозакадемии (ВИЗР), Санкт-Петербург — Пушкин, Россия, phbgannibal@yandex.ru*

История таксономии рода *Alternaria* продолжительна и насыщена. До начала XXI века таксономия этого рода была основана на морфологических признаках. С начала 2000-х гг. изучается молекулярная филогения *Alternaria* и других сходных родов, что привело к пересмотру системы и выделению такой группы, как альтернариоидные гифомицеты, объединяющей 11 филогенетически близких родов. Виды рода *Alternaria* сгруппированы в 8 секций. На основе данных из литературы и данных автора подсчитано, что на территории России присутствует около 40 видов 8 родов альтернариоидных гифомицетов.

Ключевые слова: Alternaria, Ulocladium, филогения.

Род *Alternaria* и несколько близкородственных родов вместе составляют группу, именуемую альтернариоидные гифомицеты, представляющую собой анаморфы сумчатых грибов семейства Pleosporaceae. История таксономии и номенклатуры альтернариоидных гифомицетов продолжительна и насыщена. Род *Alternaria* был описан Nees в 1816 г. В XIX веке было описано еще три рода (*Macrosporium*, *Brachycladium* и *Ulocladium*) и некоторое количество новых видов. К 30-м годам XX века накопилось большое количество информации по биоразнообразию *Alternaria* и сходных темноокрашенных гифомицетов. В том числе, к этому моменту оказалось описано много десятков видов, зачастую очень сходных и не всегда с хорошо интерпретируемыми диагнозами. Поэтому возникла необходимость проведения реви-

зии в первую очередь наиболее крупных родов — *Alternaria* и *Macrosporium*, что было выполнено в 30–40-х годах сразу несколькими исследователями (Wiltshire, 1933; Groves, Skolko, 1944; Neergaard, 1945). Затем результаты еще одной ревизии в 1967 г. были опубликованы в виде монографии (Joly, 1964).

С 60-х годов XX века по 2000-е шло подробное изучение морфологического разнообразия *Alternaria* и близких видов, которые в то время было принято именовать феодиктиоспоровыми. В 1969 г. был упразднен бывший до этого крупным по числу видов род *Macrosporium* (Левкина, 1984). В качестве таксономически важных стали использоваться новые морфологические признаки. Это позволило провести ревизию рода *Alternaria* и *Ulocladium*, перевести в синонимы

несколько сотен видовых эпитетов, описать более 150 новых видов и несколько новых родов (*Embellisia*, *Nimbya*, *Teretispora* и *Chalastospora*). В основном, эта кропотливая работа была проделана Е. G. Simmons и завершилась изданием основательного труда «*Alternaria. An Identification Manual*» (Simmons, 2007). Для упрощения таксономических исследований и работы по идентификации видов была введена практика использования эталонных штаммов альтернариоидных гифомицетов, которые хранятся в нескольких крупных коллекциях чистых культур в Северной Америке, Европе и Азии.

Начиная с 2003 г., стали публиковаться работы по филогении и филогенетической систематике альтернариоидных гифомицетов. Благодаря скрупулезному изучению морфологии и получению достаточно большого массива молекулярно-генетических данных для альтернариоидных гифомицетов, были сделаны существенные таксономические преобразования. В большинстве родов была выявлена полифилия, из-за чего часть видов одних родов была перемещена в другие ранее описанные или новые роды. Установлено, что морфологически сходный с альтернариоидными гифомицетами род *Stemphylium* является сестринской по отношению к ним группой.

Выявлена полифилия и в роде *Alternaria*, виды которого присутствовали в двух кладах. Одна из них включает большинство видов рода и, в том числе, типовой вид *A. alternata*. Другая клада состоит преимущественно из представителей комплекса видов «*A. infectoria*» и включает почти все виды с известными на данный момент телеоморфами из рода *Lewia*. Морфологическая дифференциация этих двух групп довольно затруднительна, но возможна. Поэтому вскоре предстоит вычленение комплекса видов «*A. infectoria*» из рода *Alternaria* и помещение его в отдельный род (Lawrence et al., неопубл.).

Таким образом, альтернариоидные гифомицеты — это группа филогенетически близких грибов, в которую в настоящее время можно включить 11 родов: *Alternaria*, *Brachycladium*, *Chalastospora*, *Embellisia*, *Nimbya*, *Prathoda*, *Sinomyces*, *Teretispora*, *Ulocladium*, *Undifilum* и род с неопубликованным пока названием (ранее комплекс *A. infectoria*).

Основная часть видов рода *Alternaria*, попадающих в одну общую кладу, расходится по нескольким хорошо отличимым подкладам. Для этих подгрупп, помимо ясно показанной филогенетической обособленности, характерен и ряд морфологических отличий. Анализ нуклеотидных последовательности 10 белок-кодирующих генов 176 видов позволил описать для рода *Alternaria* восемь секций (Lawrence et al., 2013), но эта цифра в будущем может увеличиться. Любопытно, что

распределение видов по секциям, несмотря на несоответствие видовым группам из определителя Е. G. Simmons, в целом, демонстрирует неплохую связь не только с морфологическими характеристиками, но и с экологическими, физиологическими, биохимическими, а также с особенностями репродуктивной системы.

Ревизии видового разнообразия альтернариоидных гифомицетов в России проводились в ограниченном масштабе: на отдельных территориях или на отдельных растениях-хозяевах. В связи с такой фрагментарностью данных и произошедшими в последние годы таксономическими новациями, назрела необходимость очередного обобщения данных и приведения их в соответствие современному состоянию систематики данной группы грибов. Ниже представлены некоторые итоги сведения литературных и авторских данных о находках альтернариоидных гифомицетов в России. В печати нами было выявлено упоминание о почти 80 видах и формах *Alternaria*. По крайней мере, 25 из них в настоящий момент признаны синонимами, незаконными названиями, неидентифицируемыми видами или представляют собой, на наш взгляд, очевидные ошибки идентификации. Помимо *Alternaria* в России было обнаружено несколько видов *Ulocladium* и по одному виду *Nimbya* и *Embellisia*. Суммируя данные из литературы и наши, ранее не опубликованные, находки, можно считать, что в стране присутствует около 40 видов 8 родов альтернариоидных гифомицетов.

Точное число видов *Alternaria*, встречающихся на территории России, оценить не представляется возможным из-за большого количества находок, обозначенных эпитетами, которые сейчас связывают с трудно идентифицируемыми видами и видами с сомнительным таксономическим статусом. Число «хороших» видов среди них составляет не менее 30.

В Европейской части РФ и Западной Сибири часто встречаются виды комплекса *A. infectoria*, которые, очевидно, представляют собой отдельный от других альтернариоидных гифомицетов род. Изоляты этого комплекса обладают значительным морфологическим и молекулярно-генетическим полиморфизмом, свидетельствующим о присутствии среди них нескольких видов (Gannibal, Yli-Mattila, 2007), но точная идентификация этих находок пока не проведена.

В 1961 г. на Дальнем Востоке был описан вид *A. leucanthemi*, относимый теперь к роду *Teretispora* (*T. leucanthemi*) (Нелен, 1962). Род *Brachycladium* представлен двумя видами — *B. papaveris* и *B. penicillatum*, встречающимися на маке (Гасич и др., 2013).

В России известно 4 широко распространенных сапротрофных вида *Ulocladium*: *U. atrum*,

U. botrytis, *U. consortiale* и *U. chartarum*. Зарегистрирована находка *U. alternariae*, относимого теперь в род *Sinomyces* (*S. alternariae*) (Мельник, 1989).

Роды *Embellisia* и *Nimbya* представлены несколькими видами, идентификация которых нуждается в проверке. Сообщений о находках видов родов *Prathoda* и *Chalastospora* на территории России в настоящий момент нет.

В России обнаружены виды 7 из 8 описанных секций *Alternaria*. Не выявлены только представители секции *Alternantherae*.

Виды большой секции *Alternaria* встречаются чаще других видов рода. Они трудно идентифицируемы и точное число видов этой группы в России определить сложно. Однако установлено, что чаще всего из видов этой секции встречается *A. tenuissima*, несколько реже — *A. arborescens*, еще реже — *A. alternata* (син. *A. tenuis*) (Ганнибал, 2011).

Виды другой крупной секции *Porgi* — фитопатогены, обычно приурочены к одному виду или роду растений. В России эта секция представлена не менее чем 13 видами.

Из числа представителей скромной по количеству видов секции *Brassicicola* в стране найдено 2 вида: *A. brassicicola* (*A. oleracea*), который вызывает эпифитотии альтернариоза капусты на Северном Кавказе и юге Дальнего Востока, и *A. japonica* (*A. garhani*) — патоген редьки (Ганнибал, Гасич, 2009).

Секция *Radicina* представлена всего лишь несколькими видами, из которых в России обнаружен один — *A. radicina*, патоген моркови.

Широко распространены 2 вида из небольшой секции *Sonchi* — *A. sonchi* (патоген соята; Берестецкий и др., 2013) и *A. brassicae* (патоген капусты и некоторых других крестоцветных культур; Ганнибал, Гасич, 2009).

Две небольшие секции (*Gypsophilae* и *Panax*), включающие малоизученные и редко встречающиеся виды на территории страны представлены несколькими видами, определение которых требует уточнения.

Работа выполнена частично при финансовой поддержке РФФИ (проект № 12-04-00677-а).

Литература

- Берестецкий А. О., Терлецкий В. М., Ганнибал Ф. Б., Казарцев И. А., Ходорковский М. А. Характеристика евразийских изолятов *Alternaria sonchi* по морфолого-культуральным, молекулярным и физиолого-биохимическим признакам // *Микология и фитопатология*, 2013, Т. 47, вып. 2, с. 120–128.
- Ганнибал Ф. Б. Мониторинг альтернариозов сельскохозяйственных культур и идентификация грибов рода *Alternaria*. Методическое пособие. Под ред. М. М. Левитина. СПб.: ГНУ ВИЗР Россельхозакадемии, 2011, 70 с.
- Ганнибал Ф. Б., Гасич Е. Л. Возбудители альтернариоза растений семейства крестоцветные в России: видовой состав, география и экология // *Микология и фитопатология*. 2009, Т. 43, вып. 5, с. 79–88.
- Гасич Е. Л., Ганнибал Ф. Б., Берестецкий А. О., Казарцев И. А., Хлопунова Л. Б., Терлецкий В. М., Бекяшева Е. Н. Таксономически значимые признаки *Crivellia rapaveracea* и *Brachycladium rapaveris* — патогенов мака, обнаруженных в России и Украине // *Микология и фитопатология*, 2013, Т. 47, вып. 4, с. 249–260.
- Левкина Л. М. Таксономия рода *Alternaria* // *Микол. и фитопатол.* 1984, т. 18, вып. 1, с. 80–86.
- Мельник В. А. Несовершенные грибы Алтайского заповедника по сборам 1985 г. // *Водоросли, лишайники, грибы и мохообразные в заповедниках РСФСР*. М., 1989, с. 38–42.
- Нелен Е. С. Новые виды *Macrosporium* Fr. и *Alternaria* Nees из Приморского края // *Ботанические материалы отдела спорных растений*, 1962, XV, с. 142–153.
- Gannibal Ph. B., Yli-Mattila T. Morphological and UP-PCR analyses and design of a PCR assay for differentiation of *Alternaria infectoria* species-group // *Микология и фитопатология*. 2007, т. 41, вып. 4, с. 313–322.
- Groves J. W., Skolko A. J. Notes on seed-born fungi II. *Alternaria* // *Can. J. Res.* 1944, vol. C 22, p. 217–234.
- Joly P. Le genre *Alternaria*. Paris, 1964, 250 p.
- Lawrence D. P., Gannibal Ph. B., Peever T. L., Pryor B. M. The Sections of *Alternaria*: Formalizing species-group concepts // *Mycologia*, 2013, vol. 105, № 3, p. 530–546.
- Neergaard P. Danish species of *Alternaria* and *Stemphylium*. Taxonomy, parasitism, economical significance. Copenhagen: E. Munksgaard. 1945, 560+2 p.
- Simmons E. G. *Alternaria*. An Identification Manual. Utrecht: CBS. 2007, 775 p.
- Wiltshire S. P. The foundation species of *Alternaria* and *Macrosporium* // *Transact. British Mycol. Soc.* 1933, vol. 18, p. 135–160.

SYSTEMATICS OF ALTERNARIOID HYPHOMYCETES AND THEIR DISTRIBUTION IN RUSSIA

Gannibal Ph. B.

All-Russian Institute of Plant Protection (VIZR),
St.-Petersburg, Russia, phbgannibal@yandex.ru

Taxonomic history of the genus *Alternaria* was long and rich. Taxonomy of this genus was based on morphological characters until the beginning of XXI century. Since the beginning of 2000th some molecular phylogenetic data have been obtained. It resulted in revision of taxonomy of *Alternaria* and allied taxa. New informal group, alternarioid hyphomycetes, consisting of 11 closely related genera has been established. *Alternaria* species have been grouped in 8 sections. Basing on published data and data by the author it was calculated that approximately 40 alternarioid hyphomycetous species of 8 genera are present in Russia.

Key words: *Alternaria*, *Ulocladium*, *phylogeny*.

АМПЛИТУДЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВИДОВ SEPTORIA, ПАРАЗИТИРУЮЩИХ НА ВЬЮНКЕ ПОЛЕВОМ НА ТЕРРИТОРИИ БЫВШЕГО СССР, УСТАНОВЛЕННЫЕ ПРИ ПОМОЩИ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Гасич Е. Л., Хлопунова Л. Б., Афонин А. Н.

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений
Россельхозакадемии (ВИЗР), Санкт-Петербург — Пушкин, Россия, elena_gasich@mail.ru

При помощи геоинформационных систем (ГИС) «Агроатлас» и «Idrisi» установлены амплитуды экологических факторов среды, определяющих распространение видов *Septoria*, паразитирующих на вьюнке полевым на территории бывшего СССР. Экологическими показателями, определяющими распространение грибов, являются влажность и температура. Изученные виды *Septoria* характеризовались довольно сходными амплитудами экологических показателей, особенно *S. convolvuli* и *S. calystegiae*. Нижний предел таких показателей как суммы активных температур >5 , >10 , $>15^{\circ}\text{C}$ у *S. longispora* несколько выше, а верхняя граница этих же показателей, а также ГТК, ниже, чем у двух других видов. *S. longispora* не встречается в Северо-западном регионе РФ, южнее его ареал перекрывается с ареалами двух других видов. *S. convolvuli* и *S. calystegiae* характеризуются большей экологической пластичностью и развиваются в более широких диапазонах влажности и температуры, чем *S. longispora*, который больше приурочен к умеренным и менее влажным местообитаниям в пределах ареала вьюнка полевого.

Ключевые слова: ареал, биологический контроль сорных растений, фитопатогенные грибы, сумма активных температур, гидротермический коэффициент.

Микологический гербарий лаборатории микологии и фитопатологии Всероссийского научно-исследовательского института защиты растений основан А. А. Ячевским в 1892 г. Гербарий насчитывает более 130 тысяч образцов из бывшего СССР и других стран. Гербарий, главным образом, включает фитопатогенные виды грибов из различных систематических групп. В настоящее время пополнение гербария происходит в основном за счет образцов грибов-паразитов сорных

растений, собранных на протяжении последних десятилетий на территории Европейской части России, в Сибири и на Дальнем Востоке. Богатейший фонд нашего гербария является основой для различных направлений микологических исследований лаборатории, в том числе для изучения экологии и распространения грибов при помощи географических информационных технологий.

Вьюнок полевой — один из наиболее вредоносных многолетних корнеотпрысковых сорных расте-

ний, засоряющий как зерновые, так и пропашные культуры, а также сады и виноградники. В условиях усиления пестицидной нагрузки на окружающую среду, все большее внимание уделяется альтернативным методам контроля вредных объектов, в том числе, биологическому методу контроля сорных растений при помощи фитопатогенных грибов.

На территории бывшего Советского Союза на вьюнке полевым известно 3 вида рода *Septoria*: *S. calystegiae* Westend., *S. convolvuli* Desm. var. *convolvuli* и *S. longispora* Bondartsev. Виды относятся к группе анаморфных целомитетных грибов и являются факультативными сапротрофами. В вегетационный период грибы паразитируют на видах семейства вьюнковых, вызывая листовые пятнистости. Зимуют на растительных остатках на поверхности и в верхних слоях почвы.

Фитопатогенные микромицеты, вызывающие болезни сорных и дикорастущих растений, изучены довольно слабо, по сравнению с возбудителями заболеваний культурных растений. Задача исследования: при помощи геоинформационных технологий установить амплитуды экологических факторов, определяющих распространение видов *Septoria*, паразитирующих на вьюнке полевым на территории бывшего Советского Союза.

Ареал вьюнка полевого довольно обширен (Надточий, 2008), поэтому можно предположить, что поражающие его виды грибов могут различаться по экологическим параметрам. Это важно с точки зрения применения этих грибов, как агентов биоконтроля вьюнка. Может оказаться, что исходя из амплитуд экологических показателей, в различных частях ареала вьюнка лучше применять разные виды.

В работе использовали материалы микологических гербариев России LE и LEP, а также материалы экспедиций сотрудников лаборатории микологии и фитопатологии ВИЗР по территории России и некоторых сопредельных стран. Установление амплитуд экологических факторов среды, определяющих распространение видов *Septoria*, осуществляли при помощи геоинформационных систем (ГИС) «Агроатлас» (Афонин и др., 2008; Афонин, Ли, 2011) и «Idrisi» (Eastman, 1993).

Для инфицирования растений и развития грибов в растительных тканях важны показатели влажности и температуры. Поэтому мы использовали в качестве экологических предикторов такие климатические элементы как: гидротермический коэффициент (ГТК) Селянинова (за вегетационный период, за июнь, июль, август) и суммы активных температур (САТ) выше 5, 10, 15°C (табл.).

Виды *Septoria*, паразитирующие на вьюнке полевым, характеризуются довольно сходными амплитудами экологических показателей, особенно *S. convolvuli* и *S. calystegiae*. Экологическая амплитуда *S. longispora* по показателям сумм активных температур и ГТК несколько уже, чем у *S. convolvuli* и *S. calystegiae*. *S. longispora* приурочена к умеренным и менее влажным местообитаниям в пределах ареала вьюнка полевого; вид не встречается в Северо-Западном регионе РФ, южнее его ареал перекрывается с ареалами двух других видов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (государственный контракт 14.518.11.7067).

Таблица. Амплитуды экологических факторов, определяющих распространение видов *Septoria*, паразитирующих на вьюнке полевым на территории бывшего Советского Союза

Экологический параметр	Амплитуда экологических параметров			
	<i>Convolvulus arvensis</i>	<i>Septoria convolvuli</i>	<i>S. longispora</i>	<i>S. calystegiae</i>
ГТК за вегетационный период	0,4–2,1	0,6–1,8	0,6–1,5	0,6–2,1
ГТК, июнь	—	0,5–1,8	0,5–1,4	0,5–2,0
ГТК, июль	—	0,25–1,6	0,2–1,4	0,2–1,7
ГТК, август	—	0,2–1,7	0,3–1,3	0,2–1,8
Сумма активных температур (САТ) > 5°C	1811–5609	1994–4340	2253–3738	2022–4418
САТ > 10°C	1337–5165	1583–3896	1876–3446	1652–3750
САТ > 15°C	293–4600	724–3096	1162–2873	787–2943

Литература

- Афонин А. Н., Грин С. Л., Дзюбенко Н. И., Фролов А. Н. (ред.) *Агроэкологический атлас России и сопредельных стран: экономически значимые растения, их вредители, болезни и сорные растения (Интернет-версия 2. 0), 2008, <http://www. agroatlas.ru>*
- Афонин А. Н., Ли Ю. С. Эколого-географический подход на базе географических информационных технологий в изучении экологии и распространения биологических объектов// *BioGIS Journal*, 2011, 1, http://www. biogis.ru/BioGIS/stati_v_biogis/2011_01/2011_01. php
- Надточий И. Н. *Convolvulus arvensis*. В: Афонин А. Н.; Грин С. Л.; Дзюбенко Н. И.; Фролов А. Н. (ред.) *Агроэкологический атлас России и сопредельных стран: экономически значимые растения, их вредители, болезни и сорные растения (Интернет-версия 2. 0), 2008, <http://www. agroatlas.ru/en/content/ related/Convolvulus arvensis/>*
- Eastman J. R. *IDRISI version 4. 1. Clark University, Graduate School of Geography, Worcester, Massachusetts, 1993, 209 p.*

AMPLITUDES OF THE ECOLOGICAL FACTORS DEFINING DISTRIBUTION OF SEPTORIA SPECIES, PARASITIZING ON FIELD BINDWEED ON THE TERRITORY OF THE FORMER SOVIET UNION REVEALED BY MEANS OF GEOINFORMATION TECHNOLOGIES

Gasich E. L., Khlopunova L. B., Afonin A. N.
All-Russian Institute of Plant Protection (VIZR),
St.-Petersburg, Russia, elena_gasich@mail.ru

By means of geoinformation systems «Agroatlas» and «Idrisi» amplitudes of the ecological factors defining distribution of Septoria species, parasitizing on a bindweed field in the territory of the former Soviet Union, were revealed. The species were characterized by similar amplitudes of ecological indicators, especially *S. convolvuli* and *S. calystegiae*. The low limits of such indices as the sums of active temperatures > 5 , > 10 , $> 15^{\circ}\text{C}$ for *S. longispora* were slightly higher. The upper border of the same indices and hydrothermal conditions more lower, than for two other species. *S. longispora* was not found in Northwest region of Russia. On the south it coincides with two other species. *S. convolvuli* and *S. calystegiae* are characterized by ecological plasticity and can appear in wider ranges of humidity and temperature, than *S. longispora*.

Key words: areal, biocontrol of weeds, phytopathogenic fungi, sums of active temperatures, GTK.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ ВОЗБУДИТЕЛЯ БУРОЙ РЖАВЧИНЫ ПШЕНИЦЫ В ЛАБОРАТОРИИ МИКОЛОГИИ И ФИТОПАТОЛОГИИ ВИЗР

Гультяева Е. И.

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений
Россельхозакадемии (ВИЗР), Санкт-Петербург — Пушкин, Россия, elena_gasich@mail.ru

Представлены результаты комплексных исследований динамики изменчивости популяций возбудителя бурой ржавчины и генетического разнообразия устойчивости пшеницы, полученные в лаборатории микологии и фитопатологии ВИЗР за последние два десятилетия.

Ключевые слова: мягкая пшеница, устойчивость, вирулентность, Lr-гены, *Puccinia triticina*, молекулярные маркеры.

Изучение бурой ржавчины пшеницы (возбудитель *Puccinia triticina* Erikss.) проводится в лаборатории микологии и фитопатологии со дня ее основания. Изначально эти исследования вклю-

чали оценку фитосанитарного состояния посевов (Ячевский, 1909, 1917). Высокая вредоносность заболевания предопределила особое внимание А. А. Ячевского к разработке стратегий защиты.

В своей монографии «Ежегодник сведений о болезнях и повреждениях культурных и дикорастущих полезных растений» (1917) он проводит анализ отечественных и зарубежных публикаций по изучению устойчивости пшеницы к бурой ржавчине и выделяет иммунологическую защиту в качестве приоритетной. Несмотря на столь длительный срок изучения, бурая ржавчина пшеницы до настоящего времени не теряет своей значимости в России. В современный период изучение бурой ржавчины пшеницы в ВИЗР проводится в двух направлениях: 1) оценка генетического разнообразия устойчивости хозяина и 2) анализ динамики изменчивости популяций гриба. В результате тестирования рекомендуемых к районированию в РФ сортов мягкой пшеницы выявлено значимое увеличение доли устойчивых в 2000-х годах по сравнению с 1990-ми. Если при анализе 160 сортов мягкой пшеницы, районированных до 1995 года, выделено только 4 устойчивых сорта (2%), то в 2005 году среди 183 сортов устойчивыми оказались 18 (10%) (Новожилов и др., 1998; Гулятьева, 2012), причем эта тенденция значимо возрастает в последующие 2006–2012 годы (Гулятьева, 2012).

Использование в селекции генетически однородных доноров и выращивание на больших площадях сортов с идентичными Lr-генами способствует адаптивной микроэволюции патогена. Анализ генетического разнообразия современных российских сортов мягкой пшеницы, проведенный с использованием фитопатологических и молекулярных методов, показал, что большинство устойчивых яровых сортов защищены генами Lr9 и Lr19, и эти сорта, преимущественно, сконцентрированы в регионах Поволжья, Урала и Западной Сибири (Гулятьева, 2012). У районированных сортов Тулайковская 10, Тулайковская 100, Тулайковская золотистая, Фаворит, Беянка, Воевода, Поэма, характеризующихся высоким уровнем ювенильной устойчивости, выявлено отсутствие продуктов амплификации с маркерами известных высокоэффективных Lr-генов. Однако, при использовании маркера J09 гена Lr24, переданного мягкой пшенице от пырея, у сортов Фаворит, Беянка, Лавина, Поэма, Воевода амплифицировался фрагмент незначительно меньшей подвижности, чем у контрольной линии TcLr24, что могло предполагать определенную гомологичность. Дополнительное использование трех других маркеров гена Lr24 (Sr24#12, Sr24#50 и SC-H5) не подтвердило наличие гена Lr24 у этих районированных сортов (Гулятьева, 2012).

Гены распецифической устойчивости, эффективность которых была преодолена патогеном из-за массового распространения сортов их носителей, в настоящее время нашли широкое применение в селекционных программах при создании

сортов с неспецифической устойчивостью. С использованием ПЦР-маркеров мы проанализировали представленность ряда малоэффективных генов в современных российских сортах и выявили широкое распространение среди них гена Lr10. Общая доля сортов — его носителей составила 34%, причем в яровых она значительно выше, чем в озимых (53% и 15%, соответственно) (Гулятьева и др., 2009; Гулятьева, 2012). Частота встречаемости сортов с геном Lr26 составила около 13%, и, несмотря на их непрерывную зону выращивания в РФ, большее их количество сконцентрировано в Северо-Кавказском регионе (9%). Ген Lr34, относящийся к группе генов, обеспечивающих частичную устойчивость в стадии взрослых растений (partial resistance), выявлен у 10% районированных сортов. Большинство из них выращивается в Северо-кавказском и Нижневолжском регионах. Распространению этого гена способствовало массовое использование в гибридизации сорта Безостая 34. Несмотря на то, что эффективность гена Lr34 в России утеряна, считается, что его сочетание с другими распецифическими генами, значительно повышает уровень полевой устойчивости (Kolmer, 2002). Большинство озимых районированных сортов в фазе проростков показали реакцию восприимчивости, однако, многие из них имели определенный уровень устойчивости в полевых условиях. Молекулярный скрининг не выявил у них известных генов возрастной устойчивости (Lr35, Lr37, Lr21). Можно предположить, что устойчивость этих сортов во взрослых фазах развития обеспечивается комбинацией генов с преодоленной эффективностью.

Популяционные исследования бурой ржавчины на территории б. СССР проводятся в ВИЗРе с 1980-х годов. С помощью оригинального набора тестеров вирулентности Л. А. Михайловой (2006) показано существование европейской популяции, занимающей территорию от северо-западной части РФ до Поволжья, и популяций Западной Азии (Урал, Казахстан, Западная Сибирь), Кавказа, Дальнего Востока. В результате анализа вирулентности *P. triticina*, проводимого в 2001–2004 годах, эти структурные группы в целом оставались без существенных изменений (Lind, Gulyaeva, 2007). С использованием 24 линий-дифференциаторов в 2005–2011 гг. выявлено более 250 фенотипов вирулентности. Наиболее представленными среди них были TGTТТJ (авирулентность к Lr9, Lr26, Lr24, Lr19, Lr28) и ТНТТТJ (авирулентность к Lr9, Lr24, Lr19, Lr28). В 2005–2011 гг. отмечена высокая степень сходства по фенотипическому составу между популяциями Западной Сибири и Урала, и ее варьирование по годам между популяциями Северного Кавказа и Европейских регионов, а также в пределах европейских популяций (ЦЧР, Цен-

трального и Северо-Западного регионов). Популяции Поволжья по фенотипическому составу были близки к европейским и уральским популяциям (Гультяева, 2012).

Выявлено, что гены Lr24, Lr28, Lr29, Lr41, Lr45, Lr47 остаются эффективными в большинстве регионах России. В 2010 г. в популяциях, собранных в Западной Сибири, выявлены изоляты, вирулентные к гену Lr9. Однако о преодолении эффективности гена Lr9 в Западной Сибири имеются более ранние сведения (Мешкова и др., 2008), что объясняется массовым возделыванием сортов с этим геном. В 2010–2011 гг. в большинстве европейских регионов и Поволжье отмечается снижение частот встречаемости изолятов, вирулентных к гену Lr19. Вирулентность к гену Lr24 впервые выявлена в 2007 г. в популяциях Западной Сибири (4%), Центрально-Черноземного (2%) и Центрального регионов (3%). В последующий период ареал встречаемости изолятов вирулентных к Lr24 значительно расширился, но их частота встречаемости не превышала 10%. Поскольку сорта с геном Lr24 в России не возделываются, то появление этих изолятов может быть вызвано возможной миграцией с европейских стран. Частоты вирулентности к генам Lr2a, Lr2b, Lr2c, Lr3, Lr3ka, Lr3bg, Lr15, Lr20, Lr23, Lr26, Lr44, LrW, Lr27+31 различались между регионами и по годам исследований, а к генам Lr10, Lr11, Lr14a, Lr14b, Lr16, Lr17, Lr18, Lr21, LrV были высокими (85–100%) во все годы исследований.

В Северо-Западном регионе в полевых условиях высокую эффективность во все годы исследований показали гены Lr19, Lr23, Lr24, Lr25, Lr28, Lr29, Lr41, Lr42, Lr43, Lr45 и Lr45. В 2011 году выявлено поражение контрольной линии TcLr9 и сортов с этим геном. Вирулентность к линии TcLr37 впервые отмечена с 2010 г.: пораженность линии TcLr37 в 2010 г составила 5%, а в 2011 г. выросла

до 20%. Данный факт, скорее всего, обусловлен миграцией вирулентных изолятов из Западной Европы, где эффективность гена Lr37 преодолена в середине 2000-х годов, поскольку в России сорта с этим геном не возделываются. Линии с генами Lr13 Lr18, Lr21, Lr36 и Lr50 относились к группе умеренно восприимчивых, интенсивность их поражения не превышала 30%. Линии TcLr22a, Lr12, Lr32, Lr16, Lr17 имели степень поражения от 30 до 70%, а все остальные — до 100%.

В Российской Федерации до настоящего времени популяционные исследования возбудителя бурой ржавчины пшеницы проводились только с использованием признака вирулентности. Однако, во всем мире, наряду с анализом вирулентности, для изучения генетического разнообразия популяций *P. triticina* широко используются молекулярные маркеры. Первая попытка использования молекулярных маркеров была предпринята нами для анализа российских популяций *P. triticina*, собранных в 2007 году. 417 монокультурных изолятов были охарактеризованы с использованием молекулярных маркеров (RAPD и УП-ПЦР) и вирулентности (Гультяева и др., 2011; Gulyaeva et al., 2009, 2010, 2012). Показано, что оба типа маркеров позволяли равнозначно оценить фенотипический состав (среди 417 изолятов, было выявлено 79 фенотипов вирулентности, и 71 молекулярный), но результаты двух анализов не коррелировали между собой. На основании анализа вирулентности региональные популяции *P. triticina*, объединились в 3 близкородственные группы: 1) северо-кавказская; 2) уральская, западно-сибирская, поволжская и центрально-черноземная; 3) северо-западная и центральная, а по молекулярному в две: 1) центрально-черноземная, центральная и уральская; 2) северо-кавказская, западно-сибирская и северо-западная (Gulyaeva et al., 2010, 2012).

Литература

- Гультяева Е. И., Косман Е., Дмитриев А. П., Баранова О. А. Структура популяций *Puccinia triticina* по вирулентности и ДНК-маркерам в Северо-Западном регионе РФ в 2007 году // *Микология и фитопатология*, 2011, 45(1), с. 70–81.
- Гультяева Е. И. Генетическое разнообразие российских сортов мягкой пшеницы по устойчивости к возбудителю бурой ржавчины // *Доклады Россельхозакадемии*, 2012, 2, с. 29–32.
- Гультяева Е. И. Динамика изменчивости российских популяций *Puccinia triticina* в 2001–2011 годах // *Современная микология в России. Том 3. Материалы 3-го Съезда микологов России*. М.: Национальная академия микологии, 2012, с. 183.
- Гультяева Е. И., Канюка И. А., Алпатьева Н. В. и др. Молекулярные подходы в идентификации генов устойчивости к бурой ржавчине у российских сортов пшеницы // *Доклады РАСХН*, 2009, 5, с. 23–26.
- Мешкова Л. В., Росеева Л. П., Шрейдер Е. Р., Сидоров А. В. Вирулентность патотипов возбудителя бурой ржавчины пшеницы к ThLr9 в регионах Сибири и Урала // *Вторая Всероссийская конференция «Современные проблемы иммунитета растений к вредным организмам*. Санкт-Петербург, 29 сентября–2 октября 2008 г., СПб, 2008, с. 70–73.
- Михайлова Л. А. Генетика взаимоотношений возбудителя бурой ржавчины и пшеницы. СПб, ВНИИЗР, 2006.

Новожилов К. В., Левитин М. М., Михайлова Л. А., Гультаева Е. И. Принципы использования исходного материала в селекции пшеницы на устойчивость к бурой ржавчине // Вестник Российской академии с.-х. наук, 1998, 1, с. 61–64.

Ячевский А. А. Ежегодник сведений о болезнях и повреждениях культурных и дикорастущих полезных растений. 1917, Петроград, вып. VII-VIII, с. 26–35.

Ячевский А. А. Ржавчина хлебных злаков, СПб, 1909.

Gulyaeva E., Baranova O. Characterization of *Puccinia triticina* populations from Russia in 2007 for virulence and DNA markers // 12 International Cereal Rusts and Powdery Mildews Conference. October 13-16, 2009, Antalya — Turkey. Abstract book. 2009, p. 110.

Gulyaeva E. I., Dmitriev A. P., Kosman E. Regional diversity of Russian populations of *Puccinia triticina* in 2007 // Canadian J. Plant Pathology, 2012, 34(2), p. 213–224.

Gulyaeva E., Kosman E., Dmitriev A., Baranova O. Population structure of *Puccinia triticina* in Russia during 2007, as assessed by virulence and molecular markers // Abstracts of oral and poster presentations of 8th International wheat conference. June 1-4, 2010, St.-Petersburg, Russia, 2010, p. 258–259.

Kolmer J. A. Virulence phenotypes of *Puccinia triticina* in South Atlantic States in 1999 // Plant Diseases, 2002, 86, p. 288–291.

Lind V., Gulyaeva E. Virulence of *Puccinia triticina* on winter wheat in Germany and the European regions of Russian Federation // J. Phytopathology, 2007, 155(1), p. 13–21.

MODERN RESEARCH OF THE WHEAT LEAF RUST AGENT IN THE LABORATORY OF MYCOLOGY AND PHYTOPATHOLOGY OF VIZR

Gulyaeva E. I.

All-Russian Institute of Plant Protection (VIZR),
St.-Petersburg, Russia, gullena@rambler.ru

The results of complex researches of leaf rust fungus dynamic variability and genetic diversity of wheat received in laboratory of Mycology and Phytopathology VIZR during last two decades were presented.

Key words: common wheat, resistance, virulence, *Lr*-genes, *Puccinia triticina*, molecular markers.

ОСОБЕННОСТИ ЗАРАЖЕНИЯ ОСОТА ПОЛЕВОГО КОНИДИЯМИ *ALTERNARIA SONCHI*

Далинова А. А., Берестецкий А. О.

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений
Россельхозакадемии (ВИЗР), Санкт-Петербург — Пушкин, Россия, aberestetski@yahoo.com

В рамках изучения биоэкологии гриба *Alternaria sonchi* исследованы особенности инфекционного процесса в результате заражения его конидиями листьев осота полевого. Выявлено, что конидии гриба прорастают в диапазоне температур 12–33°C. При оптимальной для роста инфекционных гиф температуре 24°C их внедрение в листья осота происходило через 4–8 ч после инокуляции. Проникновение гиф гриба в ткани растения-хозяина происходило в местах соединения эпидермальных клеток. Быстрое отмирание эпидермальных клеток вокруг места внедрения гриба в лист осота предполагает участие фитотоксинов в инфекционном процессе.

Ключевые слова: *Alternaria sonchi*, инфекционный процесс, осот полевой.

Осот полевой (*Sonchus arvensis*) является одним из самых распространенных и трудноискоренимых многолетних сорняков на территории России. Разработка биологических методов борьбы с ним является актуальной задачей. Гриб

Alternaria sonchi Davis является часто встречающимся патогеном этого сорного растения (Берестецкий и др., 2013) и может рассматриваться как потенциальный микогербицид для борьбы с ним.

Для определения перспективности применения любого патогена в составе биопрепарата необходимо знание его биоэкологических особенностей. В частности, полезными могут оказаться данные об условиях прорастания конидий и особенностях заражения ими растения-хозяина.

На первом этапе работы нами были установлены оптимальные условия для прорастания конидий *A. sonchi* in vitro. Для этого капли суспензии конидий помещали на предметные стекла и инкубировали при температуре 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 33 и 36°C в темноте. Прорастание конидий (среднюю длину ростковых трубок/конидию) оценивали через 4, 8, 12 и 24 часа инкубации. Прорастающие конидии фотографировали с помощью фотомикроскопа DM2500 (Leica, Германия). Для измерения длины ростковых трубок использовали программу для обработки изображений ImageJ 1. 46. Опыт проводили в трех повторностях, для каждой повторности учитывали не менее 50 конидий.

Конидии *A. sonchi* прорастали в диапазоне температур от 12 до 33°C (рис.). Их прорастание отмечено даже при 6°C. Прорастающие конидии *A. sonchi* in vitro формировали несколько (до 6) ростковых трубок, причем их количество не зависело от температуры. Оптимальной для начального роста (4-12 ч инкубации) ростковых трубок была температура 27°C. Через 24 ч инкубации средняя длина ростковых трубок была максимальной (до 550 мкм/конидию) при температуре 24°C. При температуре 36°C конидии *A. sonchi* не прорастали.

Для установления способа проникновения ростковых трубок *A. sonchi* в листовые ткани растения-хозяина была проведена инокуляция

листных дисков осота полевого суспензией конидий гриба. Зараженные листовые диски инкубировали во влажной камере при температуре 24°C в темноте. Через 4, 8, 12, 24 и 48 ч после заражения контрольные и зараженные листовые диски фиксировали в жидкости Карнуа, окрашивали анилиновой синью и микроскопировали.

При температуре 24°C прорастание конидий *A. sonchi* на листовых дисках осота отмечено через 4 часа после инокуляции. Внедрение гиф гриба в лист осота обнаружено через 4-8 часов инкубации и происходило непосредственно через кутикулу на стыках клеток эпидермиса. В месте проникновения ростовая трубка заметно утолщалась, однако, без формирования аппрессория. Случаев проникновения инфекционных гиф через устьица не зафиксировано. В местах внедрения инфекционных гиф в листовые ткани осота развивались некрозы: через 24 ч после инокуляции вокруг одной инфекционной гифы погибало до 12-ти клеток эпидермиса. Через 48 часов после заражения на обратной (нижней — не подвергавшейся инокуляции) стороне листового диска начиналось типичное спороношение *A. sonchi*.

Быстрая гибель эпидермальных клеток осота и дальнейшее образование некротических пятен как симптом заболевания может свидетельствовать об образовании фитотоксинов, которые гриб выделяет в пораженные ткани. У *A. sonchi* известны 2 фитотоксина (Evidente et al., 2009). Играют ли они, либо какие-либо другие вещества, роль в развитии первичных симптомов заболевания, предстоит узнать в дальнейших исследованиях.

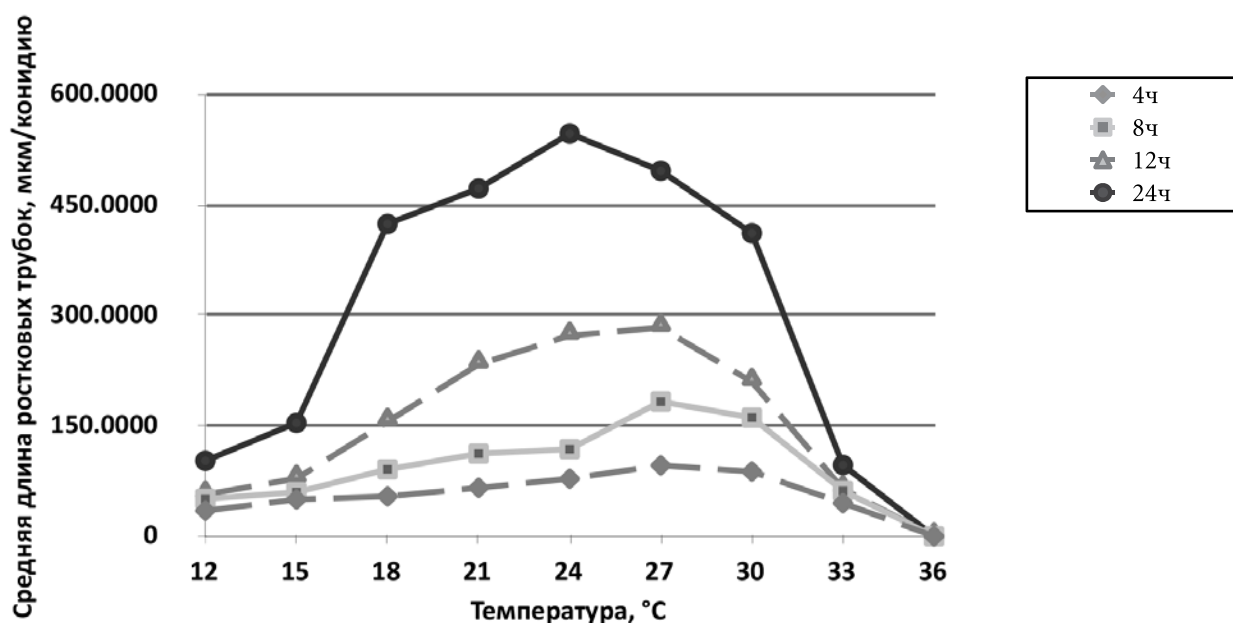


Рисунок. Зависимость средней длины ростковых трубок конидий *A. sonchi* от температуры и времени инкубации

Литература

Берестецкий А. О., Терлецкий В. М., Ганнибал Ф. Б., Казарцев И. А., Ходорковский М. А. Характеристика евразийских изолятов *Alternaria sonchi* по морфолого-культуральным, молекулярным и физиолого-биохимическим признакам // *Микология и фитопатология*, 2013, том 47, № 2, с. 120–128.

Evidente A., Punzo B., Andolfi A., Berestetskiy A., Motta A. Alernehanoxins A-B, polycyclic ethanones produced by *Alternaria sonchi*, a potential mycoherbicide for *Sonchus arvensis* biocontrol // *J. Agric. Food Chem.* 2009, vol. 57, p. 6656–6660.

**THE CHARACTERISTICS OF THE INFECTION PROCESS OF
PERENNIAL SOWTHISTLE BY ALTERNARIA SONCHI**

Dalinova A. A., Berestetskiy A. O.

*All-Russian Institute of Plant Protection (VIZR),
St.-Petersburg — Pushkin, Russia, aberestetski@yahoo.com*

Alternaria sonchi has been evaluated as a biocontrol agent against perennial sowthistle (*Sonchus arvensis*). In the frames of study on the fungal bioecology the research was focused on the characterization of infection process. Conidia of *A. sonchi* germinated within range of temperatures of 12–33°C. At the optimal temperature for growth of germ tubes (24°C) their penetration into leaf tissues was found 4-8 h post inoculation. The fungus penetrated leaves directly via cuticle at the conjunction of epidermal cells. Fast death of the epidermal cells at the penetration sites obviously was the result of action phytotoxic compounds produced by *A. sonchi*.

Key words: Alternaria sonchi, infection process.

**ПОДДЕРЖАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ
КУКУРУЗЫ ПО УСТОЙЧИВОСТИ К ВОЗБУДИТЕЛЯМ
БОЛЕЗНЕЙ И АДАПТИВНОСТИ —
ОСНОВА ФИТОСАНИТАРНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ
И СТАБИЛИЗАЦИИ ПРОДУКТИВНОСТИ АГРОЭКОСИСТЕМ**

Иващенко В. Г.

*Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений
Россельхозакадемии (ВИЗР), Санкт-Петербург — Пушкин, Россия, vizrspb@mail333.com*

Результаты изучения в 20 веке изменчивости популяций возбудителей головневых грибов и болезней кукурузы фузариозной этиологии, выявившие полигенный контроль устойчивости растений и нестабильность рас возбудителей, определили обоснованность сведения отношений полигенно-контролируемых признаков в системах паразит-хозяин к отношениям фенотип-на-фенотип, поскольку признаки количественной устойчивости к большинству патогенов анализируется в связи с продуктивностью, или через продуктивность. Расширение генетического разнообразия кукурузы одновременно по устойчивости к патогенам и адаптивности — одна из базовых компонент предотвращения эпифитотий и стабилизации урожайности в широком диапазоне условий и технологий выращивания.

Ключевые слова: кукуруза, устойчивость к патогенам, генетическое разнообразие.

Наряду с микофлористическими исследованиями и изучением изменчивости популяций фитопатогенных грибов, большая роль в работе лаборатории микологии и фитопатологии им. А. А. Ячевского уже в 30-е годы XX века отводилась изучению новых болезней растений, их этиологии, ареалам, а также способам борьбы

с ними. В ряду опасных для кукурузы возбудителей болезней П. Заборинским в 1887 г. указана пыльная головня *Sporisorium reilianum* (Kuehn) Langdon et Full. в б. Херсонской губернии (цит. по: Немлиенко, 1957), в 1915 г. ржавчина *Puccinia sorghi* Schwein. и северный гельминтоспориоз *Exserohilum turcicum* (Pass.) Leonard and Suggs

(Жаворонков, 1915). Ржавчина кукурузы наблюдалась тогда сравнительно редко, что отмечал в своих трудах А. А. Ячевский (1910).

Первая монографическая сводка болезней кукурузы (Немлиенко, 1957) включает описание 30 выявленных в СССР возбудителей грибных болезней, не считая плесеней хранения, идентифицированных до рода. Наибольшую вредоносность имели тогда головневые и болезни початков. Оценивая во временном плане результаты исследований можно отметить, что за 50-летний период после опубликования монографии «Болезни кукурузы» (Немлиенко, 1957) состав возбудителей грибных болезней более чем удвоился. Согласно собственным экспериментальным данным и литературы, трофически связаны с кукурузой 83 вида грибов. Они относятся к различным таксономическим группам, причем больше всего их паразитирует на початках (34 вида) и листьях (33 вида); лишь 20 — на стеблях (Иващенко, 2007).

С введением в культуру гибридной кукурузы и резким подъемом ее урожайности, выделилась группа болезней, не вызывавшая ранее заметных потерь урожая. Это стеблевые гнили, 8 типов которых указано для СССР (Грисенко, 1970). Отсутствие в 60-е и начале 70-х годов источников устойчивости к стеблевым гнилям во многом обесценило итоги предшествующей селекции на устойчивость к головневым грибам, болезням початков и листьев. Потребовалось создание исходного материала с устойчивостью к головневым грибам, гнилям стеблей и початков, а после эпифитотии *Bipolaris maydis* (Nisik. et Miyake) Shoemaker (раса T) в США, странах Европы и СССР — расширения генетического разнообразия цитоплазм создаваемых гибридов. Одной из причин возникновения эпифитотии южного гельминтоспориоза в СССР является, на наш взгляд (Иващенко, 2007), недооценка селекционерами информации о существовании на Северном Кавказе (Чернецкая, 1932) и в Северной Америке (Ullstrup, 1941) двух рас, различающихся по вирулентности и симптомам и описанных в монографии Ф. Е. Немлиенко (1957). Продолжавшееся до конца 90-х годов использование в СССР цитоплазмы T-типа завершилось эпифитотией, высветившей значимость регулярного мониторинга и цену небрежения им.

Характеризуя опыт селекции Англии, Франции, Германии на устойчивость местных сортов многих культур и возможность ее повышения путем расширения генетического разнообразия А. А. Ячевский (1910) отмечал в качестве примера: «достижение хороших результатов Вятской опытной станцией, которая испытывает пригодность при местных условиях заграничных сортов хлебных растений и улучшает путем селекции местные сорта». Развитие этого направления совместных

исследований ВНИИ защиты растений и ВНИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова позволило провести скрининг линий рабочих коллекций многих селекционных учреждений б. СССР, современной России, линий зарубежной селекции. Использование охарактеризованных по устойчивости к вредным организмам линий позволит расширить возможности селекции кукурузы на гетерозис и иммунитет (Иващенко, Матвеева, 2011).

Селекция на улучшение питательной ценности зерна, осуществляемая путем перевода линий кукурузы на генетическую основу мутаций O_2 и fl_2 , и считавшаяся чрезвычайно перспективной в решении проблемы кормового белка для животноводства, привела к ухудшению фитосанитарной обстановки — существенному увеличению распространенности болезней початков (преимущественно фузариоза) и снижению посевных качеств семян (Иващенко, 1992). В свою очередь широкое внедрение в практику селекции в основных селекцентрах страны самоопыленных линий и гибридов кукурузы из США (линии фирмы «Пионер»), без предварительной иммунологической оценки их к региональным популяциям основных возбудителей болезней, привела к высокой поражаемости пыльной головней созданных на их основе гибридов, переданных в Госсортсеть.

Неполные, порой и упрощенные представления о природе, типах устойчивости, ее эколого-генетической экспрессии, принципах отбора источников устойчивости в селекции на гетерозис и адаптивность в значительной степени обусловили ряд «рукотворных» эпифитотий во второй половине XX века. К ним можно отнести эпифитотии стеблевых гнилей, пыльную головню и южный гельминтоспориоз кукурузы, обусловленные решением преимущественно задач селекции гибридов на гетерозис по продуктивности и качеству продукции, без предварительной иммунологической проработки исходного материала и поддержания должного уровня устойчивости гибридов, передаваемых на государственное сортоиспытание (Иващенко, 2009).

Известно, что кукуруза — одна из немногих культур, имеющих необходимый уровень горизонтальной устойчивости к *P. sorghi*, *P. polysora*, *Ustilago maydis* (D. C.) Corda и сохраняемый до настоящего времени благодаря правильно выбранной стратегии селекции (Hooker, 1967; Рассел, 1982). Сходный тип неспецифической устойчивости проявляет кукуруза к *S. reilianum*, к возбудителям стеблевых гнилей — *Fusarium* spp., *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goidanich и др. (Иващенко, 1992). Вместе с тем преобладание во второй половине XX века методов аналитического разложения полевой устойчивости к пузырчатой головне, гнилям стеблей и початков на структурную и физиологи-

ческую затронуло прежде всего систему фитопатологических оценок. Методы искусственного заражения кукурузы возбудителями стеблевых гнилей, пузырчатой головни, болезней початков стали неоправданно широко распространенными в системе НИИ и Государственного сортоиспытания тогда как методологическим основанием селекции на групповую, комплексную устойчивость, а также прогноза фитосанитарных ситуаций служит анализ отношений преимущественно в трехвидовых ассоциациях (кукуруза — фитофаг — патоген), реже — двух (кукуруза — патоген) (Иващенко, 2012).

Сосредоточение усилий на сохранении у кукурузы длительной устойчивости к возбудителям

болезней — стратегическая задача фитоиммунологии и практической селекции, а с учетом ее эффективности к вредителям и адаптивности — залог экологизации систем защиты растений. Ее поддержание при реализации задач селекции на продуктивность и качество, выносливость к засухе и скороспелость должны решаться с учетом сопряженности изменений природы растений и характера трофических связей патогенов с питающим растением, поскольку селекционные преобразования кукурузы привели главным образом к увеличению доли зерна в общей биомассе растения, практически не затронув его вещественно-энергетический потенциал.

Литература

- Грисенко Г. В. *Формирование паразитизма и особенности борьбы с факультативными патогенами, поражающими кукурузу* // Автореф. докт. дисс., Киев, 1970, 44 с.
- Жаворонков И. П. *Некоторые наблюдения над Helminthosporium turcicum Pass.* // *Мат. по микологии и фитопатологии*, 1915, 1, 1, с. 42–50.
- Иващенко, В. Г. *Устойчивость кукурузы к основным болезням и разработка методов ее повышения* // Автореф. докт. дисс., СПб, ВИЗР, 1992, 38 с.
- Иващенко В. Г. *Распространенность основных болезней кукурузы в СССР, современной России и СНГ* // *Лаборатория микологии и фитопатологии им. А. А. Ячевского ВИЗР. История и современность (сб. науч. тр.). Вестник защиты растений (приложение)*, Санкт-Петербург, 2007, с. 68–81.
- Иващенко В. Г. *Устойчивость кукурузы к основным болезням и эффективность ее использования при скрининге* // *Современные иммунологические исследования, их роль в создании новых сортов и интенсификации растениеводства (матер. Всерос. науч. — произв. конф.)*. М., ВНИИФ, 2009 с. 54–61.
- Иващенко В. Г., Матвеева Г. В. *Самоопыленные линии кукурузы (оценка на устойчивость к болезням)*. Каталог мировой коллекции ВИР, вып. 796, Санкт-Петербург, 2010, 22 с.
- Иващенко В. Г. *Пузырчатая головня кукурузы: этиология болезни и проблема устойчивости (уточнение парадигмы)* // *Вестник защиты растений*, С-Петербург, 2011, 4, с. 40–56.
- Иващенко В. Г. *Болезни кукурузы фузариозной этиологии: основные причины и следствия* // *Вестник защиты растений*, С-Петербург, 2012, 4, с. 3–19.
- Немлиенко Ф. Е. *Болезни кукурузы* // *Сельхозгиз*, 1957, 230 с.
- Рассел Г. Э. *Селекция растений на устойчивость к вредителям и болезням*. М., Колос, 1982, 422 с.
- Чернецкая З. Н. *Болезни кукурузы* // *Сводный отчет Горской зональной станции. Орджоникидзе*, 1932, 22 с.
- Ячевский А. А. *Болезни растений (фитопатология)*, том 1, С.П.Б., Издание автора, 1910, 456 с.
- Hooker A. L. *Inheritance of mature plant resistance to rust in corn* // *Phytopathology*, 1967, 57, p. 815.
- Ullstrup A. J. *Two physiologic races of Helminthosporium maydis in the corn belt* // *Phytopathol*, 1941, 31, p. 508–521.

MAINTAINING GENETIC DIVERSITY OF MAIZE BY RESISTANCE TO DISEASES AND ADAPTABILITY AS THE BASIS OF PHYTOSANITARY OPTIMIZATION AND STABILIZATION OF PRODUCTIVITY OF AGROECOSYSTEMS

Ivaschenko V. G.

All-Russian Institute of Plant Protection (VIZR), St.-Petersburg, Russia, vizrspb@mail333.com

The results of the study in the 20th century a variability in populations of pathogens cause smut and Fusarium diseases of maize have revealed the polygenic variation of resistance and instability races of pathogens. We can see also how the theory of polygenic inheritance aids us in understanding the systems of parasite-host relations to phenotype-on-phenotype, since characteristics of quantitative resistance to the most pathogens are analyzed in relation to productivity, or through productivity. Expanding the genetic diversity of maize simultaneously resistance to pathogens and adaptability is one of the basic component prevent epiphytotic and preservation of stability of crops in a wide range of conditions and technologies of cultivation.

Key words: maize, resistance to pathogens, genetic diversity.

МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ГРИБНЫХ СООБЩЕСТВ

Казарцев И. А.

*Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений
Россельхозакадемии (ВИЗР), Санкт-Петербург — Пушкин, Россия, kazartsev@inbox.ru*

Обзор посвящен методам, позволяющим изучать сообщества грибов и других микроорганизмов. Обсуждаются достоинства и недостатки некоторых перспективных методов, таких как денатурирующий градиентный гель-электрофорез (DGGE), температурный градиентный гель-электрофорез (TGGE), анализ одноцепочечного конформационного полиморфизма (SSCP), анализ полиморфизма длин терминальных рестрикционных фрагментов (T-RFLP), рестрикционный анализ амплифицированной рибосомальной ДНК (ARDRA), автоматический анализ межгенных спейсеров (ARISA), секвенирование и пр.

Ключевые слова: микобиота, диагностика, идентификация, секвенирование, сообщества грибов.

Несмотря на большое практическое и фундаментальное значение, сведения о видовом разнообразии и функциональной роли грибов в различных сообществах до последнего времени накапливались сравнительно медленно. При использовании классических методов идентификации, подразумевающих определение грибов по культурально-морфологическим признакам, не образующие плодовых тел, требовательные к субстрату, или некультивируемые виды могут остаться незамеченными исследователем. С развитием современных молекулярных методов появилась возможность подробно изучить всех членов сообществ, населяющих почву, воздух, водоемы, донные отложения и разлагающиеся органические остатки.

Большинство молекулярных методов основываются на технологии полимеразно-цепной реакции (ПЦР), т. е. на предварительной амплификации интересующего таксономически значимого участка геномной ДНК. Такие методы можно разделить на фингерпринтинг и секвенирование. Фингерпринтинг, или ДНК-профилирование — получение профиля ДНК изучаемого сообщества электрофоретическим разделением ампликонов с разной молекулярной массой. К фингерпринтунгу относят денатурирующий градиентный гель-электрофорез (DGGE), температурный градиентный гель-электрофорез (TGGE), анализ одноцепочечного конформационного полиморфизма (SSCP), анализ полиморфизма длин терминальных рестрикционных фрагментов (T-RFLP), рестрикционный анализ амплифицированной рибосомальной ДНК (ARDRA), автоматический анализ межгенных спейсеров (ARISA), биочипы. Секвенирование — выявление индивидуальной последовательности нуклеотидов отдельного члена сообщества. Чтобы секвенировать фрагменты, представляющие собой смесь ампликонов тотальной ДНК сообщества, их необходимо предварительно разделить с помощью методов ДНК-профилирования, ибо созданием библиотеки клонов.

К другим молекулярным методам, позволяющим изучать сообщества грибов, относят анализ профилей жирных кислот фосфолипидов (PFLA), флуоресцентную *in situ* гибридизацию (FISH), метод меченых атомов (SIP), микроавтордиографию (MAR), рамановскую микроспектроскопию, наноструктурную вторично-ионную масс-спектрометрию (NanoSIMS). Существующие методы пользуются неодинаковой популярностью. Особое место в этом списке занимают технологии секвенирования нового поколения (NGS, NNGS).

В настоящее время молекулярные методы, основанные на технологии ПЦР, являются наиболее мощным инструментом для оценки биологического разнообразия сообществ микроорганизмов. Однако использование ПЦР поднимает и ряд проблем. Одной из них является формирование рекомбинатных последовательностей, или химер, в процессе амплификации. В присутствии минимум двух схожих матриц, преждевременно терминированные, и поэтому незавершенные ампликоны, в следующем цикле гибридизируются с неидентичными матрицами и достраиваются комплементарно исходному коду этих матриц. Число получившихся таким образом молекул будет удваиваться каждый новый цикл. Проблема образования химер пристально изучалась, т. к. их присутствие может приводить к переоценке биоразнообразия изучаемого сообщества и к появлению новых ошибочных таксонов. Чаще всего к их появлению могут приводить чрезмерно длинные участки, выбранные для амплификации, тип полимеразы, а также неэффективная программа ПЦР (Jumpponen, 2007; Lahr, Katz, 2009). Протокол амплификации должен быть скорректирован таким образом, чтобы закончиться до того как реакция войдет в фазу плато из-за дефицита компонентов, в противном случае возрастет количество недостроенных цепей, которые могут привести к рекомбинации по описанному выше способу. Таким образом, выявление химер является важным

шагом в процессе получения и обработки экспериментальных данных. Для облегчения такой трудоемкой задачи существуют специальные программы, например, общедоступно приложение Chimera Check на сайте Ribosomal Database Project и др. (Edgar et al., 2011). К проблемам технологии ПЦР можно отнести амплификацию случайных таксонов, неспецифичных фрагментов, а также склонность праймеров с широкой специфичностью к преимущественной амплификации одной цели по сравнению с другой (Anderson et al., 2003). Кроме того, выбор методики экстракции, активаторов ПЦР и присутствие ингибиторов влияет на воспроизводимость и результативность ПЦР (Hernandez-Soriano et al., 2012).

DGGE/TGGE — два популярных метода для оценки биоразнообразия исследуемых экосистем. Методы основываются на электрофорезе амплифицированных участков рибосомальной ДНК в полиакриламидном геле с градиентом концентрации денатурирующего агента (DGGE) или температурным градиентом (TGGE). Амплификация фрагментов проводится с использованием пары праймеров, один из которых модифицирован специальной последовательностью, содержащей монотонные GC повторы (GC-скрепка). После ПЦР с таким праймером один из концов ампликона приобретает повышенную тугоплавкость. При электрофорезе под действием денатурирующего агента ампликоны, представленные двухцепочечными фрагментами ДНК, начинают разрушаться до одноцепочечных, однако их полному расхождению препятствует наличие GC-скрепки. В результате частично денатурировавшие фрагменты приобретают сложную пространственную конфигурацию и мигрируют с индивидуальной скоростью, которая напрямую зависит от длины и соотношения оснований в нуклеотидных последовательностях.

В методе SSCP предварительно денатурированные до одноцепочечных фрагментов ампликоны, получившиеся в результате ПЦР тотальной ДНК, подвергаются разделению в полиакриламидном геле. В отличие от DGGE/TGGE эта методика не требует использования праймеров с GC-скрепкой или дополнительного оборудования. Проблемой использования данного метода является высокая вероятность повторной гибридизации денатурированных одноцепочечных фрагментов во время электрофореза. Но она может быть преодолена: при амплификации один из праймеров должен быть фосфорилированным; в этом случае последовательность, образованная с его участием, деградируется экзонуклеазой фага *Sma*I, а противоположная цепочка, не нашедшая себе комплементарной пары, используется для электрофореза (Schwieger, Tebbe, 1998).

ARDRA является расширением традиционной техники RFLP. Для амплификации обычно используется участок рибосомального оперона, включающий часть гена 18S РНК, внутренний транскрибируемый спейсер 1 (ITS1), ген 5.8S РНК, внутренний транскрибируемый спейсер 2 (ITS2), и часть гена 28S РНК. Полученный участок обрабатывается мелкоцепящими рестриктазами, а продукты рестрикции подвергаются электрофорезу в агарозном или полиакриламидном геле. Можно получить профиль всего сообщества, подвергнув рестрикции смесь ампликонов, но чаще создают библиотеку клонов, которые затем по отдельности подвергаются ARDRA. Это позволяет выявить клоны с уникальными рестрикторными профилями, определить биоразнообразие изучаемого сообщества и при необходимости секвенировать полученные клоны, избегая при этом многократных повторов.

С ростом популярности и доступности технологии автоматического капиллярного электрофореза широкое распространение получил метод T-RFLP. Его главным преимуществом является производительность и более высокая разрешающая способность в сравнении с технологиями, основанными на электрофорезе в полиакриламидном геле. T-RFLP, как и ARDRA, является расширением традиционной технологии RFLP, но позволяет проводить анализ только по одному терминальному фрагменту. Это снижает сложность профиля, но не уменьшает многообразия идентифицируемого сообщества. Существуют компьютерные программы (например, Phylogenetic Assignment Tool), позволяющие исследователю получить сведения о предполагаемой таксономической принадлежности членов грибного сообщества, основываясь на данных рестрикции. Однако такой подход может привести к ошибкам. Так, например, разные эктомикоризные виды рода *Cortinarius* могут иметь одинаковый рестрикторный профиль (Kårén et al., 1997), а штаммы одного вида *Pisolithus* формируют разные RFLP-профили (Hitchcock et al., 2003).

При использовании ARISA определяются длины фрагментов ДНК, полученных амплификацией участка гена рРНК грибов, содержащего внутренние транскрибируемые спейсеры (ITS), с флуоресцентным праймером (Ranjard et al., 2001). Метод ARISA похож на T-RFLP и ARDRA, но в отличие от последних ампликоны не подвергаются рестрикции. ITS отличаются высоким межвидовым полиморфизмом и исследователи допускают, что их длина уникальна для каждого отдельного вида, но так бывает не всегда. Поэтому, для того чтобы свести вероятность ошибки в идентификации к минимуму, необходимо предварительно собрать информацию о возможном составе изу-

чаемого сообщества, используя другие доступные методы, в том числе идентификацию по культурально-морфологическим признакам (Torzilli et al., 2006; Slemmons et al., 2013). T-RFLP и ARISA не поддерживают возможность выделения ампликонов из полученного профиля сообщества, однако обладают рядом других преимуществ. Использование автоматических секвенаторов увеличивает потенциальную производительность этих методов, и обеспечивает высокую чувствительность за счет использования внутренних стандартов, современных средств детекции флуоресцентного сигнала, полимеров с высоким разрешением и наличия специального программного обеспечения для обработки данных.

С помощью вышеприведенных методов удалось изучить влияние нефтепродуктов (van Elsas et al., 2000), азота (Lowell, Klein, 2001), углекислого газа (Klamer et al., 2002), фумигации (Hoshino, Matsumoto, 2007) и профилактического выжигания (Chen, Cairney, 2002) на структуру грибного сообщества в различных экосистемах; установить видовой состав грибов, обитающих в торфе (Artz et al., 2007), подтвердить высокое видовое разнообразие грибов в ризосфере, в сравнении с прилегающей почвой (Gomes et al., 2003).

Исследовательские приемы, основанные на технологии секвенирования по Сэнгеру, позволяют подробно изучить структуру сообщества, функциональную и филогенетическую взаимосвязь между отдельными его членами. Получив нуклеотидную последовательность можно установить ее сходство с другими референсными последовательностями, представленными в регулярно обновляемой базе данных (GenBank), которая доступна всем пользователям на сервере NCBI. Технологии ДНК-профилирования и создания библиотек клонов в комбинации с секвенированием длительное время исправно обеспечивали исследователей экспериментальными данными, способствуя более глубокому пониманию структуры, богатства и значения грибного сообщества. Описанные подходы, наконец, позволили подтвердить, что биоразнообразие исследуемых природных образцов гораздо больше, чем можно установить классическими методами (Borneman, Hartin, 2000). Так швейцарским ученым, использующим классические методы идентификации, понадобился 21 год, чтобы найти и определить 408 видов грибов на специально оборудованных пробных площадях. При этом количество ежегодно определяемых видов менялось от 18 до 194, и только 8 видов находили постоянно (Straatsma et al., 2001). Молекулярные методы не зависят от пространственно-временных факторов и позво-

ляют получать сопоставимые данные за меньшие промежутки времени. Например, в образцах почвы, собранных в учебно-опытных лесах при Университете Дьюка (Северная Каролина, США), за короткий срок удалось выявить 412 операционных таксономических единиц (ОТЕ), принадлежащих грибам (O'Brien et al., 2005). При изучении жизнедеятельности микроорганизмов альпийской тундры в течение зимнего периода в штате Колорадо (США) исследователи определили 125 ОТЕ, при этом несколько крупных таксонов (подтип, класс) ранее неизвестных науке грибов (Schadt et al., 2003). Изучая разнообразие грибных спор, представленных в аэротопе нарушенных и старовозрастных бореальных лесов Норвегии, удалось обнаружить 84 ОТЕ (Kausrud et al., 2005). Анализ образцов почвы из дождевого леса (Куско, Перу), степи (Канзас, США) и пустыни (Калифорния, США) выявил, соответственно, 216, 235 и 207 ОТЕ, принадлежащих грибам (Fierer et al., 2007). Со временем выяснилось, что количество новых таксономических единиц в анализируемом образце может возрастать пропорционально количеству обрабатываемых нуклеотидных последовательностей и ограничивается только производительностью самой технологии секвенирования. Предполагаемое таксономическое разнообразие почвенных грибов на площади в 100 м², рассчитанное на основании моделей, может быть беспрецедентным по своим масштабам и достигать свыше 104 видов (Fierer et al., 2007).

Появление технологий секвенирования нового поколения (NGS, NNGS) в корне изменило представление о возможном масштабе исследовательских задач. NGS позволяет осуществлять прочтение сотен миллионов нуклеотидов за один рабочий цикл, это открывает широкие возможности для использования данного метода в изучении природных сообществ микроорганизмов (Su et al., 2012). В 2008 году технология NGS была впервые опробована для изучения почвенных грибов в образцах, отобранных в разных районах Франции (Vuée et al., 2009). В результате, было получено 166350 нуклеотидных последовательностей ITS1 и выявлено до 1000 ОТЕ. При этом количество ОТЕ, представленных всего лишь одной последовательностью, достигало 60% от всего определенного таксономического многообразия. Эти данные свидетельствуют о том, что большинство видов почвенных грибов развиваются строго компартментально или находятся в покоящейся фазе. Таким образом, современные данные позволяют получить представление о богатстве окружающего мира и по-иному взглянуть на процессы, происходящие в природных экосистемах.

Литература

- Anderson I. C., Campbell C. D., Prosser J. I. Potential bias of fungal 18S rDNA and internal transcribed polymerase chain reaction primers for estimating fungal biodiversity in soil // *Environ. Microbiol.*, 2003, 5, 1, p. 36–47.
- Artz R. R., Anderson I. E., Chapman S. J., Hagn A., Schloter M., Potts J. M., Campbell C. D. Changes in fungal community composition in response to vegetational succession during the natural regeneration of cutover peatlands // *Microbial Ecology*, 2007, 54, 3, p. 508–522.
- Buée M., Reich M., Murat C., Morin E., Nilsson R. H., Uroz S., Martin F. 454 Pyrosequencing analyses of forest soils reveal an unexpectedly high fungal diversity // *New Phytol.*, 2009, 184, 2, p. 449–456.
- Borneman J., Hartin R. J. PCR primers that amplify fungal rRNA genes from environmental samples // *Appl. Environ. Microbiol.*, 2000, 66, 10, p. 4356–4360.
- Chen D. M., Cairney J. W. G. Investigation of the influence of prescribed burning on ITS profiles of ectomycorrhizal and other soil fungi at three Australian sclerophyll forest sites // *Mycol Res*, 2002, 106, 5, p. 532–540.
- Edgar R. C., Haas B. J., Clemente J. C., Quince C., Knight R. UCHIME improves sensitivity and speed of chimera detection // *Bioinformatics*, 2011, 27, 16, p. 2194–2200.
- Fierer N., Breitbart M., Nulton J., Salamon P., Lozupone C., Jones R., Robeson M., Edwards R. A., Felts B., Rayhawk S. et al. Metagenomic and small-subunit rRNA analyses reveal the genetic diversity of bacteria, archaea, fungi, and viruses in soil // *Appl. Environ. Microbiol.*, 2007, 73, 21, p. 7059–7066.
- Gomes N. C., Fagbola O., Costa R., Runjanek N. G., Buchner A., Mendona-Hagler L., Smalla K. 2003. Dynamics of fungal communities in bulk and maize rhizosphere soil in the tropics // *Appl. Environ. Microbiol.*, 2003, 69, 7, p. 3758–3766.
- Hoshino Y. T., Matsumoto N. Changes in fungal community structure in bulk soil and spinach rhizosphere soil after chemical fumigation as revealed by 18S rDNA PCR-DGGE // *Soil Science and Plant Nutrition*, 2007, 53, 1, p. 40–55.
- Hernandez-Soriano M. C. et al. *Molecular Soil Health and Land Use Management*, 2012, Rijeka, InTech, 332 p.
- Hitchcock C. J., Chambers S. M., Anderson I. C., Cairney J. W. G. Development of markers for simple sequence repeat-rich regions that discriminate between *Pisolithus albus* and *P. microcarpus* // *Mycol. Res.*, 2003, 107, 6, p. 699–706.
- Jumpponen A. Soil fungal communities underneath willow canopies on a primary successional glacier forefront: rDNA sequence results can be affected by primer selection and chimeric data // *Microbial Ecology*, 2007, 53, 2, p. 233–246.
- Krön O., Högberg N., Dahlberg A., Jonsson L., Nylund J. E. (1997) Inter- and intraspecific variation in the ITS region of rDNA of ectomycorrhizal fungi in Fennoscandia as detected by endonuclease analysis // *New Phytol.*, 1997, 136, 2, p. 313–325.
- Kauserud H., Lie M., Stensrud O., Ohlson M. Molecular characterization of airborne fungal spores in boreal forests of contrasting human disturbance // *Mycologia*, 2005, 97, 6, p. 1215–1224.
- Klamer M., Roberts M. S., Levine L. H., Drake B. G., Garland J. L. Influence of elevated CO₂ on the fungal community in a coastal scrub oak forest soil investigated with terminal restriction fragment length polymorphism analysis // *Appl. Environ. Microbiol.*, 2002, 68, 9, p. 4370–4376.
- Lahr D. J., Katz L. A. Reducing the impact of PCR-mediated recombination in molecular evolution and environmental studies using a new-generation high-fidelity DNA polymerase // *Biotechniques*, 2009, 47, 4, p. 857–866.
- Lowell J. L., Klein D. A. Comparative single stranded conformation polymorphism (SSCP) and microscopy-based analysis of nitrogen cultivation interactive effects on the fungal community of a semiarid steppe soil // *FEMS Microbiol. Ecol.*, 2001, 36, 2, p. 85–92.
- O'Brien H. E., Parrent J. L., Jackson J. A., Moncalvo J. M., Vilgalys R. Fungal community analysis by large-scale sequencing of environmental samples. *Appl. Environ. Microbiol.*, 2005, 71, 9, p. 5544–5550.
- Ranjard L. et al. Characterization of bacterial and fungal soil communities by automated ribosomal intergenic spacer analysis fingerprints: biological and methodological variability // *Appl. Environ. Microbiol.*, 2001, 67, 10, p. 4479–4487.
- Schadt C. W., Martin A. P., Lipson D. A., Schmidt S. K. Seasonal dynamics of previously unknown fungal lineages in tundra soils // *Science*, 2003, 301, p. 1359–1361.
- Schwieger F., Tebbe C. C. A New Approach To Utilize PCR–Single-Strand-Conformation Polymorphism for 16S rRNA Gene-Based Microbial Community Analysis // *Appl. Environ. Microbiol.*, 1998, 64, 12, p. 4870–4876.
- Slemmons C., Johnson G., Connel L. B. Application of an automated ribosomal intergenic spacer analysis database for identification of cultured Antarctic fungi // *Antarctic Science*, 2013, 25, 1, p. 44–50.
- Straatsma, G., F. Ayer, and S. Egli. Species richness, abundance, and phenology of fungal fruit bodies over 21 years in a Swiss forest plot. *Mycol. Res.*, 2001, 105, 5, p. 515–523.
- Su C., Lei L., Duan Y., Zhang K. Q., Yang J. Culture-independent methods for studying environmental microorganisms: methods, application, and perspective // *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 2012, 93, 3, p. 993–1003.
- Torzilli A. P., Sikaroodi M., Chalkley D., Gillevet P. M. A comparison of fungal communities from four salt marsh plants using automated ribosomal intergenic spacer analysis (ARISA) // *Mycologia*, 2006, 98, 5, p. 690–698.
- van Elsas J. D., Duarte G. F., Keijzer-Wolters A., Smit E. Analysis of the dynamics of fungal communities in soil via fungal-specific PCR of soil DNA followed by denaturing gradient gel electrophoresis // *J. Microbiol. Methods*, 2000, 43, 2, p. 133–151.

MOLECULAR TECHNIQUES FOR FUNGAL COMMUNITY IDENTIFICATION

Kazartsev I. A.

All-Russian institute of Plant Protection (VIZR),
St.-Petersburg — Pushkin, Russia, kazartsev@inbox.ru

The review is devoted to the methods, allowing to study of fungi communities and other microorganisms. It was discussed the advantages and disadvantages of such methods as denaturing gradient gel electrophoresis (DGGE), temperature gradient gel electrophoresis (TGGE), (single-strand conformation polymorphism analysis (SSCP), Terminal Restriction Fragment Length Polymorphism (T-RFLP), the amplified rDNA restriction analysis (ARDRA) Automated Ribosomal Intergenic Spacer Analysis (ARISA), a sequencing and etc.

Kew words: mycobiota, fungal community, diagnostics, identification, sequence analysis.

А. А. ЯЧЕВСКИЙ И ПРОБЛЕМЫ ВИДООБРАЗОВАНИЯ

Левитин М. М.

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений
Россельхозакадемии (ВИЗР), Санкт-Петербург — Пушкин, Россия, mark_levitin@rambler.ru

Рассматривается развитие представлений о видообразовании у грибов. Обсуждается роль мутационного и рекомбиногенного процессов, мобильных генетических элементов и эпигенетических механизмов в видообразовании грибов, а также дивергенция популяций при расхождении фитопатогенных грибов по трофическим нишам и органотропной специализации.

Ключевые слова: видообразование, мутации, гибридизация, трофическая и органотропная специализации.

В 1927 г. была опубликована работа А. А. Ячевского «К вопросу о видообразовании у грибов». Вопрос о видообразовании у грибов, пишет А. А. Ячевский, «является в высшей степени сложным» (с. 1). Если в XVIII веке существовало понятие о константности вида, то в XIX веке оно сменилось представлениями об изменчивости вида и о возможности происхождения новых видов от старых. Действительно, видообразование — процесс, приводящий к расщеплению одного вида на два или более (Айала, Кайгер, 1988).

А. А. Ячевский различает три пути новообразования видов: постепенная медленная эволюция, мутации (эволюция скачками) и гибридизация. «Мутационный способ более широко распространен у грибов», отмечает А. А. Ячевский (с. 36). Он приводит многочисленные примеры мутаций у грибов. Считает важной субстратную мутацию (с. 44). Она определяет взаимоотношения паразита и питающего растения. Также подробно А. А. Ячевский останавливается на роли гибридизации в видообразовании грибов.

Более 80-ти лет прошло с выхода в свет этой работы А. А. Ячевского. За эти годы сделаны крупнейшие открытия в биологии, разработаны уникальные методы исследований. Проблема ви-

дообразования стала рассматриваться с учетом последних достижений биологической науки. Но она, по-прежнему, осталась сложной для грибов. Обусловлено это разнообразием жизненных циклов, различиями в ядерном статусе, миграционными возможностями, наличием полового или бесполого размножения. Видимо, механизмы видообразования будут различны для телеоморфных и агамных видов грибов.

У видов, размножающихся половым путем, в основе видообразования будут лежать комбинативные процессы и репродуктивная изоляция. Популяции телеоморфных грибов генотипически будут более разнообразны, чем клональные популяции. Рекомбинация продуцирует новые генотипы, среди которых могут быть более приспособленные к условиям среды. Кроме того, рекомбинация это путь очистки популяции от вредных мутаций, которые аккумулируются в популяциях асексуальных клонов (Giraud et al., 2008).

У агамных видов грибов видообразование будет значительно отличаться от грибов с половым процессом. Во-первых, у агамных видов практически отсутствует рекомбинация, несмотря на возможность прохождения парасексуального процесса, приводящего к митотической рекомбинации.

Видообразование будет в первую очередь связано с мутационными процессами, и любая новая мутация, особенно, если ей будут благоприятствовать экологические условия, может дать начало новой разновидности или новому виду. При огромной численности клеток грибной популяции всегда можно ожидать появления спонтанной мутации, благоприятной для естественного отбора.

Разнообразие генетических механизмов обеспечивает эволюцию грибных популяций и быстрый процесс видообразования. Кроме рекомбинативного и мутационного механизмов на процесс видообразования будут оказывать влияние вирусы грибов и мобильные генетические элементы (транспозоны), находящиеся в геномах многих грибов и приводящие к крупным геномным перестройкам (Шнырева, 2003), а также, эпигенетические механизмы, способствующие изоляции грибных популяций. Популяции должны генетически дифференцироваться, тогда между ними будут более интенсивно накапливаться генетические различия. Этот процесс особенно успешно развивается в генетически разобщенных популяциях. Примером может служить вид *Fusarium graminearum* Schwabe (Гагкаева, 2011). Мультилокусный молекулярный анализ штаммов этого патогена, различного географического происхождения, выявил филогенетически различающиеся линии, группирующиеся в кластеры в соответствии с их географическим происхождением: южно-американский, центрально-американский, азиатский, европейский. В настоящее время 15 филогенетических линий получили ранг видов, вместе составляющих комплекс видов «*F. graminearum* species complex»: *F. austroamericanum* T. Aoki, Kistler, Geiser et O'Donnell, *F. meridionale* T. Aoki, Kistler, Geiser et O'Donnell, *F. boothii* O'Donnell, T. Aoki, Kistler et Geiser, *F. mesoamericanum* T. Aoki, Kistler, Geiser et O'Donnell, *F. acaciae-mearnsii* O'Donnell, T. Aoki, Kistler et Geiser, *F. asiaticum* O'Donnell, T. Aoki, Kistler et Geiser, *F. graminearum sensu stricto*, *F. cortaderiae* O'Donnell, T. Aoki, Kistler et Geiser, *F. brasiliense* T. Aoki, Kistler, Geiser et O'Donnell, *F. vorosii* B. T. th, Varga, Starkey, O'Donnell, H. Suga et T. Aoki, *F. gerlachii* T. Aoki, Starkey, L. R. Gale, Kistler et O'Donnell, *F. ussurianum* T. Aoki, Gagkaeva, Yli-Mattila, Kistler et O'Donnell, *F. aethiopicum* O'Donnell, Aberra, Kistler et T. Aoki, *F. nepalense* T. Aoki, Carter, Nicholson, Kistler et O'Donnell, *F. louisianense* Gale, Kistler, O'Donnell et T. Aoki.

Несмотря на большую значимость аллопатрического видообразования, возможна дивергенция и видообразование у грибов без географической изоляции в пределах исходного ареала вида (Дьяков, Лекомцева, 1984). Видообразование у фитопатогенных грибов может быть вызвано

расхождением по трофическим нишам (Дьяков, 2008). Недавно было опубликовано сообщение о появлении на пшенице гриба *Puccinia teres* Drechsler (Михайлова и др., 2010). Этот вид известен как возбудитель сетчатой пятнистости ячменя. Были изучены морфологические и генетические особенности изолятов, поражающие разные растения-хозяева. Показано, что «ячменные» изоляты имеют достоверно более короткие конидии, чем «пшеничные», и меньшее число клеток. Достоверные различия между конидиями «ячменных» и «пшеничных» изолятов, имеющих общее географическое происхождение, свидетельствуют, по мнению авторов, о генетической дифференциации изолятов, связанной с паразитированием на различных видах растений (Мироненко и др., 2012).

Известно, что гриб *Cochliobolus sativus* (S. Ito & Kurib.) Drechsler ex Dastur поражает ячмень и пшеницу. Изучение популяций гриба, изолированных с ячменя и пшеницы, показало (Мироненко, Bulat, 2001), что «ячменные» изоляты обладали большей изменчивостью по структуре генома, чем «пшеничные». В популяции доминировал один хозяино-специфичный гаплотип. Высказано предположение, что полиморфизм популяции *C. sativus* обусловлен дивергенцией вида на молекулярном уровне. Возможно, на пшенице появилась разновидность этого вида или возник новый вид, приуроченный к поражению пшеницы. Оценив специализацию гриба к различным видам злаков (Мироненко, Сердюк, 2005), авторы исследований выдвинули гипотезу о физиологической специализации возбудителя на ячмене и пшенице. «Ячменные» изоляты были более агрессивны к ячменю, «пшеничные» к пшенице. Различия между популяциями, изолированными с разных растений-хозяев, коррелировали и по молекулярным маркерам.

Другой пример с видом *Alternaria solani* Sorauer, доминирующим на картофеле. При дифференциации изолятов комплекса *A. solani* по молекулярным маркерам выделились два кластера: один состоял из изолятов, выделенных с картофеля, другой — из изолятов, выделенных с томата (Орина, 2011). Можно предположить, что при выращивании картофеля поблизости от томатов происходила постепенная дивергенция вида на специализированные формы, которые эволюционировали в самостоятельные виды. В результате возник вид *Alternaria tomatophila* E. G. Simmons, паразитирующий на томате. Аналогичная ситуация описана с возбудителем фитофтороза картофеля (Дьяков и др., 1994). Эпифитотии фитофтороза картофеля, которые наблюдались в Европе после завоза картофеля и мексиканских штаммов возбудителя, были вызваны «картофельными»

изолятами. На томатах эпифитотии не наблюдалось. Дивергентная эволюция вида *Phytophthora infestans* привела к специализации штаммов возбудителя к картофелю и томату.

На процесс видообразования может оказывать влияние и органотропная специализация гриба. Гриб *S. sativus* вызывает корневую гниль и темно-бурую пятнистость листьев ячменя и пшеницы. Анализ генетической структуры популяций *S. sativus*, выделенных с листьев и корневой системы ячменя и корневой системы пшеницы показал различия в дифференциации соответственно хозяину и тканям растения (листья, корни) из которых изоляты были выделены (Gyawali et al., 2012). Нами была проанализирована структура популяций гриба *F. graminearum*, формирующихся на корневой системе и колосе озимой пшеницы (Левитин, Гагкаева, 1991). Сравнивали морфолого-культуральные признаки, разнообразие популяций по электрофоретическим

спектрам ферментов и агрессивности. Показатели сходства морфофенов и электрофоретических спектров ферментов в популяциях с колосковых чешуй и корней оказались низкими. Популяция с колосковых чешуй значительно превосходила по агрессивности популяцию, изолированную с корневой системы. Можно предположить, что органотропная специализация привела к изоляции субпопуляций паразита.

Проблема видообразования у грибов представляет интерес не только для микологов, писал А. А. Ячевский, «но и вообще для всех биологов, причем необходимо подчеркнуть, что именно грибы являются во многих отношениях, такие как борьба с болезнями, карантин и свободная торговля и сохранение экосистем и грибковых разновидностей зависят от нашего понимания не только диагноза разновидностей, но также и того, как разновидности оказываются».

Литература

- Айала Ф., Кайгер Дж. Современная генетика, 1988, 3, 335 с.
- Гагкаева Т. Ю. Классификация грибов рода *Fusarium* — дискуссия длиной в двести лет / Микология сегодня. Ю. Т. Дьяков, Сергеев Ф. Ю. (ред.), том 2, М.: Национальная академия микологии, 2011, с. 14–29.
- Дьяков Ю. Т. Грибы: индивидуумы, популяции, видообразование // Журнал общей биологии, 2008, 69, 1, с. 10–18.
- Дьяков Ю. Т., Долгова А. В., Рыбакова И. Н., Багирова С. Ф. Дивергенция популяции фитопатогенного гриба *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary в связи со специализацией к растениям-хозяевам // Журнал общей биологии, 1994, 55, 2, с. 171–188.
- Дьяков Ю. Т., Лекомцева С. Н. О симпатрическом видообразовании у грибов // Биологические науки, 1984, 11, с. 5–16.
- Левитин М. М., Гагкаева Т. Ю. Сравнительный анализ популяций *Fusarium graminearum* Schwabe, выделенных с разных органов озимой пшеницы. Микол. и фитопатол., 1991, 25, 1, с. 73–79.
- Михайлова Л. А., Тернюк И. Г., Мироненко Н. В. *Ryeporphora teres* — возбудитель пятнистости листьев пшеницы // Микол. и фитопатол., 2010, 44, 1, с. 63–68.
- Мироненко Н. В., Коваленко Н. М., Михайлова Л. А. Морфологическая и генетическая характеристика изолятов *Ryeporphora teres* f. *teres*, поражающих пшеницу // III всероссийская и международная конференция «Современные проблемы иммунитета растений к вредным организмам», посвященная 125-летию со дня рождения Н. И. Вавилова, Санкт-Петербург, 2012, с. 149–152.
- Мироненко Н. В., Сердюк А. А. Специализация возбудителя темно-бурой пятнистости гриба *Cochliobolus sativus* к различным видам злаков / Культурные растения для устойчивого сельского хозяйства в XXI веке (иммунитет, селекция, интродукция). М.: Россельхозакадемия, 2000, с. 183–210.
- Орина А. С. Видовой состав возбудителей альтернариоза пасленовых культур на территории России // Автореф. канд. дисс. СПб, 2011, 19 с.
- Ячевский А. А. К вопросу о видообразовании у грибов // Материалы по микологии и фитопатологии, 1927, 6, 1, с. 1–56.
- Giraud Y., Refregier G., Le Gac M., de Vienne D. M., Hood M. E. Speciation in fungi // Fungal Genetics and Biology, 2008, 45, с. 791–802.
- Gyawali S., Neate S. M., Adhikari T. B., Puri K. D., Burlakoti R. R., Zhong S. Genetic Structure of *Cochliobolus sativus* Populations Sampled from Roots and Leaves of Barley and Wheat in North Dakota // J Phytopathol., 2012, v. 160, p. 637–646.
- Mironenko N. V. Bulat S. A. Genetic structure of *Cochliobolus sativus* (*Bipolaris sorokiniana*) populations isolated from different hosts as revealed by UP-PCR (RAPD-like) technique (2001) // J. of Russian Phytopathol. Soc., v. 2, part 1, p. 25–30.

A. A. JACZEWSKI AND PROBLEMS OF SPECIES FORMATION

Levitin M. M.

All-Russian Institute of Plant Protection (VIZR),
St.-Petersburg — Pushkin, Russia, mark_levitin@rambler.ru

The evolution of concepts of speciation in fungi is described. The various genetic processes underlying speciation in fungi, role of biological features of fungi in the course of speciation are discussed, examples of experimental researches with different fungi are given.

Kew words: fungi, species formation, populations, mutation, hybridization, divergence.

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ В ЧИСТОЙ КУЛЬТУРЕ ГРИБА *SCLEROTINIA SCLEROTIORUM*, ВЫДЕЛЕННОГО ИЗ КОНОПЛИ

Шипилова Н. П., Дмитриев А. П.

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений
Россельхозакадемии (ВИЗР), Санкт-Петербург — Пушкин, Россия, dandrep@mail.ru

Подобрана оптимальная питательная среда для культивирования штамма гриба *Sclerotinia sclerotiorum* — соево-глюкозный агар. На этой среде у изучаемого штамма *S. sclerotiorum* образовывалось большое количество микроконидий и развивался вторичный мицелий.

Ключевые слова: Sclerotinia sclerotiorum, соево-глюкозная среда, микроконидии.

Гриб *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary, имеющий широкое географическое распространение, отличается своей вредоносностью, вызывая значительные потери урожая. Особенно опасен этот патоген для овощных и масличных культур (Наумов, 1952; Adams et al., 1974; Willets, Wong, 1980; Steadman, 1983; Simmonds et al., 2001).

Развитие гриба сопровождается характерными внешними признаками, вследствие которых заболевание, вызываемое этим грибом, носит название — белая гниль. При высокой влажности воздуха поверхность пораженного растения покрывается относительно плотным, ватообразным, белым, никогда не сереющим, воздушным мицелием, на котором появляются склероции. Вначале они белые, а со временем становятся черными (Наумов, 1952; Willets, Wong, 1980). Характерной особенностью развития *S. sclerotiorum* в культуре является определенный порядок в расположении склероциев: формируясь, они образуют концентрические круги на поверхности агаризованных питательных сред; созревание склероциев сопровождается выделением экссудата на их поверхности, который исчезает у созревших склероциев (Willets, Wong, 1971).

Гриб *S. sclerotiorum* образует септированный мицелий, склероции, микроконидии в анаморфной стадии и апотеции в телеоморфной стадии. Основное внимание исследователей, при работе

с этим патогеном, уделяется склероциям и апотециям.

Исследования по изучению микроконидий весьма ограничены, их роль в жизненном цикле этого гриба до сих пор не ясна. В большинстве работ, посвященных белой гнили, микроконидии упоминаются только «мимоходом» (цит. по Willets et Wong, 1980). Кроме того, некоторые авторы указывают на отсутствие конидий у этого вида (Purdy, 1955; Райтвильер, 1976; Steadman, 1983; Билай, 1988).

Вместе с тем, как отмечают Willets и Wong (1980), микроконидии часто видны в культуре этого гриба и формируются из фиалид, возникающих на микроконидиофорах. Aytkhozhina и Kolokolova (2001) также обращают внимание на появление в старых культурах фиалид, продуцирующих микроконидии. Английский исследователь Calong (1970) основное внимание посвятил изучению ультраструктуры микроконидий и гиф мицелия. Автор описывает микроконидии, полученные им в 14 дневной культуре, выращенной на картофельно-декстрозном агаре при 25°C, как овальные или грушевидные.

Целью нашего исследования было оценить культуральные и морфологические особенности штамма №6 *S. sclerotiorum*, выделенного в чистую культуру из гербарного образца конопли, собранного в 2003 году в посевах Пензенского НИИСХ.

По результатам предыдущих исследований (Шипилова, Дмитриев, 2011) наиболее благоприятной для оптимального развития гриба оказалась богатая по составу агаризованная полусинтетическая соево-глюкозная среда (СГА) следующего состава: на 1 л воды (г) — KH_2PO_4 -2, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ -1, MgSO_4 -1, глюкоза-20, соевая мука-10.

При инкубировании гриба *S. sclerotiorum* на картофельных средах с глюкозой (КГА) и сахарозой (КСА), было отмечено появление микроконидий, но только в старых культурах, в возрасте от 21 до 23 суток, и в незначительном количестве. На СГА у изучаемого штамма гриба не только быстро образовывалось большое количество микроконидий на первичном мицелии, но также развивался и вторичный мицелий с массой микроконидий.

В условиях естественного освещения и температуре 19-21°C при инокуляции СГА 5 мм блоком, вырезанным с 3-5 суточной материнской культуры, в начале роста гриб формирует паутинистый мицелий. На 3 сутки мицелий полностью покрывает поверхность агаризованной среды и образует обширную кольцевую зону густого, прижатого белого мицелия, становящегося хлопьевидным. Затем начинается образование мелких мицелиальных сгустков, и появляются рыхлые белые бугорки — зачатки склероциев. Эти бугорки постепенно увеличиваются в размерах, приобретают форму склероциев и на них появляется экссудат (через сутки после появления бугорков). Склероции постепенно увеличиваются в размерах, начинают сереть, а затем постепенно темнеют, становясь черными. Через 5-7 суток экссудат начинает постепенно исчезать. При этом мицелий становится более рыхлым, лучше отделяется от среды. Наблюдаются гифы мицелия (обычно более широкие) с частично разрушенными клеточными стенками.

На 11-12 сутки роста гриба (после исчезновения экссудата практически на всех склероциях) начинают появляться одиночные фиалиды, причем клетки гиф, на которых формируются фиалиды намного короче, чем у обычной гифы. Длина клетки, на которой формируется фиалида, в среднем — $9,1 \pm 0,7$ мкм; длина клетки обычной

гифы — в среднем $35,8 \pm 7,6$ мкм. Размеры гиф первичного мицелия составили в среднем: широкие гифы — $11,8 \pm 0,6$ и их ответвления — $5,4 \pm 0,2$ мкм.

Через две недели после начала роста гриба конидиеносцы первичного мицелия начинают усложняться, появляются фиалиды уже на поддерживающей клетке, которая несет 1-3 фиалиды. Затем — разветвленные конидиеносцы и на 16 сутки — наблюдается начало массового образования микроконидий.

В это же время в центре культуры, можно обнаружить тонкие гифы, средний диаметр которых $2,2 \pm 0,1$ мкм, с одиночными фиалидами. Эти тонкие гифы, впоследствии, развиваются во вторичный мицелий. При дальнейшем инкубировании чашек вторичный мицелий может появиться с края колонии и на некоторых склероциях. Следует отметить, что иногда вторичный мицелий может и не образовываться.

Через несколько суток после появления вторичного мицелия конидиеносцы, которые впоследствии усложняются, дихотомически ветвятся. На них образуется масса микроконидий, из-за обилия которых мицелий может казаться поросистым.

Микроконидии образуются из фиалид, которые имеют один конидиогенный локус (монофиалиды). Фиалиды — ампуловидные, иногда искривленные, расширенные в средней части, в старой культуре с четко выраженным воротничком, имеют следующие размеры: длина в среднем — $9,4 \pm 0,4$ (7,3–12,7) мкм, ширина (расширенной части) в среднем — $4,5 \pm 0,2$ (3,3–6,9) мкм. Микроконидии имеют округлую форму, иногда со слегка вытянутым носиком, их размеры в среднем — $3,2 \pm 0,1$ (2,8–3,6) мкм. Вначале микроконидии одиночные, при массовом развитии формируют головки, иногда цепочки.

Нами выявлено, что в определенных условиях гриб способен к массовому продуцированию микроконидий. Необходимы дальнейшие исследования по выявлению биологического значения образуемых конидий в жизненном цикле этого опасного патогена.

Литература

- Билай В. И. Микроорганизмы — возбудители болезней растений. Справочник. Киев. Наукова Думка, 1988, 549 с.
- Наумов Н. А. Болезни сельскохозяйственных растений, М. -Л., 1952, 664 с.
- Райтвильер А. Г. Порядок Гелоциевые (в группе порядков Дискомицеты). Жизнь растений, 1976, т. 2, 471 с.
- Шипилова Н. П., Дмитриев А. П. Биологические особенности гриба *Sclerotinia sclerotiorum*, выделенного из конопли // Вестник защиты растений, 1, 2011, с. 20–26.
- Adams P. B., Lumsden R. D. Tate C. J. *Galinsoga parviflora*: a new host for *Whetzelinia sclerotiorum* // Plant dis. rep., 1974, 58, 8, p. 700–701.
- Aytkhozhina N. A., Kolokolova N. K. Characteristics of Kazakhstani isolates of *Sclerotinia sclerotiorum* // Proc. of *Sclerotinia* 2001 — The XI Int. *Sclerotinia* Workshop, York 8th-12th July 2001, p. 21–22.

- Calonge F. D. Notes of the ultrastructure of the microconidium and stroma in *Sclerotinia sclerotiorum* //Arch. Microbiol., 1970, 71/2, p. 191–195.
- Purdy L. H. A broader concept of the species *S. sclerotiorum* based on variability //Phytopathol., 1955, 45, 8, p. 421–427.
- Steadman J. R. White mold — a serious yeald — limiting disease of bean //Plant dis., 1983, 67, 4, p. 346–350.
- Simmonds D. H, Donaldson P. I., Anderson T., Hubbard S., Davidson A., Rioux S., Rajcan I., Cober E. Development of white mould resistant soybean //Proc. of Sclerotinia 2001 — The XI Int. Sclerotinia Workshop, York 8th–12th July 2001, p. 62–63.
- Willets H. J., Wong A. L. Ontogenetic diversity of sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum* and related species //Trans. Br. mycol. Soc., 1971, 57, 3, p. 515–524.
- Willets H. J., Wong J. A. L. The biology of *Sclerotinia sclerotiorum*, *S. trifoliorum* and *S. minor* with emphasis on specific nomenclature //The Botanical review, 1980, 46, 2, 165 p.

GROWTH AND DEVELOPED IN PURE CULTURE SCLEROTINIA SCLEROTIORUM STRAIN ISOLATED FROM HEMP

Shipilova N. P., Dmitriev A. P.

All-Russian institute of plant protection (VIZR),
St.-Petersburg — Pushkin, Russia, dandrep@mail.ru

The optimum nutrient medium as a soy-glucose agar have been selected for cultivation of *Sclerotinia sclerotiorum* strain. On this medium a large number of microconidia and the secondary mycelium were formed.

Key words: Sclerotinia sclerotiorum, soy-glucose agar medium, microconidia.

Раздел 3

Доклады участников конференции

РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ И ВРЕДНОСНОСТЬ СЕРОЙ ГНИЛИ АКТИНИДИИ КИТАЙСКОЙ И МЕРЫ БОРЬБЫ С НЕЙ

Агаева М. А.

Ленкоранский Государственный Университет,
Ленкорань, Азербайджан, zooloq.60@mail.ru

Описаны особенности развития и распространения серой гнили актинидии китайской, оценена ее вредоносность. На основе стационарных наблюдений и маршрутных обследований в различных экологических условиях установлено, что распространенность серой гнили актинидии, вызываемой грибом *Botrytis cinerea*, в 2009 г. в Астаринском районе Азербайджана была довольно высока, поскольку в отмеченном году имелись оптимальные условия для развития гриба по показателям температуры и влажности. Количество дождливых дней было больше и относительная влажность воздуха выше по сравнению с другими годами. Также установлено интенсивное развитие гриба на плодах в условиях хранения, что приводит к их массовому гниению. Этому, по-видимому, способствует содержание в плодах таких веществ как глюкоза, витамины и др., а также способность гриба хорошо развиваться при сравнительно низких температурах.

Ключевые слова: актинидия, серая гниль, вредоносность, *Botrytis cinerea*, распространение болезни.

Каспийское побережье Азербайджана — уникальное место, отличающееся мягким влажным субтропическим климатом. Природно-климатические условия этого региона позволяют возделывать такие субтропические культуры как инжир, фейхоа, хурма, актинидия, кинкан. Среди перечисленных актинидия китайская (*Actinidia chinensis*) — самая распространенная культура на Каспийском побережье, в частности в Ленкоранской зоне.

Это растение, требующее для успешного выращивания мягкого субтропического климата, введено в культуру в Ленкорань-Астаринской зоне сравнительно недавно — в конце XX века. Особенно интенсивно новые закладки плантаций киви велись с середины 80-х годов. Актинидия хорошо растет и плодоносит на достаточно освещенных, слабокислых и кислых почвах с рН 4–6 и хорошим дренажом; она влаголюбива, но не выносит застоя воды в зоне корней и отрицательно реагирует на внесение извести и хлористого калия. Растения нормально переносят и высокую, и низкую температуру, но страдают от поздних заморозков.

Проведенными исследованиями установлено, что на субтропических растениях вредоносны несколько десятков грибных заболеваний. Часть из них непосредственно снижает урожайность растений, вызывая осыпание или гниение плодов, другие, заражая вегетативные органы, вызывают некрозы и, в конечном счете, приводят к усыханию растений. Целью наших исследований являлось установление распространенности и вредоносности серой гнили актинидии китайской.

Методика исследований. Изучение возбудителя серой гнили актинидии китайской проводилось нами в частных и фермерских хозяйствах Ленкорань-Астаринской зоны, начиная с 2008

года. Определение возбудителя болезни, а также вредоносности и интенсивности развития болезни проводилось по общепринятым методикам (Ченкин, 1998; Хохряков и др., 2003).

Результаты исследований. По существующим литературным данным (Кутубидзе, Сарджевеладзе, 1988) актинидия не повреждается вредителями и болезнями. По результатам наших маршрутных обследований показано, что насаждения на Каспийском побережье Азербайджана, в частности в Ленкорань-Астаринской зоне, в течение 5 лет вегетации не поражались болезнями, но в последние годы (2008–2012 гг.) были зафиксированы поражения такими широко распространенными и вредоносными болезнями как фитофторозная корневая гниль, белая и серая гниль плодов (Агаева, 2012).

Наибольшую опасность для культуры актинидий в регионе представляет серая гниль, возбудителем которой является гриб *Botrytis cinerea* Pers. Он относится к группе несовершенных грибов — *Deuteromycetes*, к порядку *Phycomycetales* (*Moniliales*), семейству *Mucedinaceae*. Это факультативный паразит, который способен заражать только ослабленные растения. Заболевание имеет эпифитотийный характер распространения и в годы, благоприятствующие его развитию, поражает цветки, листья, молодые побеги, плоды. Пораженные органы буреют, покрываясь порошащим налетом серого цвета. Зараженные серой гнилью цветки полностью засыхают.

Проведенными исследованиями установлено, что высокая распространенность болезни отмечена в Астаринском районе в 2009 году и составляла 46,4%. В 2010 году она составляла 44,5%, в 2011 году — 36,5%, а в 2012 году — 38,6%. Такая же картина наблюдалась и в Ленкоранском районе —

высокий процент распространения болезни отмечен в 2009 году.

Интенсивность развития болезни и формы ее проявления зависят от гидротермических условий. По И. Селянинову оптимальным гидротермическим коэффициентом для цитрусовых культур является 2,5. Величина коэффициента выше или ниже этого показателя считается неблагоприятной для развития растений. Показатель выше 2,5 считается неблагоприятным для развития растений, но вполне подходит для грибов. Более низкий гидротермический коэффициент неблагоприятен и для растений, и для гриба. В 2009 г. в Ленкорань-Астаринской зоне отмечался гидротермический режим 2,2, который для развития субтропических культур оказался крайне неблагоприятным, что вызвало эпифитотию заболевания.

Botrytis cinerea может служить причиной поражения плодов при хранении. Учитывая, что серая гниль плодов киви сильно проявляется при хранении, мы проводили исследования после сбора плодов. В результате было установлено, что после сбора необходимо, в первую очередь, проводить обработку плодов (сортировка, аттестация и упаковка). Это позволяет снизить передачу спор с поверхности одного плода на повреждения смежного плода, полученные при сборе. Уменьшение перемещения плодов также уменьшает передачу спор от плода к плоду. Также, в течение 2-х дней перед упаковкой и закладкой на холодное хранение необходимо проводить проветривание плодов при температуре окружающей среды, что значительно уменьшает гниль плодов. Быстрое же охлаждение плодов может увеличивать поражение плодов гнилью при хранении.

Таблица. Распространение серой гнили при хранении плодов киви

Доля плодов (%), пораженных серой гнилью в разные годы				
2008	2009	2010	2011	2012
17,6	20,6	9,8	9,3	10,6

Литература

- Агаева М. А. Грибные болезни актинидии китайской. Материалы международной заочной научно-практической конференции. Новосибирск, Изд. «ЭКОР — книга», 2012, 148 с.
- Кутубидзе В. В., Сарджвеладзе Г. П. Актинидия — перспективная культура для советских субтропиков // *Субтропические культуры*, 1988, 5, с. 1–3.
- Хохряков М. К., Добзракова Т. Л., Степанов К. М., Летова М. Ф. *Определитель болезней растений*. М., Краснодар, 2003, 593 с.
- Ченкин А. Ф. *Методика организации учета вредных организмов*. М., 1993, 65 с.

Плоды хранили в стандартных деревянных ящиках в подвальном помещении при температуре 5–10°C и относительной влажности воздуха 85–90%. Необходимо фиксировать состояние плодов при хранении. Оптимальное время для проверки состояния плодов — после 7–8 недель холодного хранения, к этому времени почти все первичные инфекционные болезни будут иметь видимые симптомы. Возможна также ранняя проверка состояния плодов после 6 недель хранения. Это позволяет идентифицировать все главные болезни, но выявляет приблизительно 20% инфекционных болезней от всего уровня заражения. Через каждые 10 дней подсчитывали число сохранившихся плодов (табл.), их общую массу. Подгнившие плоды удаляли во избежание порчи других плодов.

Гниль начинает развиваться в холодильнике при температуре 0°C у основания плода, там, где ранее крепилась цветоножка, затем поражение распространяется на весь плод. Вторичное заражение происходит тогда, когда гриб распространяется с одного гнилого плода на смежный. Под кожицей пораженный плод прозрачный и пропитанный водой. Закачивается поражение полным разложением тканей плода.

Таким образом, показано, что серая гниль актинидии является не только широко распространенным заболеванием, но и обладает высокой степенью вредоносности, которая зависит от многих причин, особенно от агроклиматических условий. Развитию болезни способствует слабая аэрация или доступ солнечного света.

PREVALENCE AND HARMFULNESS OF GREY ROT OF ACTINIDIA CHINENSIS AND CONTROL OF THE DISEASE

Agayeva M. A.

Lankaran State University, Lankaran, Azerbaijan, zooloq.60@mail.ru

Development and prevalence of grey rot of *Actinidia chinensis* were shown. This disease was one of the more harmful. The observations in the experimental plots and monitoring of the disease in different ecological areas it was established that spreading of *Botrytis cinerea* was highly in the Astara region of Azerbaijan in 2009. In that year a number of rainy days and relative air humidity were higher than in other years. The development of fungus on fruits during the storage was also evaluated.

Key words: kiwifruit, grey rot, harmfulness, Botrytis cinerea, disease prevalence.

БИОЛОГИЧЕСКИЙ И ИНФЕКЦИОННЫЙ ЦИКЛ РАЗВИТИЯ ГРИБА SPHAEROPSIS SAPINEA В БЕЛОРУССИИ

Азовская Н. О.

Белорусский государственный технологический университет (bstu.unibel.by),
Минск, Белоруссия, azovskaya_natasha@tut.by

В Белоруссии, как в других странах, на сосне наблюдается диплоидиоз, вызываемый грибом *Sphaeropsis sapinea*. Болезнь причиняет особый ущерб молодым растениям, нередко приводя к их гибели. В связи с отсутствием информации по биологическим особенностям этого заболевания в странах Европы, нами были проведены собственные фенологические наблюдения в течение нескольких лет для установления сроков появления первых симптомов болезни и развития гриба на сосне обыкновенной в условиях Белоруссии, что необходимо для обоснования лесозащитных мероприятий.

Ключевые слова: цикл развития, диплоидиоз, Sphaeropsis sapinea, пикниды, конидии, сосна обыкновенная

Начиная с 2009 г. в несомкнувшихся сосновых насаждениях и молодняках наблюдается эпифитотия нового для Белоруссии заболевания под названием диплоидиоз (Ярмолович и др., 2010). Это, как правило, болезнь молодых (до 15–20 лет) растений сосны, приводящая к усыханию побегов текущего года и торможению ростовых процессов, а при сильном поражении — к многовершинности или гибели растения. В других странах заболевание поражает более 40 видов хвойных деревьев, и может вызывать гибель взрослых насаждений, образование язв на стволе и ветвях, усыхание вершины, увядание почек, массовую гибель семян и саженцев в питомниках и синеву древесины (Peterson, 1981). Также патоген может встречаться на шишках различных видов сосен, приводя к гибели семян (Vagniluca, 1995). Диплоидиоз в Белоруссии является основным фактором усыхания побегов в молодых насаждениях (более 50% случаев). Заболевание вызывается несовершенным грибом *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko et B. Sutton (= *Diplodia pinea* [Desm.] J. Kickx F.) и чаще встречается на растениях в лесных питомниках

и несомкнувшихся насаждениях. Целью нашей работы являлось изучение фенологии и цикла развития гриба *S. sapinea*, чтобы в последующем на этой основе обосновать сроки проведения лесозащитных мероприятий.

Фенологические наблюдения патогенного гриба проводились в условиях Белоруссии на протяжении 2009–2012 гг. на сосне обыкновенной в возрасте 5–10 лет.

В результате проведенных наблюдений установлено, что жизненный цикл гриба *S. sapinea* представлен только в анаморфной (вегетативной, бесполой) стадии. На рисунке представлен цикл развития гриба в течение года. Заражение молодых формирующихся побегов спорами гриба происходит весной (обычно во второй половине апреля), при температуре 10–15°C и влажности воздуха 40–100%. Инфекция переносится каплями воды, ветром и насекомыми. Спора гриба дает начало инфекционной гифе, которая внедряется в молодые неодревесневевшие побеги. Заражение происходит через устьица побегов или через различные механические повреждения.

Инкубационный период обычно длится две-три недели. Грибница распространяется внутри коры, далее проникает в камбий и древесину, вызывая их отмирание. В качестве защитной реакции растения на начальных этапах развития болезни наблюдается выделение живицы, которая, со временем, забивает проводящие элементы дерева, что приводит к прекращению восходящего тока воды с минеральными элементами питания и нисходящего тока органических веществ.

жизнеспособные, но быстро теряют упругость по всей длине, усыхают, часто свисают вниз.

В конце июля–августе большинство пораженных побегов засыхает. Пикниды становятся черными, четко заметными на поверхности коры и хвое. Начинается массовая споруляция при температуре 17–21°C и влажности 70–80%; конидии, в большинстве созревшие, выходят наружу из пикнид, продолговато-цилиндрические, иногда почти булавовидные, окруженные вер-

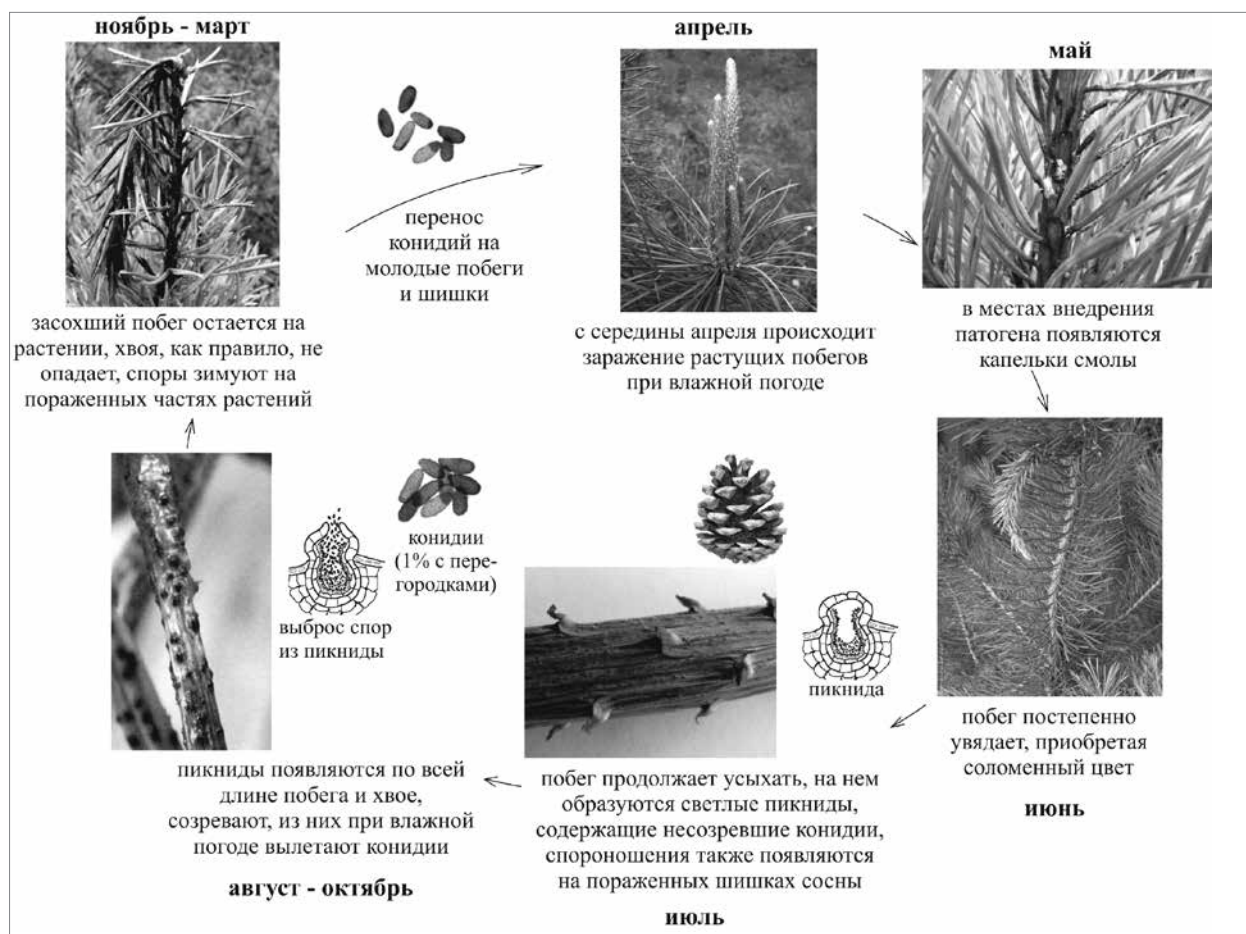


Рисунок. Цикл развития гриба *S. sapinea*

В начале июня (через месяц после начала роста побегов) побеги начинают увядать и засыхать, они светлеют, проводящие ткани перестают выполнять свои функции. Если побег растет из почки, которая находится ниже зараженного побега, то он оказывается уже зараженным. В начале июля (через 2 месяца после начала роста побегов) в местах внедрения патогена на побегах обнаруживаются спороношения в виде полупогруженных в ткани растения подушечек; пикниды гриба заметны невооруженным глазом, округлые однокамерные толстостенные, темно-коричневые. На побегах формируются многочисленные язвочки, часто с капельками смолы. В середине лета споры в основном еще незрелые. В это время побеги

ху, несептированные, чаще с одной перегородкой (очень редко с двумя), толстостенные, вначале желтоватые, зрелые — темно-коричневые. Размеры пикнид колеблются в пределах 110–828 мкм в длину и 28–371 мкм в ширину; количество спор в одной пикниде варьирует от 400 до 2600, размеры спор лежат в пределах 19–48 мкм в длину и 4–20 мкм в ширину.

На протяжении сентября–ноября пикниды продолжают появляться по всей длине побегов и хвое, причем, по большей части, вверх от места заражения. Споры в основной массе созревшие, но в появляющихся пикнидах есть еще и зреющие, бесцветные. Основная часть инфекционного материала зимует на пораженных побегах. На

протяжении осени споры на побегах продолжают созревать. В это время конидии разносятся ветром и дождевыми брызгами.

Гриб способен также поражать формирующиеся шишки сосны, образуя на них типичные конидиомы.

Цикл развития гриба *S. sapinea* включает только конидиальное спороношение (пикниды). Конидии способны формироваться на пораженных побегах в течение июля–ноября, во многих случаях споры созревают в пикнидах до конца осени.

Для выявления истинного масштаба поражения растений диплодиозом и для назначения лесозащитных мероприятий работникам лесной охраны и лесозащиты рекомендуется проводить лесопатологический надзор в первой половине сентября, обращая внимание на следующие симптомы болезни: усыхание побегов текущего года прироста, окраска их в соломенный цвет и потеря упругости, а также на наличие темных мелких пикнид на отмерших побегах и хвое.

Литература

- Ярмолович В. А., Азовская Д. Б., Беломесяцева Н. О. Диплодиоз — опасное заболевание молодых деревьев сосны. *Лесное и охотничье хозяйство*, 2010, 80, 3, с. 28–31.
- Peterson G. W. *Diplodia Blight of Pines* / G. W. Peterson // *Forest Insect and Disease Leaflet* 161. — Lincoln: U. S. Department of Agriculture, Forest Service, 1981, p. 6.
- Vagniluca S. *Cankers and shoot blight of Pinus pinea in Italy* / S. Vagniluca, V. Goggioli, P. Carpetti // *Proceedings of a Joint Meeting of the Working Parties Canker and Shoot Blight of Conifers (Italy, July 6-11, 1994)*. — Firenze: Tipografia Bertelli, 1995, p. 284–286.

BIOLOGICAL AND INFECTIOUS CYCLE OF SPHAEROPSIS SAPINEA IN BELARUS

Azovskaya N. O.

Belarusian State Technological University (*bstu.unibel.by*), Minsk, Belarus, *azovskaya_natasha@tut.by*

In Belarus along with other countries *Diplodia tip* blight, caused by the fungus *Sphaeropsis sapinea*, has been found. The disease causes particular damage to young plants, resulting quite often in their death. Due to lack of information about biological features of the disease in Europe we carried out phenological observations during several years to determine the term of appearance of the first disease symptoms and fungus development on *Pinus sylvestris* L. in Belarus that was necessary for substantiation of protective measures.

Key words: life cycle, Diplodia tip blight, Sphaeropsis sapinea, Pinus sylvestris, picnidia, conidia.

ВИДЫ РОДА CLADOBOTRYUM, ВЫЗЫВАЮЩИЕ БОЛЕЗНИ КУЛЬТИВИРУЕМЫХ СЪЕДОБНЫХ ГРИБОВ

Алексеева К. Л.

ВНИИ овощеводства Россельхозакадемии,
Московская область, Россия, *vniioh@yandex.ru*

Изучены культурально-морфологические характеристики и биологические особенности *Cladobotryum dendroides* и *C. musophilum*, возбудителей паутинистой плесени, поражающей плодовые тела культивируемых съедобных грибов шампиньона двуспорового (*Agaricus bisporus*) и вешенки обыкновенной (*Pleurotes ostreatus*). Описаны симптомы заболевания, способы распространения инфекции в культивационных помещениях. Обсуждаются меры профилактики и защиты.

Ключевые слова: паутинистая плесень, культивируемые съедобные грибы, микопаразитные гифомицеты, инфекция, способы защиты.

Значительный ущерб производству съедобных грибов наносят микопаразитные гифомицеты рода *Cladobotryum* (телеоморфа *Hymenoglyphus*,

отд. Ascomycota), вызывающие болезни плодовых тел, известные под общим названием «паутинистая плесень» (англ. Cobweb mould). Пораженные

плодовые тела покрываются густой сетью, напоминающей паутину, останавливают свой рост, становятся водянистыми и быстро превращаются в гниющую массу. По типу взаимоотношений с хозяином виды рода *Cladobotryum* относятся к факультативным биотрофам (Рудаков, 1981). Механизм их воздействия на шляпочные грибы связан с высокой ферментативной активностью, образованием токсинов и антибиотиков широкого спектра действия, которые находятся в комплексе с пигментами (Gray, Morgan-Jones, 1981). В отсутствие хозяина патоген способен к сапротрофному питанию на различных органических субстратах, может длительное время сохраняться в почве. В настоящее время в качестве возбудителей паутинистой плесени культивируемого шампиньона зарегистрировано 12 видов рода *Cladobotryum* (Adie et al., 2006; Chang-Gi Back et al., 2010). На плодовых телах вешенки королевской (*P. eryngii*) и опенка зимнего (*Flammulina velutipes*) отмечен *S. varium* Nees (телеоморфа *H. aurantius*) (Kim et al., 1998, 1999), на плодовых телах вешенки обыкновенной — *S. musophilum* (Oudem.) W. Gams et Hooz (телеоморфа *H. odoratus*) (Алексеева и др., 2009).

В задачу исследований входило изучить биологические особенности возбудителей паутинистой плесени культивируемых съедобных грибов (шампиньона двуспорового и вешенки обыкновенной) в лабораторных и производственных условиях, выявить источники инфекции, обосновать способы профилактики и защиты. Исследования проводили на базе подмосковных грибоводческих хозяйств с использованием стандартных микологических и фитопатологических методов.

Из плодовых тел шампиньона двуспорового с симптомами поражения паутинистой плесенью был выделен в чистую культуру *S. dendroides* (Bull.) W. Gams et Hooz. (телеоморфа *H. rosellus*). Изучение культурально-морфологических характеристик возбудителя паутинистой плесени показало, что мицелий патогена имеет высокую скорость роста на агаризованных питательных средах. На пшеничном агаре скорость роста составляла 15–17 мм в сутки, на шампиньонном агаре — 23–25 мм в сутки. На начальных этапах роста колонии имеют белую или светло-серую окраску, с возрастом окрашиваются в розовый цвет за счет образования пигмента. Конидиеносцы прямостоящие, септированные с мутовчато разветвленными фиалидами. Конидии бесцветные, овальной формы, с 2–3 перегородками, размером 19–22 8–9 мкм, начинают прорастать через несколько часов после созревания и отделения от конидиеносцев. Отмечено стимулирующее влияние экстракта плодовых тел шампиньона на скорость прорастания конидий и рост мицелия паутини-

стой плесени. На шампиньонном агаре в течение 20 часов прорастало до 60% конидий. Длина ростковых трубок составляла 90–100 мкм, что в 3 раза превышало длину проростков на голодном агаре. Оптимальные условия роста и споруляции гриба в условиях *in vitro*: температура 24–25°C, pH 6,5–6,7, относительная влажность воздуха более 85%.

В условиях производства первые симптомы паутинистой плесени появляются в период плодоношения шампиньона, обычно на 2-й или 3-й волне. При этом мицелий возбудителя покрывает густой сетью, напоминающей по внешнему виду паутину, как сами плодовые тела, так и окружающие участки покровной почвы. Пораженные паутинистой плесенью плодовые тела шампиньона приобретают водянистую консистенцию и подвергаются гниению. Они легко отделяются от субстрата при прикосновении (в отличие от плодовых тел, пораженных микогонимом). Заболевание имеет очаговый характер и распространяется быстрыми темпами, как за счет разрастания имеющихся очагов, так и за счет появления новых. Скорость роста очагов составляет 1–2 см в сутки. Отдельные очаги паутинистой плесени, если не принимать мер по ограничению их роста, могут достигать до 50 см в диаметре. На начальных этапах роста мицелий патогена белый или светло-серый, а с возрастом на очагах паутинистой плесени появляется розовая или розово-желтая окраска. Потери урожая грибов наиболее велики при раннем заражении и при появлении очагов заболевания на первой волне плодоношения.

Из плодовых тел вешенки обыкновенной штамма НК-35 с симптомами паутинистой плесени был выделен *S. musophilum*. На пшеничном агаре скорость роста мицелия *S. musophilum* составляла 18–21 мм в сутки. На 2–3 сутки после посева отмечалось окрашивание питательной среды в темно-розовый цвет. В условиях *in vitro* мицелий патогена обладает высокой антагонистической активностью в отношении колоний вешенки и колоний плесневых грибов (виды *Penicillium*, *Trichoderma*, *Aureobasidium* и др.), обычно присутствующих в субстратах и в воздухе камер плодоношения. При выращивании в совместной культуре мицелий *Cladobotryum* нарастает поверх колоний плесневых грибов, а также вешенки. Оптимальные условия роста и споруляции гриба *in vitro*: температура 20–25°C, pH 6,5–7,2.

Строение конидиеносцев типичное для рода. Конидии овальной формы с 2–3 перегородками, размером 26–31 10–12 мкм, собраны в цепочки. Образуются в больших количествах и в условиях влажной камеры начинают прорастать через 5–8 ч после созревания и отделения от конидиеносцев, формируя по несколько ростковых трубок, растущих в разных направлениях. Через 24 ч. после

высева прорастало до 75% конидий возбудителя паутинистой плесени.

В производственных условиях первые симптомы заболевания наблюдаются только на стадии плодоношения вешенки. Пораженные плодовые тела покрываются белым налетом с розовым или розово-желтым оттенком и подвергаются гниению. Быстрому распространению заболевания способствует высокая относительная влажность воздуха в камере плодоношения (более 90%) и капельно-жидкая влага на поверхности плодовых тел и субстратных блоков в местах перфораций. Потери урожая могут достигать 50%. После сбора плодовые тела вешенки паутинистой плесенью не поражаются.

Химические средства защиты против паутинистой плесени на культуре шампиньона и вешенки в России не зарегистрированы. В других странах использовались беномил и карбендазим, однако под влиянием обработок фунгицидами было отмечено появление и распространение более агрессивных и резистентных рас возбудителя, отличающихся по морфологическим признакам. Их распространение снизило эффективность химических средств защиты в грибоводческих хо-

зяйствах, способствовало развитию эпифитотий паутинистой плесени (Gareth J. McKay et al., 1999).

Для снижения вредоносности паутинистой плесени важное значение имеют санитарно-гигиенические мероприятия, препятствующие заносу инфекции и ее распространению в культивационных помещениях. Инфекция может передаваться от дикорастущих шляпочных грибов, заноситься с зараженным торфом, почвой, водой, но не передается с посевным материалом. При наличии очагов болезни в камерах выращивания споры патогена распространяются от больных плодовых тел к здоровым воздушным путем, с брызгами воды при поливах, а также обслуживающим персоналом при одновременном сборе больных и здоровых грибов (с инструментами, тарой, одеждой и т. п.). В этих условиях основным источником инфекции становятся пораженные плодовые тела, их остатки после сбора, зараженный субстрат и т. д. Их необходимо оперативно продезинфицировать и удалить. Большое значение имеет своевременное выявление новых очагов заболевания, так как их обеззараживание наиболее эффективно в первые двое суток после начала развития очага, пока не началось спороношение возбудителя.

Литература

- Алексеева К. Л., Сметанина Л. Г., Борисов Б. А. Паутинистая плесень — опасное заболевание плодовых тел вешенки. // *Гавриш*, 2009, 5, с. 6-8.
- Рудаков О. Л. Микофильные грибы, их биология и практическое значение. М.: Наука, 1981, 160 с.
- Adie B., Grogan H., Archer S., Mills P. Temporal and spatial dispersal of *Cladobotryum* conidia in the controlled environment of a mushroom growing room // *Appl. Environ. Microbiol.*, 2006, 72, p. 7212–7217.
- Chang-Gi Back, Young-Hwan Kim, Woo-Sik Jo et al. Cobweb disease on *Agaricus bisporus* caused by *Cladobotryum mycophilum* in Korea // *J. Gen. Plant. Pathol.*, 2010.
- Gareth J. McKay, Damian Egan, Elizabeth Morris, Carol Scott, Averil E. Brown. Genetic and Morphological Characterization of *Cladobotryum* Species Causing Cobweb Disease of Mushrooms // *Appl. Environ. Microbiol.*, 1999, 65, 2, p. 606–610.
- Gray D. J., Morgan-Jones G. Host-parasite relationships of *Agaricus brunnescens* and a number of mycoparasitic hyphomycetes // *Mycopathologia*, 1981, 75, с. 55–59.
- Kim H. K., Seok S. J., Kim J. P. et al. Occurrence of disease caused by *Cladobotryum varium* on *Flammulina velutipes* in Korea // *Korean J. Mycol.*, 1999, 27, p. 415–419.
- Kim T. S., Lee H. W., Song G. W., Shin W. G. King oyster mushroom (*Pleurotus eryngii*) white mold disease caused by *Cladobotryum varium* // *Korean Soc. Mycol. News Lett*, 1998, 11, p. 46.

SPECIES OF THE GENUS CLADOBOTRYUM, CAUSING THE DISEASE OF CULTIVATED EDIBLE MUSHROOMS

Alekseeva K. L.

All-Russian Scientific Research Institute of Vegetable growing,
Moscow region, Russia, vniioh@yandex.ru

The cultural and morphological characteristics as well as some biological features of *S. dendroides* and *S. mycophilum*, causing the cobweb mold that attacks the fruiting bodies of cultivated edible mushroom *Agaricus bisporus* and *Pleurotus ostreatus* were studied. Symptoms of the disease and the infection distribution methods in cultivation areas were described. Preventing and protecting measures are discussed.

Key words: Cobweb mould, cultivated edible mushrooms, hyphomycetes, infection, control.

БОЛЕЗНЕУСТОЙЧИВОСТЬ СОМАКЛОНАЛЬНЫХ РЕГЕНЕРАНТОВ ЯРОВОГО РАПСА

Артамонов А. А., Муравлев А. А.

ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт рапса
Россельхозакадемии, г. Липецк, Россия, rapeseed@lipetsk.ru

Рассмотрена дифференциация по болезнеустойчивости 47 соматических регенерантов ярового рапса сорта Ратник. Исходный материал в течение двух лет (2006, 2007) оценивался по степени поражения альтернариозом, пероноспорозом, фузариозом и фомозом на полевом искусственном совмещенном инфекционном фоне ВНИИ рапса (Липецкая обл.). Выделено 5 наиболее болезнеустойчивых образцов, которые рекомендуются для дальнейшего использования в практической селекции.

Ключевые слова: рапс, соматические регенеранты, грибные болезни, резистентность.

В современных селекционных программах большое значение придается комплексной (групповой) устойчивости сельскохозяйственных растений. Проблема доноров болезнеустойчивости стоит и перед селекционерами рапса.

Способ отбора вегетативных линий *in vitro* наряду с использованием гетерогенности соматических клеток для отбора устойчивых линий по методу клеточных культур является перспективным направлением в растениеводстве и селекции, особенно, для расширения разнообразия генофонда по факторам невосприимчивости (Кривченко, 1983). Имеются данные по получению фертильных растений-регенерантов ярового рапса, различающихся по морфологическим признакам (Рожанская, Клеблева, 1999). Ранее указывалось на повышенную фузариозоустойчивость соматических вариантов ярового рапса по сравнению с исходными растениями (Никоноренков, Муравлев, 1999).

В течение двух лет (2006, 2007) нами проводилась работа по оценке на иммунитет соматических регенерантов ярового рапса (*Brassica napus* L. F. *annua*) в условиях полевого искусственного совмещенного инфекционного фона ВНИИ рапса (Липецкая обл.). Образцы оценивались на устойчивость к альтернариозу (возбудитель — *Alternaria brassicae* Sacc.), пероноспорозу (*Peronospora brassicae* Gaeum.), фузариозу (*Fusarium oxysporum* Schlecht. F. *conglutinans* Bilai) и фомозу (*Leptosphaeria biglobosa* R. A. Shoemaker et H. Brun.) с целью выявления иммунных и толерантных форм.

Методика. Регенеранты ярового рапса сорта Ратник были получены из листовых фрагментов в лаборатории биотехнологии ВНИИ рапса. Молодые вегетативные растения пересаживали из пробирок в теплицу. Во время бутонизации растения изолировали для самоопыления. Полученные семена R1 (I1) высевали на искусственном инфекционном фоне в 3-кратной повторности. Посев

Таблица 1. Распределение соматических клонов R1 (I1) ярового рапса сорта Ратник по устойчивости к болезням.

Table 1. Differentiation of somatic clones R1 (I1) of spring rape cv. Ratnik by their resistance to the diseases

Группа* (Group)*	Количество образцов (Sample number)									
	A		P		F		Ph		A-Ph**	
	шт. (pcs.)	%	шт. (pcs.)	%	шт. (pcs.)	%	шт. (pcs.)	%	шт. (pcs.)	%
I	33	70,2	—	—	36	76,6	—	—	—	—
II	14	29,8	5	10,6	7	14,9	9	19,1	27	57,4
III	—	—	42	89,4	4	8,5	29	61,7	20	42,6
IV	—	—	—	—	—	—	9	19,1	—	—
Итого (Total)	47	100	47	100	47	100	47	100	47	100

Примечания:

* I – относительно устойчивые, II – слабовосприимчивые, III – средневосприимчивые, IV – сильновосприимчивые.

** A – альтернариоз, P – пероноспороз, F – фузариоз, Ph – фомоз, A-Ph – по гр.ср. баллу.

Notes:

* I – relatively resistant, II – poorly susceptible, III – medium susceptible, IV – highly susceptible.

** A – blackspot, P – downy mildew, F – Fusarium wilt, Ph – Phoma leaf spot and stem canker, A-Ph – according to the group mean value.

осуществляли ручной сеялкой СР-1М на ярусах метровой ширины, с расстоянием между рядками 15 см, между повторениями — 45 см. Норма высева — 30 семян на погонный метр. Сортовой образец Ратника был выбран в качестве стандарта. Степень поражения болезнями оценивали по 9-балльным шкалам. Альтерналиоз (черная пятнистость) и пероноспороз (ложная мучнистая роса) учитывали по интенсивности развития болезни, фузариоз и фомоз — по частоте встречаемости больных растений (1 балл — нет больных растений; 9 баллов — свыше 80% пораженных растений). При анализе данных выделялись следующие группы образцов: I — относительно устойчивые (поражение отсутствует или очень слабое; 1,0–2,0 балла); II — слабовосприимчивые (2,1–3,0 балла); III — средневосприимчивые (3,1–5,0 баллов) и IV — сильновосприимчивые (5,1–9,0 баллов) (Артамонов и др., 2007).

Результаты. Двухлетнее изучение 47 соматклональных регенерантов ярового рапса сорта Ратник селекции ВНИИ рапса показало, что исходный материал гетерогенен по устойчивости к указанным заболеваниям (табл. 1).

В 2006 г. оценить пораженность растений альтерналиозом нам не удалось. А засушливые условия следующего года не способствовали развитию данного заболевания (степень поражения 1,0–3,0 балла). В наших условиях полное проявление нормы реакции растений на данный патоген следует ожидать в эпифитотийные годы. По данным 2007 г. «относительно устойчивы» к альтерналиозу были 33 образца (табл. 1). По сравнению со стандартом, выделенные соматклоны были более резистентны к черной пятнистости (табл. 2).

В 2006 г. соматклоны поражались пероноспорозом в равной степени (5 баллов). В 2007 г. степень поражения растений ложной мучнистой росой варьировала от 1,0 до 4,8 балла. По результатам изучения были выделены две группы образцов — слабовосприимчивые (10,6%) и средневосприимчивые (89,4%) (табл. 1). Устойчивость к пероноспорозу у соматклональных линий несколько ниже, чем у родительской формы (табл. 2).

Среди соматклонов по резистентности к фузариозу преобладали относительно устойчивые — 76,6% (табл. 1), что является хорошей характеристикой исходного материала. Среди соматклональных линий отмечены иммунные формы: № 63/19 и № 63/5-1a (табл. 2).

По устойчивости к фомозу материал был представлен слабовосприимчивыми (19,1%), средневосприимчивыми (61,7%) и сильновосприимчивыми (19,1%) образцами (табл. 1). Относительно устойчивых образцов не выявлено. У трех слабовосприимчивых соматклонов степень поражения фомозом несколько ниже, чем у исходной формы (табл. 2).

По групповому среднему баллу регенеранты оценены как слабовосприимчивые (57,4%) и средневосприимчивые (42,6%). Среди слабовосприимчивых образцов отобрано 5 лучших по групповой устойчивости (табл. 2). Первые позиции в этом списке занимают номера 63/19, 63/10-2 и 63/30-4.

Таким образом, из 47 соматклонов ярового рапса выделено 5 наиболее болезнеустойчивых образцов, с которыми будет продолжена селекционная работа.

Таблица 2. Наиболее болезнеустойчивые соматклоны R1 (II) ярового рапса сорта Ратник
Table 2. Most resistant somatic clones R1 (II) of spring rape cv. Ratnik

Образцы (Samples)	Поражение болезнями*, балл (Disease severity*, points)				
	A	P	F	Ph	Гр. ср. (Group m.v.)
63/19	1,0±0,0	3,3±0,1	1,0±0,0	2,7±0,3	2,00±0,59
63/10-2	1,0±0,0	3,0±0,0	2,0±1,0	2,7±0,9	2,17±0,44
63/30-4	1,0±0,0	3,5±0,5	2,0±0,3	2,3±1,3	2,20±0,51
63/5-1a	1,0±0,0	3,8±0,4	1,0±0,0	3,0±1,0	2,20±0,71
63/27-4	1,0±0,0	3,8±0,6	1,2±0,2	3,3±1,3	2,32±0,72
Ратник (стандарт) Ratnik (standard)	2,2±0,2	2,2±0,1	2,2±0,4	2,9±1,0	2,37±0,17
Значимость (W) Significance value	0,0142	0,1339	0,4978	0,4399	0,3141

Примечания:

* A — альтерналиоз, P — пероноспороз, F — фузариоз, Ph — фомоз; Гр. ср. — групповая средняя.

Notes:

* A — blackspot, P — downy mildew, F — Fusarium wilt, Ph — Phoma leaf spot and stem canker; Group m.v. — group mean value.

Литература

- Артамонов А. А., Паршинцева С. И., Затонских С. И. Геноисточники болезнестойчивости ярового рапса // Актуальные проблемы естественных наук и их преподавания. Липецк: ЛГПУ, 2007, с. 4–11.
- Кривченко В. И. Состав генов устойчивости к болезням и селекция растений // Важнейшие направления селекции с.-х. культур в связи с реализацией продовольственной программы СССР. Тр. по прикл. бот., ген. и сел. Л.: ВИР, 1983, 80, с. 47–54.
- Никоноренков В. А., Муравлев А. А. Отбор на устойчивость к фузариозу андроклиных линий и соматоклональных вариантов ярового рапса. Липецк: ЦНТИ, 1999, ИЛ № 39-99, 2 с.
- Рожанская О. А., Клеблева Н. Г. Анализ изменчивости некоторых признаков у соматоклонов ярового рапса // Научные проблемы сибирского кормопроизводства (технологические и селекционные достижения). Новосибирск, 1999, с. 148-156.

DISEASE RESISTANCE OF SPRING RAPE SOMACLONAL REGENERANTS**Artamonov A. A., Muravlev A. A.***All-Russian Research Institute of Rapeseed (ARRIR),
Lipetsk, Russia, rapeseed@lipetsk.ru*

The diversity of disease resistance of 47 spring rape somaclonal regenerants of cv. Ratnik has been studied. During two years (2006, 2007) the extent of blackspot, downy mildew, Fusarium wilt, Phoma leaf spot and stem canker of the experimental material has been evaluated in fields, in vitro and combined infection backgrounds, provided by State Research Institution ARRIR (Lipetsk). Five most resistant samples were selected and recommended for further breeding.

Key words: rape, somaclonal regenerants, fungal diseases, resistance.

МОНИТОРИНГ ИЗМЕНЧИВОСТИ ПОПУЛЯЦИЙ ФИТОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ — ОСНОВА РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ К БОЛЕЗНЯМ

Афанасенко О. С., Михайлова Л. А., Мироненко Н. В.*Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений Россельхозакадемии
(ВИЗР), Санкт-Петербург — Пушкин, Россия, olga.s.afan@gmail.com*

Одним из важнейших направлений микологии является исследование изменчивости популяций фитопатогенных грибов. Все известные стратегии селекции растений на устойчивость к фитопатогенным грибам основаны на знании микроэволюционных процессов в популяциях паразитов и генетическом разнообразии хозяина. Длительная история изучения изменчивости популяций фитопатогенных грибов, начинавшаяся с выявления расового состава ржавчинных грибов в первой половине 20 века, в настоящее время перешла на новый этап — определения эволюционного потенциала и выявления направленности микроэволюционных процессов в популяциях паразитов в связи с влиянием биотических и абиотических факторов среды. Необходимость таких исследований обусловлена перманентной проблемой потери устойчивости при широком возделывании сортов с.-х. культур, защищенных эффективными генами.

Ключевые слова: патогенные грибы, популяции, биоразнообразие.

Одним из важнейших направлений микологии является исследование изменчивости популяций фитопатогенных грибов. Длительная история изучения изменчивости популяций фитопатоген-

ных грибов, начинавшаяся с выявления расового состава ржавчинных грибов в первой половине 20 века, в настоящее время перешла на новый этап — определения эволюционного потенциала

и выявления направленности микроэволюционных процессов в популяциях паразитов связанных с биотическими и абиотическими факторами среды. Необходимость таких исследований обусловлена перманентной проблемой потери устойчивости при широком возделывании сортов с.х. культур, защищенных эффективными генами.

Эволюционный потенциал фитопатогенных грибов обусловлен рядом факторов, важнейшими из которых являются уровень гетерогенности популяций по признакам, обуславливающим их фитность (вирулентность, агрессивность), интенсивность генного потока и дрейфа генов, частота мутаций, наличие в жизненном цикле половой рекомбинации. Направления исследований, связанных с выявлением эволюционного потенциала облигатных и гембиотрофных паразитов растений являются традиционными в лабораториях иммунитета растений к болезням и микологии и фитопатологии ВИЗР. Для мониторинга популяций гембиотрофных патогенов зерновых культур были созданы наборы сортов-дифференциаторов. Так, для возбудителя желтой пятнистости пшеницы подобраны образцы пшеницы по способности различать изоляты гриба по фенотипам вирулентности (Михайлова и др., 2002). Стандартный набор сортов-дифференциаторов для анализа популяций возбудителя сетчатой пятнистости ячменя гриба *Puccinia teres* Drechs. был создан в результате международного сотрудничества (Afanasenko et al., 2009) и принят для использования на всех континентах (решение IV конференции по пятнистостям ячменя, Эдмонтон Канада, 2006).

Мониторингом расового и генотипического состава популяций возбудителей бурой, желтой и стеблевой ржавчины зерновых культур успешно занимаются в институтах Россельхозакадемии, таких как ВИЗР, ВНИИФ, ВНИИБЗР, КНИИСХ и некоторых других. Это позволяет, с одной стороны, выявить клоны грибов с редкой вирулентностью к используемым в селекции донорам устойчивости, то есть прогнозировать длительность устойчивости для вновь создаваемых сортов, с другой стороны определить направление споровых потоков и ареалы популяций для рационального районирования определенных генов устойчивости. В течение более чем 25 лет изучали структуру и изменчивость популяций возбудителя бурой ржавчины пшеницы *Puccinia triticina* Erikss. С использованием оригинального набора сортов-дифференциаторов и моногенных линий сорта Thatcher установили, что на территории СНГ существуют изолированные популяции возбудителя бурой ржавчины пшеницы: европейская, закавказская, азиатская (Зауралье, Северный Казахстан, Западная Сибирь). Степень изоляции по-

пуляций различна: вероятность миграции между европейской и закавказской популяциями выше, чем между азиатской и европейской. Азиатская популяция более стабильна по структуре, чем закавказская и европейская. Предложена схема размещения генов устойчивости на территории СНГ (Михайлова, 1996).

Особый интерес вызывает исследование изменчивости популяций новых для России возбудителей болезней. В частности желтая пятнистость пшеницы, вызываемая грибом *Puccinia tritici-repentis* впервые была обнаружена в 1985 году на Северном Кавказе (Гранин и др., 1989). В 1992 и 1993 гг. она была найдена на всей территории Краснодарского и Ставропольского краев (Кремнева, Волкова, 2011). В начале нынешнего столетия заболевание распространилось на Северо-Западе РФ, где развитие болезни в 2007 г. на некоторых сортах пшеницы достигло 70 %. По нашему предположению, родиной возбудителя желтой пятнистости является переднеазиатский генцентр — центр первичного разнообразия пшеницы, куда входит Закавказье (Михайлова, Коваленко, 2006). В период 2006-2011 гг. нами было проведено исследование разнообразия по вирулентности популяций *P. tritici-repentis*, локализованных на Северном Кавказе (Дагестан, Краснодарский край), на Северо-Западе РФ, в южной части Финляндии, в Уфимской и Омской областях. В результате сравнительного анализа частот вирулентных к сортам-дифференциаторам изолятов патогена, генного разнообразия показано, что на территории европейской части России локализованы материнская северокавказская популяция и дочерние популяции на северо-западе, в Финляндии, в Уфимской области. Дочерние популяции, находясь в фазе становления, более вирулентны, более разнообразны по генотипам, которые представляют материал для естественного отбора особой патогена более адаптированных к новым условиям обитания.

Для определенной группы фитопатогенов характерно узколокальное распределение популяций. К ним относятся почвенные патогены, миграция которых обусловлена только хозяйственной деятельностью человека, а также некоторые гембиотрофные патогены. Например, в результате широкого исследования географических популяций возбудителя сетчатой пятнистости ячменя, гриба *Puccinia teres* F. *teres* были выявлены существенные различия в их структуре, что позволило сделать вывод об их мозаичном распределении. Наименьшее сходство по числу общих фенотипов вирулентности имеют популяции из различных стран Европы, по сравнению с популяциями из одной агроклиматической зоны России, так как существенное влияние на форми-

рование популяций *P. teres* оказывает сортимент ячменей. (Афанасенко и др., 2007). Убедительным подтверждением локального распределения популяций *P. teres* в пространстве явились исследования популяций паразита, проведенные совместно с финскими коллегами, методом AFLP (Serenius et al., 2005). Наиболее вероятным объяснением высокой генетической дифференциации, наблюдаемой между популяциями *P. teres* является ограниченная миграция и генетический дрейф.

Накопленный нами большой материал по анализу популяций фитопатогенных грибов с использованием маркеров вирулентности в настоящее время дополняется данными о генетической структуре популяций с использованием молекулярных маркеров (УП-ПЦР, RAPD, ITS-RFLP и AFLP маркеры). За последние 20 лет с использованием методов молекулярного генотипирования изучили влияние факторов географической удаленности и генотипа растения-хозяина на структуру популяций *Fusarium oxysporum* (Булат и др., 1995), *F. avenacium* (Yli-Mattila et al., 1997), *Pyrenophora teres* (Serenius, Mironenko et al., 2005), *P. tritici-repentis* (Mironenko et al., 2007), *P. avenae* (Петрова и др., 2005), *Cochliobolus sativus* (Mironenko, Bulat, 2001), *Alternaria alternata* (Mironenko et al., 2000), *Synchytrium endobioticum* (Мироненко и др., 2009).

Однако важнейшее значение для изучения изменчивости популяций фитопатогенных грибов имеет признак вирулентности. Являясь селективным признаком, он подвержен действию отбора под влиянием факторов внешней среды и прежде всего, генотипа растения-хозяина. Изменение ча-

стот только одного аллеля вирулентности может привести к драматическим последствиям сильного поражения ранее устойчивого сорта. В то же время, такие изменения могут остаться незамеченными при анализе популяций с использованием молекулярных маркеров.

Таким образом, изучение изменчивости популяций фитопатогенных грибов является важнейшей составляющей методологического обоснования селекции с.-х. растений на устойчивость к болезням. Постоянный мониторинг природных популяций паразитов растений по признаку вирулентности, как к сортам-дифференциаторам, так и к донорам эффективных генов устойчивости остается актуальным для практической селекции при выборе инокулюма для создания инфекционных фонов, для рационального размещения генов устойчивости в пространстве и во времени, осуществления своевременных сортосмен. Несмотря на очевидный прогресс в познании механизмов изменчивости популяций облигатных и гембиотрофных патогенов растений существует ряд нерешенных проблем, на которых необходимо сосредоточить усилия в ближайшем будущем. К ним относятся, прежде всего, механизмы преодоления генов длительной устойчивости растений к болезням и причины появления у грибов новых свойств, приводящих к усилению патогенных свойств и возникновению новых вредоносных болезней, например таких как желтая пятнистость пшеницы и рамуляриоз ячменя (Афанасенко и др., 2011).

Работа поддержана грантом РФФИ № 11-04-00877-а.

Литература

- Афанасенко О. С., Н. В. Мироненко, А. В. Анисимова, Н. М. Коваленко, О. А. Баранова, К. В. Новожилов. Новые и потенциально опасные болезни зерновых культур в России // *Вестник защиты растений*, 2011, 4, с. 3–18.
- Афанасенко О. С., Н. В. Мироненко, О. А. Филатова, М. Серениус. Структура популяций *Pyrenophora teres* F. *teres* из Ленинградской области и Финляндии по признаку вирулентности // *Микол. и фитопатол.*, 2007, 41, 3, с. 261–268.
- Булат С. А., Мироненко Н. В., Жолкевич Ю. Г. Генетическая структура почвенной популяции гриба *Fusarium oxysporum* Schlechtend.: Fr.: молекулярная реидентификация вида и генетическая дифференциация изолятов методом полимеразной цепной реакции с универсальными праймерами (УП-ПЦР) // *Генетика*, 1995, 31, 3, с. 315–323.
- Гранин Е. Ф., Монастырская Э. М., Краева Г. А., Кочубей К. Ю. Пиренофороз озимой пшеницы на Северном Кавказе // *Защита растений*, 1989, 12, с. 21.
- Кремнева О. Ю. Волкова Г. В. Желтая пятнистость листьев пшеницы на Северном Кавказе // *Защита и карантин растений*, 2011, 10, с. 37–40.
- Мироненко Н. В. Современные достижения в изучении генетической структуры популяций фитопатогенных грибов // *Успехи современной биологии*, 2004, 124, 3, с. 234–245.
- Мироненко Н. В., Коваленко Н. М., Михайлова Л. А. Распространение гена *Toxa* в популяциях *Pyrenophora tritici-repentis* // III всероссийская и международная конференция «Современные проблемы иммунитета растений к вредным организмам», посвященная 125-летию со дня рождения Н. И. Вавилова, Санкт-Петербург, 23 — 26 октября 2012 г. с. 152–155.
- Мироненко Н. В., Хютти А. В., Афанасенко О. С. Структура популяций возбудителя рака картофеля по вирулентности и ДНК маркерам // *Микол. и фитопатол.*, 2009, 43, 5, с. 92–101.

Михайлова Л. А. Закономерности изменчивости популяций возбудителя бурой ржавчины и генетический контроль устойчивости пшеницы к болезни. Диссер. на соиск. уч. ст. доктора биол. наук в форме науч. доклада. СПб. 1996. 63 с.

Михайлова Л. А., И. Г. Тернюк, Н. В. Мироненко. Характеристика популяций *Pyrenophora tritici-repentis* по признаку вирулентности // Микол. и фитопатол., 2010, 44, 3, с. 263–272.

Михайлова Л. А., Коваленко Н. М. Характеристика видов *Triticum L.* и *Aegilops L.*, по устойчивости к желтой пятнистости, вызываемой *Pyrenophora tritici-repentis* // Микол. и фитопатол., 2006, 40, 3, с. 255–263.

Михайлова Л. А., Тернюк И. Г., Мироненко Н. В. Структура популяций *Pyrenophora tritici-repentis* из европейской части России по признаку вирулентности // Микол. и фитопатол., 2007, 41, 3, с. 269–275.

Петрова О. С., Н. В. Мироненко, О. С. Афанасенко Структура популяций *Pyrenophora avenae* по признаку вирулентности и ДНК-маркерам в Ленинградской области // Микол. и фитопатол., 2005, 39, 1, с. 66–75.

Afanasenko O., M. Jalli, H. Pinnschmidt, O. Filatova, G. Platz. Development of an international standard set of barley differential genotypes for *Pyrenophora teres F. teres* // Plant Pathology, 2009, 58, p. 665–676.

Lamari L., Strelkov S. E., Yahyaouri A., Orabi J., Smith R. B. The identification of two new races of *Pyrenophora tritici-repentis* from the host center of diversity confirms a one-to-one relationship in tan spot of wheat // Phytopathology, 2003, 93, 4, p. 391–396.

Mironenko N., Timopheeva E., Mikhailova L., Kopahnke D., Kramer I., Ordon F. Intraspecific genetic diversity of *Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechs. (*Drechslera tritici-repentis* [Died.] Shoem.) detected by random amplified polymorphic DNA assays // Archives of Phytopathology and Plant Protection, 2007, 40, 6, p. 431–440.

Mironenko N. V., Alekhina I. A., Zhdanova N. N. and S. A. Bulat. Intraspecific variation in gamma-radiation resistance and genomic structure in the filamentous fungus *Alternaria alternata*: A case study of strains inhabiting Chernobyl Reactor No. 4 // Ecotoxicology and Environ. Safety, 2000, 45, 2, p. 177–187.

Mironenko N. V., Bulat S. A. Genetic structure of *Cochliobolus sativus* (*Bipolaris sorokiniana*) populations isolated from different hosts as revealed by UP-PCR (RAPD-like) technique // J. Russ. Phytopathol. Soc., 2001, 2, 1, p. 25–30.

Serenius M., Mironenko N., Manninen O. Genetic variation, occurrence of mating types and different forms of *Pyrenophora teres* causing net blotch of barley in Finland // Mycol. Res., 2005, 109 (7), p. 809–817.

Yli-Mattila T., N. V. Mironenko, I. A. Alekhina, A. Hannukkala, S. A. Bulat. Universally primed polymerase chain reaction analysis of *Fusarium avenaceum* isolated from wheat and barley in Finland // Agricultural and Food Science in Finland, 1997, 6, p. 25–36.

MONITORING OF PHYTOPATHOGENIC FUNGI POPULATIONS DIVERSITY IS THE BASE OF RATIONAL USING OF PLANT GENETIC RESOURCES OF RESISTANCE TO DISEASES

Afanasenko O. S., Mikhailova L. A., Mironenko N. V.

All-Russian Institute of Plant Protection (VIZR), St.-Petersburg, Russia, olga.s.afan@gmail.com

All known strategies of plant breeding on resistance to diseases are based on knowledge of microevolution processes in pathogens populations. The studies of evolution potential of phytopathogenic fungi, including level of heterogeneity on virulence and aggressiveness, gene flow, gene drift, role of sexual reproduction are necessary for rational using of plant genetic resources of resistance to diseases.

Key words: pathogenic fungi, population, polymorphism.

БОЛЕЗНИ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР В АГРОЦЕНОЗАХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Ашмарина Л. Ф., Давыдова Н. В., Горобей И. М., Коняева Н. М., Агаркова З. В.

ГНУ СибНИИ кормов Россельхозакадемии, г. Новосибирск, Россия, sibkorma@ngs.ru

Приводятся данные о многолетних исследованиях болезней кормовых культур в Западной Сибири. Интенсивность проявления заболеваний зависела от гидротермических условий вегетационного периода, устойчивости сортов, агротехнических приемов выращивания. В засушли-

вых условиях преобладают фузариозы, представленные комплексом видов. На зернобобовых наиболее вредоносны: пероноспороз, аскохитоз, антракноз, септориоз, ржавчина, церкоспороз, бактериальный ожог, пустульный бактериоз. Основными болезнями клевера являются мучнистая роса, стемфилиоз, церкоспороз, антракноз, ржавчина, бурая и черная пятнистости, вирусная желтая мозаика, фузариозное увядание и корневая гниль. На рапсе наиболее вредоносны альтернариоз и пероноспороз, в сухие и жаркие годы — фузариозное увядание и виресценция (фитоплазмоз).

Ключевые слова: болезни, кормовые культуры, фузариоз, фитоплазма, бактериоз, соя, рапс.

Важным фактором устойчивого развития сельскохозяйственного производства Сибири является предотвращение потерь урожая от комплекса вредных организмов. В последние годы отмечается значительное ухудшение фитосанитарной ситуации в посевах многих сельскохозяйственных культур, в том числе кормовых. Появились новые заболевания в тех зонах возделывания кормовых культур, где их раньше не было. Так, в селекцентре ГНУ СибНИИ кормов за 29 лет число заболеваний на клевере луговом, костреце безостом, яровом рапсе, сое, нуте и суданке увеличилось более чем в 2 раза. Резко возросло поражение всех кормовых культур вирусными и фитоплазменными заболеваниями, увеличивается видовой состав возбудителей бактериозов, растет поражение многих культур корневыми гнилями и семенной инфекцией, особенно у клевера, костреца, нута.

Интенсивность развития и распространенность болезней зависит от гидротермических условий вегетационного периода, генотипической и полевой устойчивости сортов, агротехнических и технологических приемов выращивания. В настоящее время одним из приоритетных направлений в защите растений является мониторинг различных вредных организмов в агроценозах сельскохозяйственных культур. В связи с этим, в лесостепи Западной Сибири было проведено изучение распространенности и развития болезней на кормовых культурах.

В результате изучения видового состава патогенного комплекса и многолетней динамики болезней рапса ярового, сои, клевера, кормовых бобов, нута нами выявлены основные особенности формирования фитосанитарной ситуации в агроценозах зернобобовых культур в условиях лесостепной зоны Западной Сибири. Патогенный комплекс возбудителей листостеблевых инфекций зернобобовых культур представлен 19 видами. Наиболее вредоносными заболеваниями являются: пероноспороз, аскохитоз, антракноз, септориоз, ржавчина, церкоспороз, бактериальный ожог, пустульный бактериоз. Проведенные исследования показали, что зернобобовые культуры в условиях лесостепи Западной Сибири ежегодно поражаются фузариозами (*Fusarium oxysporum* Schlecht. emend. Snyder et Hans., *F. oxysporum* var. *orthoceras*

(App. et Wr.) Bilai, *F. solani* (Mart.) App. et Wr., *F. solani* var. *argillaceum* (Fr.) Bilai, *F. sambucinum* Fackel, *F. sambucinum* var. *minus* Wr., *F. gibbosum* App. et Wr. emend Bilai, *F. avenaceum* (Fr.) Sacc., *F. sporotrichiella* var. *poae* Bilai).

В результате исследований выяснено, что фузариозное увядание на зернобобовых культурах в условиях региона проявляется в годы с жаркими, засушливыми условиями вегетационного периода (ГТК май–август < 1); распространенность заболевания достигает в годы эпифитотий 80%, а в 2012 году на нуте составляла 100%.

Корневые гнили поражают зернобобовые культуры ежегодно, но наиболее интенсивно развиваются в годы с прохладной и влажной весной. В комплекс возбудителей корневых гнилей на сое, наряду с 10 видами грибов рода *Fusarium* (среди которых преобладают *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. oxysporum* var. *orthoceras*, *F. gibbosum* и *F. sambucinum* var. *minus*), входят *Corynespora cassicola* (Berk. Et Curt.) Wei и *Pythium ultimum* Trow. Развитие болезни на кормовых бобах составляло 42–80%, на сое — от 27,2 до 73,3%.

Основными болезнями клевера являются мучнистая роса, стемфилиоз, церкоспороз, антракноз, ржавчина, бурая и черная пятнистости, вирусная желтая мозаика, фузариозное увядание и корневая гниль. Интенсивность их проявления различна и обусловлена в первую очередь погодными условиями года. Так, в острозасушливом 2012 году распространенность фузариозного увядания достигала 100%, при развитии болезни в 16–64% в зависимости от сорта, а в условиях более увлажненного 2011 года индекс болезни составлял 11,2–24,0%. Болезни, при их комплексном развитии, приводят к снижению кормовой и семенной продуктивности (на 20–35%) и ухудшению качества корма.

Среди болезней ярового рапса выявлен целый комплекс заболеваний, среди которых наиболее вредоносны такие болезни как альтернариоз, во влажные годы — пероноспороз, в сухие и жаркие годы — фузариозное увядание и виресценция (фитоплазмоз). Установлено, что самым широко распространенным заболеванием является альтернариоз [возбудителями являются грибы рода *Alternaria*: *A. brassicae* (Berk.) Sacc., *A. alternata* (Fr.) Keissl., *A. tenuissima* (Fr.) Wiltshire и др.]. Болезнь

наблюдается ежегодно, поражая листья, стебли, стручки, семена. Наиболее сильное развитие альтернариоза в условиях лесостепи Западной Сибири отмечается 4 раза за десять лет. На восприимчивых сортах, в зависимости от метеорологических условий вегетационного периода, развитие болезни достигало в 2003–2004 и 2008 гг. свыше 40%, пораженность стручков составляла 32–59%, семян — 50–90%. Пораженные семена теряют всхожесть и становятся источниками инфекции.

При прохладной и влажной погоде в летний период и осенью, при обильных осадках и умеренно теплой погоде в агроценозе ярового рапса развивается пероноспороз (возбудитель — гриб *Peronospora brassicae* Gaumann), в начале лета поражая листья и стебли, а во вторую половину вегетации — стручки и семена. Эпифитотийное развитие заболевания отмечено в 2009 году, когда индекс развития болезни достигал 70%. При интенсивном развитии заболевания недобор зеленой массы рапса может составлять 15–25%, семян — 10–15%. Установлена обратная достоверная корреляционная зависимость ($r = 0,76 \pm 0,28$) развития пероноспороза от температурного режима в период всходы–стеблевание.

В засушливые годы на рапсе яровом наблюдаются различные проявления фузариозов. Возбудителями заболевания являются грибы рода *Fusarium* (*F. oxysporum*, *F. sambucinum*, *F. gibbosum* var. *bullatum* (Sherb.) Bilai, *F. solani* и др.). Больные растения отстают в росте (карликовость), формируют недоразвитые стручки. Заболевание может проявляться и в виде корневой гнили (побурение участков корня — до 28,9%), которую вызывают, наряду с видами рода *Fusarium*, грибы родов *Rhizoctonia*, *Pythium* и *Olpidium*. При сильном поражении растения желтеют и усыхают, на срезе корней и стеблей можно наблюдать потемнение сосудистого кольца.

В лесостепи Западной Сибири отмечены проявления фитоплазмоза в виде позеленения цветков (виресценция), превращения отдельных частей и целого цветка в листовидные образования, появления, вместо одиночных цветков, букета мелких зеленых цветочков (пролиферация). Эпифитотий фитоплазмоза ярового рапса в условиях региона происходят периодически: 1990, 2004, 2008 гг. Фитоплазмоз ярового рапса носит природно-очаговый характер и усиливается в годы массового размножения насекомых-переносчиков, а сорные и дикie растения из семейства крестоцветных являются резервуарами заболевания. В результате фитосанитарного мониторинга в условиях лесостепи Западной Сибири установлено, что соя наиболее сильно поражается листостеблевыми инфекциями: бактериальным ожогом, пероноспорозом, септориозом и пустульным бактериозом.

Самым распространенным заболеванием сои является бактериальный ожог (возбудитель *Pseudomonas syringae* pv. *glycinea* (Coetper.) Young et al). Пораженность растений, в зависимости от условий вегетационного периода, достигала от 8 до 69%, при распространенности от 40 до 100%. В условиях Западной Сибири также наблюдалось, практически ежегодно, развитие пустульного бактериоза (возбудитель *Xanthomonas phaseoli* (E. F. Sm.) Dowson var. *sojense* Hedges, интенсивность проявления которого усиливалась во влажные годы и достигала 90–100%, развитие болезни — 27–45%.

Начиная с 2005 г. развитие пероноспороза на сое в Новосибирской области отмечалось ежегодно, при этом его развитие на восприимчивых сортах в отдельные годы (2006, 2007 гг.) достигало 50% и более. Эпифитотийное проявление септориоза на сое за 15 лет наблюдений отмечено в 2009 г., где на отдельных сортообразцах и сортах развитие болезни составляло 50–75%, при распространенности 100%.

Значительную опасность для сои представляют почвенные инфекции — корневые гнили и увядание фузариозной этиологии. В наших исследованиях (2007–2012 гг.) развитие корневой гнили сои составляло от 30 до 73,3%, распространенность — до 100%. Развитию корневой гнили способствовали низкие температуры воздуха и дождливая погода. В условиях лесостепи Западной Сибири, вредоносность увядания на сое выражалась в потере продуктивности — выпадам растений (растения погибали, не давая урожая), снижении количества бобов на растении на 45%, нарушении процесса налива зерна (масса 1000 зерен уменьшалась на 11,5%), потерях урожая с больных растений в среднем до 50%.

В результате проведенных исследований выяснено, что нут в сильной степени поражался фузариозным увяданием, развитие болезни на растениях составляло 50% и более, в то время как устойчивые сортообразцы были поражены в два раза слабее (до 23–25%). Эпифитотийное развитие болезни (до 100%) отмечено нами в условиях засушливых (ГТК <1) 2008 и 2012 годов. Симптомы увядания проявлялись в изменении окраски (пожелтение и покраснение) отдельных листьев и веточек (частичное увядание), а в дальнейшем, засыхании и почернении всего растения (полное увядание). Вредоносность этого заболевания в годы интенсивного развития болезни может достигать 80–100%, так как растения часто увядают и засыхают до начала созревания семян.

В агроценозах бобов кормовых отмечено развитие шоколадной пятнистости (до 15%). Эпифитотия ржавчины на кормовых бобах в Новосибирской области наблюдалась в 2004 году, когда

индекс развития болезни достигал 50–70%, при этом были поражены листья, стебли, черешки и бобы. В годы исследований развитие церкоспороза составляло от 3 до 55%, наиболее сильное проявление заболевания отмечено в 2006–2007 гг. и 2009 г.

На люпине однолетнем выявлено сильное поражение растений фузариозным увяданием (*F. oxysporum*, *F. solani*, *F. sambucinum*). Так, 2012 году развитие болезни достигало 100%, что привело к гибели растений.

Результатом многолетних исследований болезней кормовых культур в Западной Сибири явилось издание «Атлас болезней кормовых культур в Западной Сибири», который является первым в Сибири атласом по болезням кормовых культур. В нем дано описание 73 наиболее распространенных и вредоносных болезней кормовых культур. Приведена характеристика возбудителей заболеваний, этиология болезней и меры борьбы с ними. Представлены оригинальные фотографии характерных симптомов болезней, даны макро- и микротографии возбудителей.

DISEASES OF FORAGE CROPS IN WESTERN SIBERIA

Ashmarina L. F., Davydova N. V., Gorobey I. M., Konjaeva N. M., Agarkova Z. V.
Siberian Research Institute of Fodder Crops, Novosibirsk, Russia, sibkorma@ngs.ru

The data on long-term research on diseases of forage crops in West Siberia were presented. The intensity of disease depended on the hydrothermal conditions of the growing season, resistant varieties, and cultural practices.

Kew words: diseases, forage crops, Western Siberia.

ПРОДЛЕНИЕ СРОКА ХРАНЕНИЯ ЯГОД КЛУБНИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ В ТУННЕЛЯХ

Баженова А., Волкова Ю.

*Латвийский Исследовательский центр защиты растений,
Латвия, anna.bazenova@laarc.lv*

Испытания эффективности использования микробиологических препаратов на клубнике, выращиваемой в туннеле типа Hugrove, проводились в условиях Латвии в 2012 г. Для исследования эффективности хранения урожая ягод использовались следующие препараты: фунгицид Switch 62,5 WG и микробиологические препараты Serenade ASO (*Bacillus subtilis*), Trihodermin B-Jp CS (*Trichoderma harzianum* и *Trichoderma viride*). Основные обработки препаратами начаты в начале мая, перед цветением клубники, а дополнительные обработки продолжались в период сбора ягод. Ягоды с туннеля собирались после обработки микробиологическими препаратами для определения качества хранения. Выявлено, что применение микробиологических препаратов во время сбора ягод значительно улучшили качество и продолжительность срока хранения ягод.

Ключевые слова: клубника, туннели, микробиологические препараты, Латвия.

Выращивание клубники в туннелях (под пленочным укрытием) ускоряет начало и продолжительность вегетационного периода, что позволяет получить урожай намного раньше и в сжатые сроки. Использование фунгицидов и количество обработок ограничено из-за короткого вегетационного периода, поэтому использование микробиологических препаратов является хорошей альтернативой. Наиболее распространенные и широко исследуемые из них: препарат, содержащий гриб *Trichoderma harzianum*, и препарат,

содержащий бактерию *Bacillus subtilis* (EPPO 2012). Преимущество использования микробиологических препаратов — это отсутствие срока ожидания (дней до сбора урожая). Использование микробиологических препаратов в комбинациях с химическими препаратами наиболее эффективно (Jacobsen et al., 2004). Полученный в туннеле ранний урожай реализуют в небольших упаковках, по высокой цене. Поэтому так важно качество реализуемой продукции. Микробиологические препараты снижают распространение серой гни-

ли (возб. *Botrytis cinerea*) (Williamson, 2007; Åžesan, 2006) и вторичных патогенов, а также повышают продолжительность реализации ягод с 1–1,5 дня до 3–5 дней (Janisiewicz, 2002; Chen et al., 2008).

Цель исследования. Определение эффективности использования микробиологических препаратов на клубнике, выращиваемой в туннелях в условиях Латвии.

Методики и материалы. Опыт проведен в 2012 г. в Латвийском Государственном институте плодоводства в Добеле на клубнике сорта Соната, которая посажена в 2011 г. Опыт был размещен в рандомизированных блоках в 5 вариантах, в двух повторностях. В каждой делянке размером 7,7 м² было размещено в среднем по 30 растений. В одном из вариантов использовали фунгицид Switch 62,5 WG (боскалид 26,7% и пиракlostробин 6,7%). В других вариантах использовали микробиологические препараты: Serenade ASO (*Bacillus subtilis* штамм QST 713) и Trihodermin B-Jp CS., содержащий споры и мицелий грибов-антагонистов *T. harzianum* и *T. viride*.

Основные обработки препаратами начались в начале мая перед цветением клубники и продолжились до сбора урожая. Во время сбора урожая каждый вариант опыта был разделен на три подварианта, которые подразумевали дополнительные обработки только микробиологическими препаратами. Комбинация препаратов и график обработок указаны в табл. 1.

Хранение ягод. Во время сбора урожая, после дополнительных обработок (11.06 и 18.06), с каждого подварианта было собрано по 10 ягод в трех повторностях. Ягоды для определения длительности и качества хранения собирались два раза: в начале и в середине периода сбора урожая. Ягоды

хранили в холодильнике при +5°C и сортировали три раза: на первый, третий и пятый день после сбора. Оценку проводили в двух категориях: оценивали воздействие основных обработок (контроль, Serenade ASO, Trihodermin B-Jp и Switch 62,5 WG) и воздействие дополнительных обработок микробиологическими препаратами перед сбором ягод.

Результаты исследований. Ягоды, собранные в начале урожая (11.06), хранились качественнее и дольше, чем собранные (18.06) во второй раз (вероятно, это связано с жаркими погодными условиями). Во время хранения на ягодах, главным образом, выявили грибы *Rhizopus* spp., *Botrytis cinerea*, *Mucor* spp., *Penicillium* spp. и *Phomopsis obscurans*.

На качество ягод взятых на хранение в первый раз позитивно повлияли основные обработки микробиологическим препаратом Serenade ASO (Serenade ASO/K) и фунгицидом Switch 62,5 WG (Switch 62,5 WG/K). Дополнительные обработки Trihodermin B-Jp во время урожая улучшили качество хранения ягод во всех вариантах, хотя основные обработки этим препаратом были менее эффективны как в первый, так и во второй раз. Во время первого хранения ягод лучшие результаты были в варианте, где использовался препарат Serenade ASO, но во время второго хранения ягод использование препарата незначительно повлияло на улучшение качества хранения ягод. По результатам двух хранений наилучшие показатели были в варианте, где использовались в комбинации фунгицид Switch 62,5 WG во время цветения и микробиологические препараты во время сбора урожая (рис. 1). Комбинирование двух разных микробиологических препаратов менее эффективно,

Таблица 1. Варианты и дозы препаратов, использованных в опыте, и график обработок

Table 1. Fungicides, rates and application timing

Контроль (К)			Serenade ASO (В)			Trihodermin B-Jp (Т)			Switch 62.5 WG (SV)		
Даты основных обработок и дозы препаратов до начала сбора урожая											
Без обработок			Bacillus subtilis QST 713 5 x 8,0 л/га 08.05, 16.05, 23.05, 28.05, 06.06.2012			Trichoderma viride, T.harzia- num 5 x 60,0 л/га 08.05, 16.05, 23.05, 28.05, 06.06.2012			(боскалид 26,7% и пиракlostробин 6,7%) 2 x 1,0 кг/га 03.05, 23.05.2012		
Даты дополнительных обработок и дозы препаратов во время сбора урожая											
КК	КТ	КВ	ВК	ВТ	ВВ	ТК	ТТ	ТВ	SVK	SVT	SVB

Примечания:

К — клубника без дополнительной обработки во время сбора урожая; Т — клубника, обработанная Trihodermin B-Jp во время сбора урожая, 11.06, 18.06.2012 (2x60,0 л/га); В — клубника, обработанная Serenade ASO во время сбора урожая, 11.06, 18.06.2012 (2x8,0 л/га)

несмотря на то, что применение микробиологических препаратов во время сбора урожая также значительно понизило количество поврежденных патогенными грибами ягод.

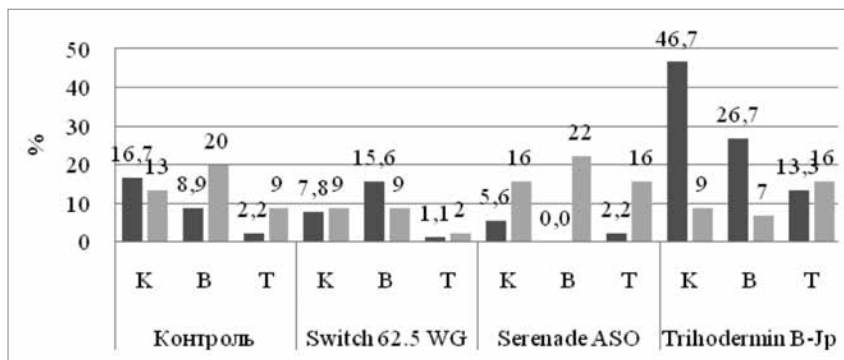


Рисунок 1. Количество поврежденных ягод в конце хранения в зависимости от комбинации примененных препаратов (обозначения см. в табл. 1)

Figure 1. Average number of damaged berries after storage depending on combination of treatments

Литература

- Åžesan T. *Integrated control of strawberry diseases // Phytopathologia Polonica*, 2006, 39, p. 133–148.
- Chen H. et al. *Antagonistic effects of volatiles generated by Bacillus subtilis on spore germination and hyphal growth of the plant pathogen, Botrytis cinerea // Biotechnology Letters*, 2008, 30 (5), p. 919–923.
- EPP0 and Lenteren E. J. C. Van, *IOBC Internet Book of Biological Control*, version 6, 2012, p. 182.
- Jacobsen B. J., Zidack N. K., Larson B. J. *The role of Bacillus-based biological control agents in integrated pest management systems: plant diseases // Phytopathology*, 2004, 94 (11), p. 1272–1275.
- Janisiewicz W. J., Korsten L. *Biological control of postharvest diseases of fruits // Annual Review of Phytopathology*, 2002, 40 (24), p. 411–441.
- Williamson B., Tudzynski B. *Botrytis cinerea: the cause of grey mould disease // Molecular Plant Pathology*, 2007, 8, p. 561–580.

IMPROVEMENT OF STRAWBERRY STORAGE QUALITY WITH THE APPLICATIONS OF MICROBIOLOGICAL AGENTS

Bazenova A., Volkova J.

Latvian Plant Protection Research centre, Latvia, anna.bazenova@laapc.lv

Evaluation of efficacy of microbiological preparations in strawberry production in high tunnels has been started in 2012, in Latvia. Combinations of the fungicide Switch and biofungicides with microorganism *Trihoderma harzianum* and *T. viride* (Trihodermin B- Jp) and *Bacillus subtilis* (Serenade ASO) used in this study. Applications started at blooming and continued during harvest time. Berries collected in tunnels were stored at +5°C for 5 days, and then were evaluated. Treatments with combination of fungicide Switch 62. 5 WG and Serenade ASO most effectively improved the quality of postharvest storage of strawberries.

Key words: strawberry, tunnels, microbiological agents, Latvia.

МАЛОРАСПРОСТРАНЕННЫЕ БИОТРОФНЫЕ МИКРОМИЦЕТЫ В АРБОРЕТУМЕ ДОНЕЦКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА И В ГОРОДСКИХ НАСАЖДЕНИЯХ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ УКРАИНЫ

Бондаренко-Борисова И. В.

Донецкий ботанический сад НАН Украины, г. Донецк, Украина, donetsk-sad@mail.ru

Приведены краткие сведения о редких видах биотрофных микромицетов, обнаруженных на древесно-кустарниковых интродуцентах юго-востока Украины за последние 10 лет. Виды

Passalora ampelopsidis, *Pseudocercospora riacheulii*, *Ragnhildiana clematidis* впервые указаны для территории Украины. На юго-востоке Украины впервые обнаружены *Gymnosporangium sabinae*, *Pseudonectria rousseliana*, *Ectostroma liriodendri*. Существенное влияние на фитосанитарное состояние и декоративные качества питающих растений оказывали такие грибы, как *P. rousseliana*, *E. liriodendri*, *Graphium ulmi*, *Uncinula flexuosa*.

Ключевые слова: микромицеты, микозы, интродуценты, фитосанитарное состояние, городские насаждения.

Изучение микофлоры растений-интродуцентов в ботанических садах и в искусственных насаждениях дает важную информацию о закономерностях формирования патогенной микобиоты в процессе интродукции, о распространении паразитических видов грибов. Наряду с переходом биотрофных грибов с аборигенных на интродуцируемые растения (расширение спектра видов-хозяев), может происходить интродукция биотрофных и гемибиотрофных видов грибов вместе с присущими им, питающими растениями из различных ботанико-географических зон земного шара, и их последующее расселение на аборигенные и (или) ранее интродуцированные растения. Произрастание растений-интродуцентов за пределами естественного ареала, т. е. вне оптимальных условий снижает их устойчивость (особенно на ранних этапах интродукции) к целому ряду патогенных организмов, в т. ч. грибов, которые могут вызывать опасные заболевания, развивающиеся по типу эпилитотий. Всем вышеперечисленным обусловлена необходимость постоянного микологического и фитопатологического мониторинга декоративных растений, интродуцируемых в ботанические сады, дендропарки и городские насаждения.

Древесно-кустарниковые интродуценты на юго-востоке Украины произрастают в аридных условиях степи, на фоне сильного промышленного загрязнения, что, безусловно, сказывается на особенностях формирования и развития их микобиоты. В ходе многолетних (2003–2012 гг.) фитопатологических наблюдений в регионе, наряду с широко распространенными, ежегодно регистрируемыми видами грибов, были выявлены и относительно редкие микромицеты, ухудшающие, в ряде случаев, фитосанитарное состояние растений. Редкая встречаемость некоторых микромицетов обусловлена, с одной стороны, слабой представленностью того или иного вида питающего растения в насаждениях, с другой стороны — особенностями биологии самого гриба. На интродуцентах, ограниченно представленных в искусственных насаждениях, были выявлены новые для региона и для территории Украины виды биотрофных грибов. В частности, возбудитель ржавчины можжевельника — *Gymnosporangium sabinae* (Diks.) Wint. отмечен на *Juniperus* spp., возбудитель инфекционного отмирания побе-

гов самшита *Pseudonectria rousseliana* (Mont.) Wollenw. (син. *Volutella buxi* Corda (Berk)) — на *Buxus sempervirens* L. На видах *Larix* spp. в арборетуме ДБС в отдельные годы отмечался новый для региона ржавчинный гриб, определенный нами как *Melampsora larici-populina* Kleb. (Тихоненко, 2010) в эцидиальной стадии. Уредо- и телеиостоспороношения гриба отмечены на листьях *Populus nigra* L., *P. trichocarpa* Torr. et Gray. Новым для юго-востока Украины является также несовершенный гриб *Ectostroma liriodendri* Fr., ежегодно выявляемый нами на листьях *Liriodendron tulipifera* L. На декоративных лианах были выявлены гифомицеты — возбудители инфекционной пятнистости листьев: *Passalora ampelopsidis* (Peck) U. Braun и *Pseudocercospora riacheulii* Speg. — на *Parthenocissus quiquefolia* (L.) Planch, неидентифицированный до вида (вероятно, новый для Украины) *Passalora* sp. — на листьях *P. tricuspidata* (Sieb. et Zucc.) Planch., *Ragnhildiana clematidis* Golovin — на листьях *Clematis integrifolia* L. (Андрианова, Бондаренко-Борисова, 2006).

К числу редко выявляемых, но, при этом, весьма вредоносных видов мы отнесли возбудителей голландской болезни язвов — *Graphium ulmi* Schwarz и мучнистой росы каштана конского — *Uncinula flexuosa* Peck. Оба вида отмечались в нашем регионе раньше (Харкевич, 1959; Хомяков, 1997; Гелюта, Войтюк, 2004). В последние 10 лет они регистрируются в арборетуме ДБС и городских насаждениях только в годы с погодными условиями, благоприятными для развития этих грибов.

Ниже приведены краткие сведения о вышеназванных грибах и вызываемых ими патологических симптомах.

Gymnosporangium sabinae (Pucciniaceae, Uredinales) — возбудитель ржавчины можжевельника и груши. Вызывает отмирание побегов и ветвей. Болезнь зарегистрирована в центральных, северо-западных и южных (АР Крым) областях Украины (Андрианова и др., 2006). В Донецкой области впервые отмечена нами в 2008 г. Гриб поражал скелетные ветви *Juniperus sabina* L., *J. virginiana* L. в старых насаждениях. Распространение болезни очаговое.

Melampsora larici-populina (Melampsoraceae, Uredinales) — возбудитель ржавчины хвои лиственницы. Эцидиальные спороношения гриба

отмечались нами в апреле–мае. Интенсивность развития болезни на лиственнице в региональных условиях незначительная. На листьях тополей обильное формирование спороношений вызывало преждевременный листопад и отмечалось нами только в конце вегетации (август–сентябрь). Гриб распространен в Европе, Северной Африке. В западных, центральных и юго-западных районах Украины отмечен на листьях тополей в уредо- и телейтостадии (Андрианова и др., 2006; Тихоненко, 2010).

Pseudonectria rousseliana (Nurocreaeae, Nurocreales) — возбудитель инфекционного некроза побегов самшита. Вызывает побурение и отмирание ветвей, изменение окраски листвы. С нижней стороны листьев развивался розоватый налет спороношений гриба. Болезнь прогрессировала на растениях, подверженных зимнему подмерзанию и иссушению, и носила очаговый характер. Гриб отмечен ранее в южных областях Украины (Андрианова и др., 2006; Исигов, 2009). В насаждениях г. Донецка впервые обнаружен в апреле 2011 г.

*Passalora ampelopsidis** (Mycosphaerellaceae, Dothideales). Вызывает пятнистость листьев винограда девичьего, а также представителей родов *Vitis*, *Cissus*. Вид распространен в северном полушарии, в Украине ранее не отмечался. Нами выявлен в июле–августе 2004–2005 гг. на листьях *P. quiquefolia*. Интенсивность поражения листьев в условиях юго-востока Украины незначительная (Андрианова, Бондаренко-Борисова, 2006; Андрианова и др., 2006).

*Pseudocercospora riacheulii** (Mycosphaerellaceae, Dothideales). Вызывает пятнистость листьев *P. quiquefolia*. В Украине ранее не отмечался. Широко распространен на территории Азии, Южной Америки, Японии. Приурочен к представителям родов *Vitis*, *Cissus*, *Parthenocissus* (Андрианова и др., 2006). Отмечен нами во второй половине вегетации (август–октябрь) на листьях нижнего яруса. Интенсивность поражения листьев незначительная.

*Ragnhildiana clematidis** (Mycosphaerellaceae, Carpodiales). Вид известен ранее из Средней Азии. В ДБС и на сопредельных территориях встречается во второй половине вегетационного периода на листьях *Clematis integrifolia*, вызывая пятнистость.

Интенсивность развития гриба незначительная.

Ectostroma liriiodendri Fr. (Deuteromycotina, Mycelia sterilia). Вызывает черную пятнистость листьев тюльпанного дерева. Гриб встречается на территории Северной Америки, Европы (Андрианова и др., 2006). Зарегистрирован в Крыму (Васильева, 1960; Исигов, 2009). Интенсивное развитие пятнистости, ускоряющее листопад, отмечается в условиях юго-востока Украины в августе–сентябре.

Graphium ulmi (Ophiostomataceae, Ophiostomatales) — возбудитель сосудистого микоза ильмовых пород. Приводит к увяданию отдельных побегов, а со временем, гибели всего дерева. Распространен по всей Европе, встречается в Северной Америке, Азии. В Украине зарегистрирован в центральных, юго-восточных областях и в Крыму (Харкевич, 1959; Хомяков, 1997; Исигов, 2009). Нами отмечен в г. Донецке на культурах *Ulmus scabra*. Болезнь прогрессировала по окончании периодов засухи, в июне–июле 2010–2012 гг. Интенсивность развития болезни была высокой.

Uncinula flexuosa (Erysiphaceae, Erysiphales) — возбудитель мучнистой росы *Aesculus hippocastanum* L. В Донецкой области впервые отмечен в 2003 г. (Гелюта, Войтюк, 2004). Вид проник в Европу из Северной Америки около 2000 г. и распространился на восток. Отмечался в 2007–2009 гг. в ДБС. В августе–сентябре массово образовывал клейстотеции на нижней стороне листьев каштана, вызывая их массовое усыхание. Анаморфное спороношение не было отмечено. Во влажные годы этот гриб, наряду с возбудителями инфекционной пятнистости (*Leptodothiorella aesculicola* (Sacc.) Sivan., *Phyllosticta sphaerospoidea* Ellis et Everh.), может причинять существенный урон декоративности конского каштана в нашем регионе.

Все вышеперечисленные виды биотрофных микромицетов, в той или иной степени, влияют на фитосанитарное состояние и декоративные качества интродуцентов и могут представлять потенциальную опасность для коллекций ДБС и городских насаждений региона.

Автор выражает искреннюю признательность Андриановой Т. В. (Институт ботаники им. Н. Г. Холодного, Киев) за идентификацию ряда видов филлотрофных грибов-микромицетов. Виды, идентифицированные Андриановой Т. В., отмечены в тексте звездочкой (*).

Литература

- Андрианова Т. В., Бондаренко-Борисова И. В. Филлотрофні анаморфні гриби арборетуму Донецького ботанічного саду НАН України // Інтродукція та захист рослин у ботанічних садах та дендропарках: матер. Міжнарод. наук. конф. (5–7 вересня 2006 р.), Донецьк, 2006, с. 297–302.
- Андрианова Т. В., Гаевая В. П., Гелюта В. П., Дудка И. А., Исигов В. П., Кондратюк С. Я., Кривомаз Т. И., Кузуб В. В., Минтер Д. В., Минтер Т. Дж., Придюк Н. П., Тихоненко Ю. Я. Грибы Украины. 2006. [www. cybertruffle. org. uk/ukrafung/rus](http://www.cybertruffle.org.uk/ukrafung/rus) [веб-сайт, версия 1. 00].

Васильева Л. Н. Материалы к флоре грибов Южного берега Крыма // Труды Гос. Никитского ботанич. сада, 1960, 33, с. 193–240.

Гелюта В. П., Войтюк С. О. *Uncinula flexuosa* Peck. — новый для Украины вид инвазийного борошнесторосяного гриба (Erysiphales) // Укр. бот. журн., 2004, 61, 5, с. 17–25.

Исиков В. П. Грибы на деревьях и кустарниках Крыма. Систематический каталог. Симферополь, Никитский ботанический сад — ННЦ, 2009, 300 с.

Тихоненко Ю. Я. Грибы рода *Melampsora* Cast. в Украине // Укр. ботан. журн., 2010, 67, 6, с. 906–915.

Харкевич Г. С. Микофлора деревних і чагарникових порід Сталінської області // Укр. бот. журн., 1959, 16, 3, с. 72–81.

Хомяков М. Т. Закономерности формирования комплекса возбудителей болезней растений в промышленных экотопах и ограничение их развития // Интродукция и акклиматизация растений, 1997, 28, с. 94–103.

BIOTROPIC MICROMYCETES OF LIMITED OCCURENCE IN THE ARBORETUM OF THE DONETSK BOTANICAL GARDEN AND URBAN PLANTINGS OF THE SOUTH-EAST OF UKRAINE

Bondarenko-Borisova I. V.

Donetsk Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine, ibb2009@yandex.ru

The paper presents brief reports on the rare biotrophic micromycete species found on introduced woody and shrub plants in the south-east of Ukraine in the last decade. Such species as *Passalora ampelopsidis*, *Pseudocercospora riacheulii*, *Ragnhildiana clematidis* are pointed out for the area of Ukraine for the first time. Such species as *Gymnosporangium sabinae*, *Pseudonectria rousseliana*, *Ectostroma liriodendri* are found in the south-east of Ukraine for the first time. Such fungi as *P. rousseliana*, *E. liriodendri*, *Graphium ulmi*, *Uncinula flexuosa* had a significant effect on the phytosanitary state and ornamental features of the host plants.

Key words: Micromycetes, mycoses, introduced plants, phytosanitary state, urban plantings.

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КОЛЛЕКЦИИ ШТАММОВ КУЛЬТИВИРУЕМЫХ СЪЕДОБНЫХ И ЛЕКАРСТВЕННЫХ ГРИБОВ ИНСТИТУТА ЛЕСА НАН БЕЛОРУСИИ

Бордок И. В., Охлопкова Н. П., Евтушенко Л. В., Маховик И. В.

ГНУ «Институт леса НАН Белоруссии»,

г. Гомель, Республика Белоруссия, takhavik@gmail.com

Приведены основные принципы и методические подходы к функционированию Коллекции штаммов культивируемых съедобных и лекарственных грибов Института леса НАН Белоруссии. Показана роль коллекции в проведении фундаментальных и прикладных исследований, в обеспечении сохранения естественного природного разнообразия генофонда региональных видов микобиоты Белоруссии, в разработке технологий промышленного культивирования съедобных грибов пищевого и лечебно-профилактического назначения.

Ключевые слова: коллекция штаммов, чистые культуры, базидиальные грибы, промышленное культивирование.

Многолетние фундаментальные и научно-прикладные исследования, проводимые Институтом леса НАН Белоруссии в области изучения биологии, экологии и физиологии базидиальных грибов, позволили создать уникальную

коллекцию чистых культур, особое место среди которых занимают перспективные для промышленного культивирования съедобные и лекарственные виды.

Коллекция штаммов грибов Института осно-

вана в 1973 году одним из первых руководителей лаборатории пищевых и лекарственных ресурсов леса В. И. Саутиным. Значительный вклад в пополнение коллекции внесли В. И. Фомина, Л. П. Гаврилова, В. В. Трухоновец и другие сотрудники лаборатории.

Формирование коллекционного фонда на протяжении всего периода его существования происходило за счет культур, выделенных из тканевых изолятов региональных видов дикорастущих грибов, а также, полученных из других коллекций в результате международного сотрудничества с научными учреждениями, организациями и специалистами-микологами из стран ближнего и дальнего зарубежья (Россия, Украина, Молдова, Венгрия, США, Китай, Япония).

В настоящее время коллекция чистых культур насчитывает 297 штаммов, относящихся к 59 видам грибов. Значительным штаммовым разнообразием представлены такие перспективные для промышленного культивирования виды как шампиньон двуспоровый (*Agaricus bisporus* (J. Lge) Imbach) — 12 штаммов, опенок зимний (*Flammulina velutipes* (Curt.: Fr.) Sing.) — 17, лентинус съедобный (*Lentinus edodes* (Berk.) Sing.) — 35, строфария морщинисто-кольцевая (*Stropharia rugosoannulata* Farl. ex Murr.) — 11, виды рода Вешенка (*Pleurotus* spp.) — 117.

Особое место в коллекции занимают лекарственные виды грибов (*Coriolus versicolor* (L.: Fr.) Quel., *Ganoderma lucidum* (Curt.: Fr.) P. Karst., *Hericium erinaceus* (Bull.: Fr.) Pers., *Hypsizygos marmoreus* (Peck) Bigelow, *Laetiporus sulphureus* (Bull.: Fr.) Murr., *Phallus impudicus* L.: Pers., *Grifola frondosa* (Dicks.: Fr.) S. F. Gray, *Schizophyllum commune* Fr.: Fr. и др.), обладающие комплексом физиологически активных соединений и являющиеся перспективными для искусственного выращивания, с целью получения отечественных препаратов для лечения и профилактики широко распространенных и наиболее опасных заболеваний.

В коллекции также хранятся виды грибов, занесенные в Красную книгу Республики Беларусь (13 штаммов).

На протяжении всего периода существования работа нашей коллекции подчинена системе основных принципов, для каждого из которых постепенно сформировалось методическое наполнение. Таковыми, прежде всего, являются чистота, стабильность, сохранность и доступность каждого штамма или изолята коллекции.

В настоящее время коллекция чистых культур макромицетов хранится в холодильных камерах при температуре +4...+5°C на сусло-агаровой среде в пробирках, закрытых ватно-марлевыми пробками. Выбор в качестве формы сохранения образцов метода субкультивирования на плотной

сусло-агаровой среде позволяет обеспечить без дополнительных усилий доступность культур для научно-исследовательской работы и прикладных целей. Штаммы поддерживаются посредством ежегодных пересевов на свежие питательные среды с периодичностью, обусловленной, прежде всего, их видовой принадлежностью.

Научно-исследовательская работа по изучению биологических свойств различных видов макромицетов, проводимая Институтом леса НАН Беларуси в рамках выполнения ряда Государственных программ, позволила разработать принципы скрининга и критерии отбора перспективных штаммов, создать научные основы интродукции новых видов грибов пищевого и лечебно-профилактического назначения.

В результате селекционной работы получены новые штаммы лекарственных грибов, депонированные в Белорусской коллекции непатогенных микроорганизмов: *Flammulina velutipes* БИМ F-396 Д, *Ganoderma lucidum* БИМ F-373 Д, *Schizophyllum commune* БИМ F-384 Д. Данные штаммы обладают комплексом физиологически активных соединений и являются перспективными для получения пищевой биомассы и фармакологических веществ.

Многолетняя кропотливая работа, проведенная в данном направлении нашим учреждением, послужила фундаментом для формирования в республике принципиально нового для нее направления — промышленное грибоводство, что стало особенно актуально после аварии на Чернобыльской АЭС. В результате разработан ряд технологий экстенсивного и интенсивного выращивания ксилотрофных базидиомицетов на лесохозяйственных предприятиях Минлесхоза, в фермерских хозяйствах, на дачных участках и в других организациях разных форм собственности, позволяющих получать экологически чистую грибную продукцию путем утилизации отходов сельскохозяйственных и деревообрабатывающих производств.

Содержащиеся в коллекции чистые культуры используются для формирования технических нормативно-правовых актов (технических условий, технологических инструкций, рекомендаций и др.) при производстве посевного мицелия и плодовых тел ряда видов съедобных и лекарственных грибов (вешенка, шиитаке, трутовик лакированный и другие).

Перспективные штаммы съедобных и лекарственных грибов, хранящиеся в коллекции Института леса, являются основой для получения качественной маточной культуры и посевного мицелия, что служит залогом успешного выращивания грибной продукции, отвечающей требованиям современного рынка (высокая продук-

тивность, устойчивость к болезням и вредителям, транспортабельность, товарный вид и т. д.). С целью обеспечения посадочным материалом грибоводческих предприятий, фермерских хозяйств и грибоводов-любителей республики на Корневской экспериментальной лесной базе Института леса организовано производство посевного мицелия селективированных штаммов, отвечающих всем вышеперечисленным требованиям.

Технологии выращивания посевного мицелия и плодовых тел съедобных грибов, разработанные в Институте леса с использованием маточного мицелия, выращенного на основе высокопродуктивных культур вешенки и шиитаке из нашей Коллекции, позволили наладить выпуск грибной продукции на КСУП «Комбинат «Восток» — крупнейшем на постсоветском пространстве предприятии по промышленному культивированию грибов. Проектная мощность предприятия составляет 80 тонн продукции в год. За период с 2009 по 2012 гг. комбинатом наработано свыше 115 тонн посевного мицелия и 200 тонн плодовых тел грибов вешенки и шиитаке.

Неоценима роль коллекции в обеспечении сохранения генофонда редких видов микобиоты страны. Поэтому ее поддержание является неотъемлемой частью комплексной программы по сохранению естественного природного разнообразия и отвечает приоритетным направлениям государственной политики Республики Беларусь в экологической сфере.

Основными направлениями работы с коллекцией являются: пополнение фонда, систематизация, идентификация выделенных изолятов, изучение их микро-, макроморфологических

и генетических признаков, гарантированное поддержание. Постоянно проводится селекционная работа по получению новых быстрорастущих и высокопродуктивных штаммов перспективных видов грибов. Разрабатываются оригинальные методы получения изолятов, методы сохранения их жизнеспособности в культуре. Создается компьютерная база данных материалов коллекции.

На протяжении сорока лет выполнение данных исследований проводилось на общественных началах, благодаря энтузиазму высококвалифицированных сотрудников лаборатории пищевых и лекарственных ресурсов леса, владеющих микологическими и микробиологическими методиками.

Учитывая научную, практическую значимость и уникальность коллекции штаммов грибов ГНУ «Институт леса НАН Беларуси», постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 14. 12. 2012 г. № 1152 она объявлена научным объектом, который составляет Национальное достояние.

Представленное в коллекции генетическое разнообразие различных штаммов одного вида макромицетов создает возможности для селекционной работы по получению новых высокопродуктивных штаммов для искусственного культивирования в промышленных условиях, а также для производства новых лечебно-профилактических препаратов, биокорректоров и антиоксидантных комплексов.

OUTLINES OF THE FUNCTIONING OF THE CULTIVATED EDIBLE AND MEDICINAL MUSHROOM STRAIN COLLECTION OF THE FOREST INSTITUTE OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF BELARUS

Bordok I. V., Okhlopkova N. P., Yevtushenko L. V., Makhovik I. V.
*SSI «Forest Institute of NAS of Belarus»,
Gomel, Belarus, makhavik@gmail.com*

The paper highlights some basic principles and modes of the functioning of the cultivated edible and medicinal mushroom strain Collection of the Forest Institute of NAS of Belarus and its importance to fundamental and applied research, to conservation of natural diversity of gene pool of regional species of Belarussian mycobiota and to creation of technologies for commercial cultivation of edible and medicinal mushrooms.

Key words: strain collection, pure cultures, edible and medicinal basidial mushrooms, commercial cultivation.

ПАТОГЕННОСТЬ ГРИБОВ *FUSARIUM CULMORUM* И *F. AVENACEUM*, ДОМИНИРУЮЩИХ В ФУЗАРИОЗНОМ КОМПЛЕКСЕ НА КОРНЕВОЙ СИСТЕМЕ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Буга С. Ф., Склименок Н. А.

*РУП «Институт защиты растений», г. Прилуки, Минский р-н,
Минская обл., Республика Беларусь, sklitenokn@gmail.com*

В статье представлены данные исследований патогенности грибов *Fusarium culmorum* и *F. avenaceum*. Установлено, что изоляты обоих возбудителей корневой гнили существенно снижали длину проростков и корешков озимой пшеницы. Среди изученных изолятов грибов доминировали высоко патогенные.

Ключевые слова: патогенность, корневая гниль, *F. culmorum*, *F. avenaceum*.

Корневая гниль является одной из наиболее вредоносных болезней озимой пшеницы в Республике Беларусь. В условиях страны болезнь вызывают преимущественно грибы рода *Fusarium* Link, среди которых, согласно нашим исследованиям, доминируют *F. culmorum* (W. G. Sm.) Sacc. и *F. avenaceum* (Fr.) Sacc. Исследованиями многих авторов установлено, что гриб *F. culmorum* является одним из наиболее патогенных возбудителей корневой гнили (Гагкаева, 2009; Клечковская, 1999; Gargouri-Kammoun et al., 2009; Hudc, Muchova, 2010; Tunali et al., 2006). Однако, в Беларуси исследований патогенности грибов, доминирующих на корневой системе озимой пшеницы, не проводилось, что и послужило поводом для постановки цели нашего исследования.

Изучение патогенности изолятов проводили, используя метод J. Chelkowski и M. Manka (1983). Изоляты высевали на поверхность картофельно-сахарозного агара (КСА) в чашки Петри в 3-х кратной повторности и инкубировали в течение 7 дней при 24°C в темноте. Семена озимой пшеницы (сорта Сюита) промывали под проточной водой в течение часа, поверхностно дезинфицировали 70% спиртом и замачивали на сутки в стерильной дистиллированной воде. Затем зерновки раскладывали на поверхность культуры гриба по 10 штук в чашку. В контроле зерновки раскладывали на поверхность агаризованной среды. Чашки инкубировали в течение 7 дней. Результаты учитывали, измеряя во всех вариантах длину выросших корешков и проростков, а также, поражение последних с использованием 4-балльной шкалы: 0 — здоровый проросток; 1 — точечные некрозы ткани; 2 — некроз около 50% площади; 3 — полная гибель. Снижение длины проростков и корешков в опытных вариантах рассчитывали как отношение разности между контролем и опытным вариантом к контролю. Всего в ходе исследования было проанализировано 28 моноспоровых изолятов гриба *F. culmorum* и 30 — *F. avenaceum*.

Для дифференциации изолятов по патогенности использовали шкалу, предложенную М. П. Лесовым и соавторами (1985). Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием пакета программ Microsoft Excel.

Нашими исследованиями было установлено доминирование в структуре фузариев на корневой системе озимой пшеницы гриба *F. culmorum*, и в меньшей степени — *F. avenaceum*. В опытах по изучению патогенности выяснено, что изоляты гриба *F. culmorum* статистически значимо снижали длину проростков и корешков ($p < 0,05$) — на 3,7–89,3% и 45,4–96,2%, в среднем на $49,9 \pm 8,8$ и $68,7 \pm 4,9\%$, соответственно. В ходе проведения опыта нами также оценивалась степень поражения проростков изолятами патогена. На основании шкалы для дифференциации патогенности штаммов, предложенной М. П. Лесовым и соавторами (1985), изученные изоляты гриба были отнесены к патогенным (7,1%) и высоко патогенным (92,9%) (рис. 1).

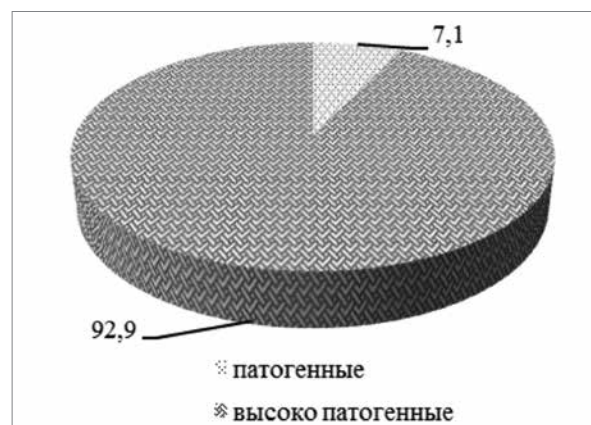


Рис 1. Распределение изолятов *F. culmorum* по степени патогенности.

При этом, в структуре поражения преобладала проростки с некрозом около половины поверхности (32,5%), тогда как здоровых было меньше всего — 10,8% (рис. 2).



Рис 2. Распределение изолятов *F. culmorum* по степени поражения проростков озимой пшеницы.

Все изученные изоляты гриба *F. avenaceum* статистически достоверно снижали длину проростков на 26,1–93,2% и корешков — на 51,3–97,2%, в среднем — соответственно на $60,5 \pm 6,3$ и $75,7 \pm 7,0\%$ ($p < 0,05$). В структуре изолятов возбудителя доминировали штаммы с высоко патогенными свойствами (76,7%), встречались также слабо и средне патогенные изоляты, доля патогенных составляла 16,7% (рис. 3).

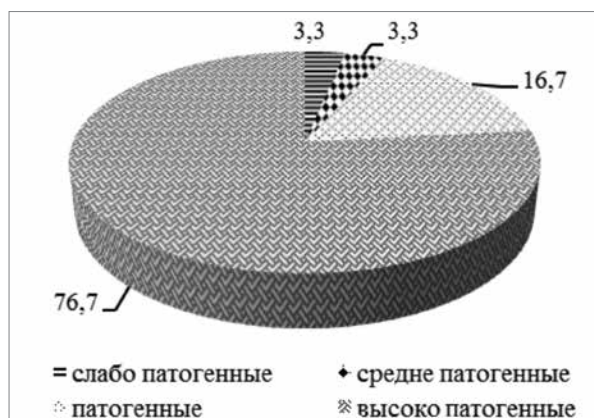


Рис 3. Распределение изолятов *F. avenaceum* по степени патогенности.

Литература

- Гагкаяева Т. Ю. Фитопатогенный гриб *Fusarium cerealis* на территории России // Микология и фитопатология, 2009, 43, 4, с. 331-342.
- Клечковская Е. А. Эколого-биохимическая характеристика *Fusarium spp.* на озимой пшенице в Причерноморской степи Украины // Микология и фитопатология, 1999, 33, 4, с. 280-289.
- Лесовой М. П., Кольнобрицкий И. И., Сигнаевская О. И. Методические рекомендации по ускоренному определению устойчивости сортов и способам создания инфекционных фонов при селекции пшеницы на иммунитет к корневым гнилям / ВАСХНИЛ. Южное отд-ние, Укр. науч.-исслед. ин-т защиты растений; Киев, 1985, 14 с.
- Chelkowski J., Manka M. The ability of *Fusaria* pathogenic to wheat, barley and corn to produce zearalinone // Phytopathol. Z., 1983, 106, p. 354-359.
- Gargouri-Kammoun L., Gargouri S., Rezgui S., Bahri N., Hajlaoui M. R. Pathogenicity and aggressiveness of *Fusarium* and *Microdochium* on wheat seedlings under controlled conditions // Tunisian Journal of Plant Pathology, 2009, 4, p. 135-144.
- Hudec K., Muchova D. Influence of temperature and species origin on *Fusarium spp.* and *Microdochium nivale* pathogenicity to wheat seedlings // Plant Protec. Sci., 2010, 46, 2, p. 59-65.

Изоляты гриба *F. avenaceum* преимущественно вызывали поражение проростков по 3-му баллу (некроз около 50%) — 33,8%, а также точечные некрозы — 32,5%, доля здоровых проростков достигала 15% (рис. 4).

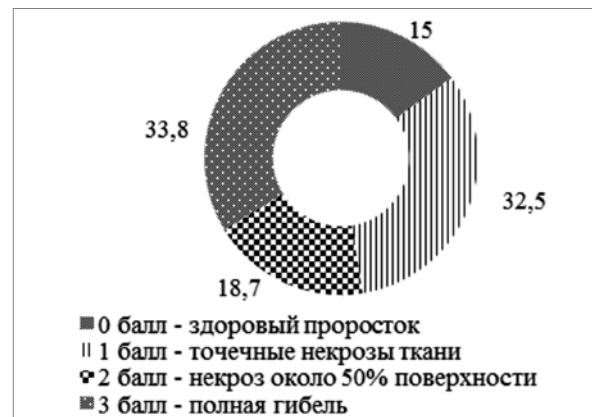


Рисунок 4. Распределение изолятов *F. avenaceum* по степени поражения проростков озимой пшеницы

Таким образом, установлено, что все изученные изоляты грибов *F. culmorum* и *F. avenaceum* являлись патогенными для проростков и корешков, снижая их длину по сравнению с контролем. В исследованиях доминировали высоко патогенные штаммы обоих возбудителей корневой гнили (76,7–92,9%), доля патогенных составляла 7,1–16,7%, среди изолятов гриба *F. avenaceum* с небольшой частотой встречались также слабо и средне патогенные. Штаммы гриба *F. culmorum* вызывали преимущественно полную гибель проростков, доля ростков с точечными некрозами, а также поражением до 50% поверхности составляла соответственно 27,8 и 28,9%. При поражении проростков изолятами гриба *F. avenaceum*, как правило, отмечались точечные симптомы поражения либо полная гибель ростков — соответственно 32,5 и 33,8%.

Tunali B., Nicol J., Erol F. E., Altiparmak G. Pathogenicity of Turkish crown and head scab isolates on stem bases on winter wheat under greenhouse conditions // Plant Pathol. J., 2006, 5, p. 143-149.

**PATHOGENICITY OF FUSARIUM CULMORUM
AND F. AVENACEUM PREVAILING IN THE FUSARIA COMPLEX
ON THE ROOT SYSTEM OF WINTER WHEAT**

Buga S. F., Sklimenok N. A.

*RUC «Institute of plant protection», Priluki, Minsk district,
Minsk region, Belarus, sklimenokn@gmail.com*

The data on *Fusarium culmorum* and *F. avenaceum* pathogenicity are presented in the article. It was determined that both causal agents of root rot significantly reduced the length of seedlings and roots as compared with control. Most of studied isolates were highly pathogenic.

Key words: pathogenicity, root rot, F. culmorum, F. avenaceum.

**МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ АДАПТАЦИИ ГРИБОВ
И ИХ РОЛЬ В ОСВОЕНИИ
ПРИРОДНЫХ СУБСТРАТОВ**

Власов Д. Ю., Тобиас А. В., Черепанова Н. П.

*Санкт-Петербургский государственный университет,
Санкт-Петербург, Россия, dmitry.vlasov@mail.ru*

Сравнительно-морфологические исследования грибов, в развитие которых весомый вклад внесли работы А. А. Ячевского, сохранили свое значение и в настоящее время. Этим вопросам уделяется специальное внимание при подготовке специалистов на кафедре ботаники Санкт-Петербургского государственного университета. Однако, применение методов молекулярной генетики во многом изменило представления о положении и происхождении разных таксонов грибов. При этом изучение морфологических особенностей приобрело особую актуальность в связи с адаптацией грибов к различным субстратам и условиям внешней среды. Наиболее наглядно это проявляется у грибов, развивающихся в экстремальных условиях.

Ключевые слова: сравнительная и эволюционная морфология грибов, частные приспособления, адаптации к субстрату, защитные реакции, экстремофилы

Термин «морфология» происходит от греческих слов «morphe» — форма и «logos» — учение. Морфологическое описание таксонов, сравнительно-морфологические исследования, а также вопросы эволюционной морфологии грибов долгое время определяли развитие микологии. Они составляли основу классической микологии и не утратили своего значения и в настоящее время. В научном наследии А. А. Ячевского этим вопросам уделено специальное внимание. Морфологические особенности фитопатогенных грибов отражают эволюцию приспособлений этих организмов к паразитическому образу жизни, характеризуют их адаптивный потенциал. Намеченные А. А. Ячевским направления исследований грибов легли в основу разработки программы подготовки микологов на кафедре ботаники Санкт-Петербург-

ского государственного университета. Читаемые на кафедре лекционные курсы «Палеомикология», «Цитология грибов», «Фитопатология» и другие, базирующиеся на классических представлениях и наполненные современным содержанием, позволяют подготовить специалистов, способных решать сложные задачи современной науки.

Особое внимание при подготовке молодых специалистов уделяется знакомству с морфологическими особенностями грибов (Черепанова, Тобиас, 2006). Применение устоявшихся и новых методов наблюдения, описания и сравнения позволяет микологам оценивать на морфологическом уровне разнообразные адаптивные реакции грибов, сформировавшиеся в процессе эволюции. При этом необходимо учитывать, что в современной систематике многих групп грибов

морфологические особенности перестали занимать ключевые позиции — им на смену пришли методы молекулярной генетики, позволяющие не только оценить родство разных таксонов и их филогенетические связи, но и судить о времени их происхождения, путях эволюции. Применение этих методов привело к новым представлениям о структуре и объеме таксонов, часто существенно отличаются от тех, которые складывались при использовании методов сравнительной морфологии. Примером может служить порядок Agaricales (Basidiomycota), включающий грибы с плодовыми телами как гимениального, так и гастерального типа. Особенности плодовых тел перестали быть первичными при характеристике большинства классов и порядков сумчатых грибов: клейстотеции, перитеции и апотеции образуют грибы, относимые ныне к разным систематическим группам. Во многих случаях корреляция между данными, полученными методами геносистематики и сравнительной морфологии или отсутствует вовсе или имеется лишь в отношении каких-то отдельных параметров. При этом, чаще всего, можно наблюдать корреляцию с особенностями ультраструктуры — к примеру, ультраструктурой зооспор у хитридиевых или типом порового аппарата у базидиальных грибов. У мучнисторосяных грибов молекулярно-генетические особенности находят определенное соответствие с типами анаморф. Что касается особенностей строения аскокарпов, в первую очередь их придатков, традиционно считавшихся определяющими при выделении родов этой группы, эти признаки, по-видимому, носят адаптивный характер. Вероятно, приспособительное значение имеют многие морфологические признаки в различных группах грибов. С этой точки зрения знание этих особенностей ни в коей мере не утрачивает своего значения. Особенно интересны те морфологические адаптации, которые определяют возможности освоения грибами разных природных субстратов. Например, для грибов, паразитирующих на растениях, важными особенностями, несомненно, следует считать формирование и черты строения таких структур как апрессории и гаустории.

Особое внимание морфологические изменения привлекают при исследовании грибов, оказавшихся в экстремальных условиях, т. е. на границе своего существования. Грибы представляют собой прекрасную модель для исследования закономерностей адаптации организмов к экстремальным факторам среды (резкие колебания и экстремальные значения температур, гиперсоленость, высокий уровень ультрафиолетового облучения, крайние значения pH, недостаток источников питания, нехватка кислорода, высушивание, воздействие токсических веществ и другие). В подобных усло-

виях грибные организмы способны существенно видоизменяться, проявлять широкий спектр морфологических и физиолого-биохимических адаптивных реакций. Приспособления к жизни в экстремальных условиях обстоятельно исследованы на примере микромицетов, которые поселяются на труднодоступных каменистых субстратах в природных и техногенных экосистемах. Для этой своеобразной группы организмов появилось общее название — литобионтные грибы. Они способны колонизировать минералы и горные породы, поселяться на искусственном камне (строительных материалах) в техногенной среде (Власов, 2011).

Важными характеристиками микобиоты силикатных и карбонатных пород, наряду с видовым разнообразием, являются основные жизненные формы (морфотипы) литобионтов. Особый интерес в этой связи представляет группа грибов, формирующих мелкие компактные колонии черного цвета. Такие грибы были зарегистрированы на горных породах в различных экологических условиях, включая полярные пустыни, высокогорья. Для этой группы микромицетов в литературе можно встретить несколько названий: микроколониальные, черные дрожжи (black yeasts), черные дрожжеподобные грибы (ЧДГ) или меристематические грибы. Все они формируют сходные по внешнему виду микроколонии — компактные скопления округлых темноокрашенных клеток, которые могут занимать небольшие углубления или трещины в поверхностном слое камня. Наиболее часто подобные образования встречаются в природных обнажениях силикатных пород. Эти грибы обладают повышенной устойчивостью к стрессовым факторам, особым типом морфогенеза колоний и крайне медленным ростом на искусственных питательных средах. У отдельных представителей данной группы литобионтных грибов была отмечена своеобразная тканеподобная структура колонии, обеспечивающая ее максимальную плотность и устойчивость к внешним воздействиям. Последовательное уплотнение колоний может происходить вследствие особого характера ветвления гиф, направления их роста, различных видоизменений мицелия, чередования способов деления клеток в колонии.

Такие преобразования, выработанные и закрепившиеся в процессе адаптации к жестким условиям существования, во многом обусловлены особенностями самого субстрата с наличием ограниченных пространств (микроразнов), осваиваемых микромицетами.

Суммируя накопленные данные, можно выделить следующие основные морфологические особенности специфических литобионтных грибов, которые могут быть отнесены к группе экстремофилов:

- формирование слизистых капсул (обверток) вокруг клеток гриба;
- сохранение способности к чередованию различных типов роста в условиях чистой культуры (апикальный, дрожжеподобный и меристематический);
- мицелиально-дрожжевой диморфизм;
- образование различных вегетативных структур — видоизменений мицелия (завивы, кольца, анастомозы, тяжи, утолщения и др.);
- формирование различных покоящихся структур: хламидоспоры, гигантские клетки, терминальные и интеркалярные вздутия (часто пролиферирующие), склероциальные образования и др. (способы прорастания этих структур различны).

Интересно отметить, что процесс колонизации грибами труднодоступных каменистых субстратов проходит в несколько этапов, во многом напоминающих последовательность заселения тканей растений грибами, характеризующимися как некротрофы. Так, для литобионтных микромицетов характерно формирование проникающих гиф, отходящих от поверхностных микроколоний по трещинам между кристаллами и проникающих в толщу минерального субстрата, образование скоплений в структурных простран-

ствах (полостях) горной породы. Из этих скоплений развиваются новые проникающие гифы, которые обеспечивают постепенное заселение поверхностного слоя каменистого субстрата микроколониями гриба. Таким образом, процесс освоения грибами субстратов растительного и минерального происхождения имеет много общего и включает следующие стадии:

- достижение грибной клеткой поверхности субстрата, накопление потенциала для последующего внедрения;
- образование проникающей гифы и внедрение в субстрат (через естественные ходы);
- накопление биомассы на занятых участках, формирование новых проникающих гиф.

Эволюция частных приспособлений, появление разнообразных морфологических и экологических форм способствовали широкой адаптивной иррадиации грибов, представляющих собой уникальную модель для исследования закономерностей эволюции низших эукариот. Характер их приспособлений к различным природным субстратам наиболее ярко проявляется на морфологическом уровне, что свидетельствует о необходимости сохранения и развития традиционного сравнительно морфологического направления исследований в современной микологии.

Литература

- Власов Д. Ю. Грибные организмы в экстремальных местообитаниях: биологическое разнообразие и сущность взаимодействий // Биосфера, 2011, 3, 4. с. 479–492.
- Черепанова Н. П., Тобиас А. В. Морфология и размножение грибов. М., Академия, 2006, 160 с.

MORPHOLOGICAL ADAPTATION OF FUNGI AND THEIR ROLE IN COLONIZATION OF NATURAL SUBSTRATES

Vlasov D. Yu., Tobias A. V., Cherepanova N. P.
St.-Petersburg State University,
St.-Petersburg, Russia, dmitry.vlasov@mail.ru

Comparative morphological study of fungi was developed with significant contribution of A. A. Jaczewski. This direction of mycology has retained importance at the present time. Issues of comparative and evolutionary morphology are given special attention in the training of specialists at the Department of Botany of St.-Petersburg State University. However the application of molecular genetics methods greatly changed the understanding of the situation and the origin of the different groups of fungi. But the morphological features of fungi became particularly important in connection with adaptation to different substrates and environmental conditions. This is most obvious for fungi growing in extreme conditions.

Key words: fungi, morphological features, adaptation, evolution.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ВОЗБУДИТЕЛЯ АНТРАКНОЗА (*COLLETOTRICHUM ACUTATUM*) КЛУБНИКИ В УСЛОВИЯХ ЛАТВИИ

Волкова Ю., Баженова А.

Латвийский исследовательский центр защиты растений,
Латвия, julija.volkova@laarc.lv

Заболевание клубники антракнозом в условиях Латвии широко не распространено. Однако в 2011–2012 гг. в некоторых хозяйствах наблюдалось массовое поражение клубники антракнозом. Изучив образцы клубники из двух зараженных болезнью плантаций, обнаруженный патоген в обоих случаях идентифицировали как *C. acutatum*. Проведя молекулярный анализ образцов определили, что в одном хозяйстве (Пуре) изоляты принадлежат к генетическому типу A2, а во втором хозяйстве (Тинужи) — к генетическому типу A4. В случае, где на плантациях был выявлен тип A2, посадочный материал был завезен из Италии, а во втором случае тип A4 завезен из Нидерландов. Повреждения клубники антракнозом в большей степени выражены в тех местах, где встречается потогенный гриб *C. acutatum* с генетическим типом A4.

Ключевые слова: клубника, антракноз, генетические типы, Латвия.

После вступления Латвии в Европейский Союз значительно увеличился поток посадочного материала из стран Европы в Латвию. За последние несколько лет на плантациях клубники латвийских фермеров увеличилось количество и видовой состав заболеваний, вызываемых патогенными грибами родов *Phytophthora*, *Phomopsis*, *Gnomonia*, *Colletotrichum*, до этого мало распространенных. В некоторых фермерских хозяйствах констатируется широкое распространение заболеваний клубники антракнозом, которые могут вызывать грибы *Colletotrichum acutatum* Simmonds, *C. gloeosporioides* (Penz.) Penz. et Sacc. и *C. fragariae* A. N. Brooks (Freeman, Katan, 1997).

Обзор исследований по генетическому разнообразию гриба *C. acutatum* показал, что этот гриб имеет несколько генетических типов (A1–A8), и каждый тип характерен для определенного географического местоположения и определенной группы растений. Например, генетический тип A4 на плантациях клубники чаще всего встречается в Нидерландах, Бельгии (Van Hemelrijck et al., 2010), Великобритании, а также на других растениях в Швеции, Швейцарии, Португалии. Генетический тип A5 больше распространен в южном полушарии — в Австралии и Южной Африке (Sreenivasaprasad, Talhinhos, 2005).

Разные генетические типы гриба в разной степени патогенны для разных растений. Секвенирование региона ITS rDNA и последующий анализ позволяет определить разные типы гриба *Colletotrichum acutatum* (Talhinhos et al., 2005).

Цель исследования. Идентифицировать возбудителей антракноза на плантациях клубники в Латвии.

Методики и материалы. Образцы поврежденных ягод клубники были собраны в АО Пурская экспериментальная станция садовод-

ства в Пуре и крестьянском хозяйстве в Тинужах, округ г. Риги. В этих местах в 2011–2012 гг. наблюдалось широкое распространение антракноза, степень поражения достигала 70%. Из пораженных ягод были выделены чистые культуры гриба. Для идентификации молекулярным методом мицелий выделенных чистых культур гриба растерли в ступке с жидким азотом, а ДНК из образцов выделили с использованием набора DNeasy (Qiagen, Германия). ПЦР выполнено по методическому руководству ранее описанному О. Виннере (Vinnere et al., 2002). Секвенирование полученных ПЦР продуктов проведено в компании MacroGen Europe, Нидерланды. Полученные нуклеотидные последовательности проанализированы в программе Mega 5.1 с помощью филогенетического анализа, используя метод максимального правдоподобия (Maximum Likelihood). Топология филогенетического дерева проверена с помощью бутстреп-анализа. Полученные чистые культуры были сравнены по морфологическим показателям посредством микроскопии.

Результаты исследований. По результатам морфологического исследования изолятов, их идентифицировали как *C. acutatum*, что было подтверждено и результатами молекулярного анализа. Филогенетический анализ образцов, взятых с Пурской экспериментальной станции садоводства, показал, что штамм гриба *C. acutatum* принадлежит к генетическому типу A2, который характерен для Средиземноморского региона. В этом случае посадочный материал был завезен из Италии. Штамм гриба из крестьянского хозяйства в Тинужах, также идентифицирован как *C. acutatum*, но принадлежит к генетическому типу A4. Такой тип характерен для западной Европы, США и Нидерландов. В данном случае, посадочный материал был завезен из Нидерландов. Визуальные

повреждения клубники антракнозом в большей степени наблюдались на плантации крестьянского хозяйства в Тинужах, степень повреждений достигала 70%. Оба типа гриба *C. acutatum* отличались по морфологии колоний. Колонии штамма гриба А4 розового, белого или красно-оранжевого цвета с серым воздушным мицелием, а колонии штамма гриба А2 серого цвета с темно-серым центром, у периферии белые.

Средняя ширина 100 конидий изолятов штамма типа А2 составляла 4,65 мкм (мин. — 3,09 мкм; макс. — 6,91 мкм), а у штамма А4 — 4,88 мкм (3,58–6,17 мкм). Длина конидий у штаммов А2 немного больше (11,96–20,17 мкм; в среднем 15,54 мкм), чем у штамма А4 (10,69–16,45 мкм, в среднем 13,86 мкм). Статистический анализ данных в программе R (R Development Core Team, 2010) не выявил существенных различий (уровень досто-

верности 95%) между размером конидий генетических типа А2 и А4 (рис. 1).

Широкое распространение антракноза на плантациях клубники Латвии связано с поступлением инфицированного материала из других Европейских стран. Повреждения клубники антракнозом в большей степени выражены в тех местах, где встречается потогенный гриб *C. acutatum* с генетическим типом А4.

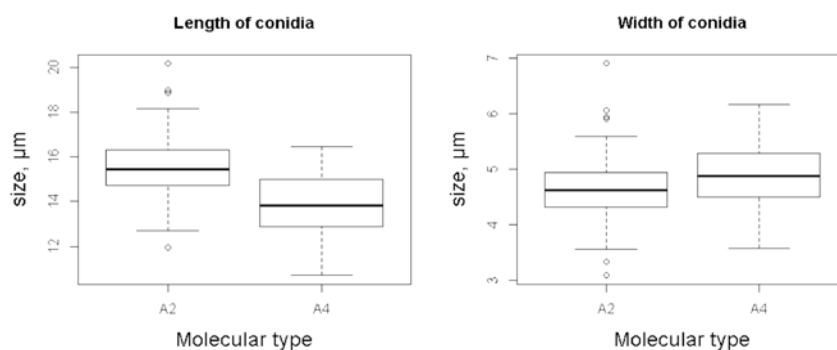


Рисунок 1. Длина и ширина конидий генетических типов А2 и А4 штамма гриба *C. acutatum*
Figure 1. Length and width of conidia of type А2 and А4 *C. acutatum*.

Литература

- Freeman S., KatanmT. Identification of *Colletotrichum* species responsible for anthracnose and root necrosis of strawberry in Israel // *Phytopathology*, 1997, 87(5), p. 516–21.
- R Development Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing, 2010, (Austria, Ed.) R Foundation for Statistical Computing Vienna Austria. R Foundation for Statistical Computing. <http://www.r-project.org>.
- Sreenivasaprasad S., Talhinhas P. Genotypic and phenotypic diversity in *Colletotrichum acutatum*, a cosmopolitan pathogen causing anthracnose on a wide range of hosts // *Molecular Plant Pathology*, 2005, 6(4), p. 361–378.
- Talhinhas P., Sreenivasaprasad S., Neves-Martins J., Oliveira H. Molecular and Phenotypic Analyses Reveal Association of Diverse *Colletotrichum acutatum* Groups and a Low Level of *C. gloeosporioides* with Olive Anthracnose // *Appl. Environ. Microbiol.*, 2005, 71(6), p. 2987–2998.
- Van Hemelrijck W., Debode J., Heungens K., Maes M., Creemers P. Phenotypic and genetic characterization of *Colletotrichum* isolates from Belgian strawberry fields // *Plant Pathology*, 2010, 59(5), p. 853–861.
- Vinnere O., Fatehi J., Wright S., Gerhardson B. The causal agent of anthracnose of *Rhododendron* in Sweden and Latvia // *Mycological research*, 106, 2002, p. 60–69.

IDENTIFICATION OF STRAWBERRY ANTHRACNOSE CAUSAL AGENT (COLLETOTRICHUM ACUTATUM) IN LATVIA

Volkova J., Bazanova A.

Latvian Plant Protection Research centre,
julija.volkova@laapc.lv

Anthracnose is not a common disease in the strawberry plantations, but occasionally could be found. In the last few years there were observed two larger outbreaks of anthracnose in strawberry fields. In both cases it was found that the causal agent of anthracnose is fungal pathogen *C. acutatum* and molecular analysis showed, that isolates from one outbreak belongs to the molecular type А2, but another one — to group А4. In the case of type А2 planting material was introduced from Italy. In plantation where *C. acutatum* with molecular type А4 was found planting material from Netherlands was used.

Key words: strawberry, anthracnose, molecular types, Latvia.

КАРЛИКОВАЯ РЖАВЧИНА ЯЧМЕНЯ НА СЕВЕРНОМ КАВКАЗЕ: РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ, ВИРУЛЕНТНОСТЬ, УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЯ-ХОЗЯИНА

Волкова Г. В., Шапкун А. В.

ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений Россельхозакадемии, Краснодар, Россия, galvol@bk.ru

Проведен мониторинг распространенности возбудителя карликовой ржавчины ячменя в пяти агроклиматических зонах Северного Кавказа. Изучен расовый и генотипический состав популяции *Puccinia hordei*. Проведена оценка 33 перспективных сортов и 1 линии озимого ячменя на устойчивость к патогену в условиях теплицы и поля. Подобраны источники устойчивости к возбудителю карликовой ржавчины среди 130 коллекционных образцов ячменя.

Ключевые слова: озимый ячмень, карликовая ржавчина, популяция, патоген, устойчивость.

Ячмень является одной из древнейших культур и принадлежит к числу наиболее распространенных растений на земле. Площадь под посевами ячменя в мировом земледелии составляет около 80 млн. га, что является четвертым местом после пшеницы, риса и кукурузы (Лоскутов и др., 2007). Из мирового производства зерна ячменя 43–48% идет на промышленную переработку, 36% — на кормовые и 16% — на пищевые цели. В нашей стране 70–75% валового сбора зерна ячменя используется для скармливания животным (Серкин и др., 2010).

В хозяйствах Северного Кавказа возделывается большое количество отечественных сортов с различной фитопатологической характеристикой. Величина и качество урожая находятся под постоянной угрозой не только из-за погодных условий, оказывающих стрессовое воздействие на растения. Серьезную опасность для урожая представляют патогенные грибы, среди которых немаловажную роль играет карликовая ржавчина (возбудитель *Puccinia hordei* Otth). Нарастание заболевания происходит в результате накопления и сохранения активной инфекции патогена, из-за нарушения ротации культуры и использования упрощенных приемов обработки почвы. Кроме того, одной из главных причин увеличения уровня инфекции является процесс эволюции патогена, в результате чего образуются новые вирулентные расы и биотипы (Санин, 1995; Сасова, 2010).

В настоящее время большое внимание уделяется разработке экологических методов защиты сельскохозяйственных культур от болезней. Повышенный интерес представляют меры, снижающие пестицидную нагрузку на окружающую среду. Ведущая роль принадлежит селекции и районированию высокопродуктивных сортов, обладающих устойчивостью к заболеваниям, распространенным в определенной эколого-географической зоне.

Целью наших исследований являлось изучение распространения *P. hordei* в различных агроклиматических зонах Северного Кавказа, разработка иммуногенетических основ защиты озимого ячменя от возбудителя карликовой ржавчины на юге России, связанных с изучением популяционных структур фитопатогена и иммунных особенностей растения-хозяина.

Для изучения распространения заболевания проведены маршрутные обследования производственных и селекционных посевов озимого ячменя в пяти агроклиматических зонах Северного Кавказа. Учет проводили в фазу молочно-восковой спелости зерна. Распространение болезни учитывали по методике С. С. Санина (2001). Степень развития болезни определяли по шкале Peterson et al. (1948). Для изучения генетической структуры северокавказской популяции *P. hordei* выявляли частоту отдельных генов вирулентности гриба по методике, предложенной Levine и Cherewick (1956). Оценку типов реакции растений вели по шкале Mains и Jackson (1926).

По результатам экспедиционных обследований посевов озимого ячменя, выполненных в период с 28 мая по 8 июня 2012 г., установлено, что степень развития возбудителя карликовой ржавчины в различных агроклиматических зонах Северного Кавказа варьировала. Заболевание было обнаружено в 3-х зонах из 5-ти: центральной, южной предгорной и северной. На селекционных участках п. Ботаника (г. Гулькевичи) и ВНИИЗК (г. Зерноград) развитие болезни на отдельных сортах достигало 60–80%. Наибольшее развитие карликовой ржавчины ячменя наблюдалось на производственных посевах наиболее влагообеспеченной зоны — южной предгорной и достигало 15% (Успенский, Лабинский районы Краснодарского края, Советский район Ставропольского края). Это свидетельствует о зависимости степени пораженности посевов ячменя возбудителем кар-

ликовой ржавчины от влагообеспеченности агроклиматической зоны.

В результате изучения внутривидовой структуры выявили 6 новых рас *P. hordei*, не числящихся в международном реестре. Обнаружены 2 расы патогена, выявленные нами ранее (Ск-1, Ск-3). Выявлены 2 расы *P. hordei*, числящиеся в международном реестре (4, 48).

Установлена частота изолятов патогена, различающихся по вирулентности к отдельным линиям-носителям известных генов устойчивости. Отмечено высокое содержание клонов (свыше 40%), вирулентных к линиям с генами Ра: 2, 3, 3+7, 7. К тестерам генов Ра, Ра 2+5, Ра 2+6, Ра 2+19, Ра 4, Ра 8 количество вирулентных изолятов находилось в пределах 5,9–35,3%.

Доля фенотипов с 0–6 генами вирулентности составляет 82,4% (частота встречаемости в пределах 5,9–17,6%), фенотипов с 9–10 генами — 17,6% (частота встречаемости — 5,9–11,8%). Не обнаружены фенотипы с 7–8 генами.

Для иммунологической оценки в полевых условиях было высеяно 33 сорта и одна линия (селекция КНИИСХ им. П. П. Лукьяненко, ВНИИЗК им. И. Г. Калиненко, СНИИСХ, КубГАУ) в двух вариантах, один из которых служил контролем и защищался фунгицидом. Инокуляцию растений проводили в фазу выхода растений в трубку (нагрузка 10 мг спор/м²). Первый учет проводили в момент первичного проявления болезни, последующие — с интервалом в 10–12 дней до молочно-восковой спелости зерна (не менее трех учетов). В условиях теплицы эти же сорта были высеяны в 0,5-литровые вазоны и в фазу 2 пар настоящих листьев инокулированы суспензией спор *P. hordei*. В боксе поддерживали оптимальные условия для развития патогена (температура +15...+18°C, освещенность 13–15 тыс. лк). Учет проводили через 10–15 суток после инокуляции по типу реакции.

Литература

- Лоскутов И. Г., Кобылянский В. Д., Ковалева О. Н. *Итоги и перспективы исследований мировой коллекции овса, ржи и ячменя // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, СПб., 2007, 164, с. 80-101.*
- Санин С. С. *Фитосанитарный мониторинг: современное состояние и пути совершенствования. Проблемы оптимизации фитосанитарного состояния растениеводства // Сборник трудов Всероссийского съезда по защите растений. СПб., 1995, с. 166-175.*
- Санин С. С., Черкашин В. И., Назарова Л. Н. *Фитосанитарная экспертиза зерновых культур. М., ФГНУ «Росинформагротех», 2001, с. 60-61.*
- Сасова Н. А. *Фитосанитарный мониторинг листовых болезней озимых колосовых культур в Краснодарском крае // Защита растений в Краснодарском крае, 2010, 5, с. 1-2.*
- Серкин Н. В., Кузнецова Т. Е., Левитанов С. А. *Решаем проблемы ячменного поля // Защита растений в Краснодарском крае, 2010, 5, с. 2-3.*
- Levine M. N., Cherewick W. J. *Studies on dwarf leaf rust of barley. U. S. Dept. Agr. Tech. Bull., 1956, 17 p.*
- Mains E. B., Jackson H. S. *Physiological specialization in leaf rust of wheat, Puccinia triticina Erikss. // Phytopathology, 1926, 16, p. 89-120.*
- Peterson R. F., Campbell A. B., Hannah A. E. // *Canad. J. Rev., 1948, 26, p. 495-500.*

В результате проведенной иммунологической оценки сортов озимого ячменя к северокавказской популяции возбудителя карликовой ржавчины установлено, что в фазу всходов четыре сорта (11,8% от числа изученных) показали высокую устойчивость к патогену (тип реакции 1, 1+ балл). Это сорта Вавилон, Радикал, Романс, Спринтер. 15 сортов (44,1%) проявили устойчивость (тип реакции 2-, 2 балла). Это сорта Гордей, Достойный, Жаворонок, Жигули, Козырь и др. 15 сортов (44,1%) проявили восприимчивость (тип реакции 2+, 3 балла). Это сорта Ларец, Мастер, Рубеж, Секрет, Тигр и др.

В полевых условиях только один сорт Гордей (2,9%) показал устойчивую реакцию на заражение патогеном (тип реакции 1 балл, пораженность до 10%). Четыре сорта (Жаворонок, Кондрат, Стратег, Романс) и одна линия ОЯ КНИИСХ 02 (14,7%) оказались слабовосприимчивыми (тип реакции 1, 2 балла, пораженность от 10 до 20%). Остальные 28 сортов (82,4%) были восприимчивыми к карликовой ржавчине (тип реакции 2, 3 балла, пораженность свыше 20%).

Среди 130 коллекционных образцов озимого ячменя отобраны 39 с типом реакции 0,1, 2 балла и степенью поражения 1–5%. Они предложены для селекции в качестве источников устойчивости.

На основе изучения структуры популяции *P. hordei* по вирулентности и генофонда устойчивости растения-хозяина предложены научно обоснованные подходы в селекции и защите ячменя от патогена. Селекцию ячменя на устойчивость к возбудителю карликовой ржавчины необходимо проводить с учетом частоты встречаемости различных генов вирулентности. В зонах наибольшей вредоносности возбудителя карликовой ржавчины следует размещать сорта, устойчивые к патогену.

BARLEY DWARF RUST IN NORTH CAUCASUS: PREVALENCE, VIRULENCE AND HOST PLANT RESISTANCE

Volkova G., Shapkun A.

All-Russian Research Institute of Biological Plant Protection,
Krasnodar, Russia, galvol@bk.ru

The monitoring of the prevalence of the barley dwarf rust pathogen in the five agro-climatic zones of the North Caucasus has been conducted. The racial and genotypic composition of *P. hordei* population has been studied. The assessment of 33 promising cultivars and one winter barley line for resistance to the pathogen in the greenhouse and field conditions has been carried out. The sources of resistance to the dwarf rust pathogen have been selected among the collection of 130 barley samples.

Key words: winter barley, dwarf rust, pathogen, population, resistance.

ОТБОР ШТАММОВ PHLEBIOPSIS GIGANTEA ДЛЯ РАЗРАБОТКИ БИОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА, ОГРАНИЧИВАЮЩЕГО ВРЕДНОСНОСТЬ КОРНЕВОЙ ГУБКИ

Волченкова Г. А., Звягинцев В. Б.

Белорусский государственный технологический университет,
г. Минск, Белоруссия, volga_86@inbox.ru

Биоутилизация питательного субстрата корневых патогенов возможна путем искусственного заселения пней и корней свежесрубленных деревьев ксилотрофными грибами. В сосновых насаждениях наибольший эффект проявил сапротрофный гриб *Phlebiopsis gigantea*. По результатам изучения скорости линейного роста, интенсивности спорообразования и антагонистической активности 46 местных штаммов антагониста было отобрано 7 штаммов для изучения их способности колонизировать древесину сосны в естественных условиях. Для разработки биологического препарата выбрано 2 штамма, проявившие наилучшие результаты по всем параметрам скрининга.

Ключевые слова: корневая губка, Phlebiopsis gigantea, антагонизм, биопрепарат.

Грибные патогены корней древесных пород из рода *Heterobasidion* (корневая губка) наносят значительный ущерб лесному хозяйству Белоруссии. Широкомасштабное создание загущенных хвойных монокультур в условиях, не соответствующих экологическим потребностям пород, привело к развитию эпифитотий корневых гнилей. К концу 2012 года в сосновых насаждениях страны было выявлено 120 943 га очагов корневой губки. Применяемые лесоводственные и лесозащитные мероприятия по ограничению вредоносности патогена, заключающиеся в проведении различных видов рубок, имеют невысокую эффективность и не способны снизить интенсивность развития болезни (Звягинцев и др., 2013).

Многими исследователями в комплексе лесозащитных мероприятий по снижению ущерба, причиняемого корневыми патогенами, первостепенное предпочтение отдается биологическому

методу защиты, который зарекомендовал себя, как экологически безопасный и высоко эффективный (Woodward et al., 1998). В странах Западной Европы на протяжении последних 50 лет широко применяются биологические препараты.

В связи с непрекращающимся ростом площадей сосняков Белоруссии, поврежденных хетеробазидиозом, возрастает потребность лесного хозяйства страны в получении эффективного средства защиты, которое позволит сократить потери, вызываемые очаговым поражением корневой губкой. Первым шагом при разработке отечественного биологического препарата должен быть поиск наиболее активных местных штаммов гриба-антагониста на основе изучения их индивидуальных особенностей. Для получения высокого защитного эффекта, отбираемый агент биозащиты должен быстро колонизировать и осваивать древесный субстрат в виде пней и корней свежесрубленных деревьев.

срубленных деревьев, сдерживать и подавлять рост патогенного организма, иметь высокую репродуктивную способность.

В 2010–2011 гг. нами было отобрано 46 диких изолятов *Phlebiopsis gigantea* (Fr.) Jülich из различных лесорастительных районов Белоруссии. Для изучения биологических особенностей антагониста отобранные штаммы были выделены в чистую культуру. Выделение производили из образцов древесины пней различной стадии разложения, в качестве питательной среды использовали агар с солодовым экстрактом (MEA) производства Appllichem.

В лабораторных условиях нами были изучены скорость линейного роста, интенсивность спорообразования и антагонистическая активность отобранных штаммов *P. gigantea*, а также штаммов польского биопрепарата Pg-POSZWALD и финского Rotstop, любезно предоставленных Wytwórnia Grzybni i Biopreparatów Piotr Poszwald и Verdera Oy, соответственно. Скорость линейного роста на питательной среде измеряли, используя стандартную методику (Билай, 1982). Интенсивность спорообразования определяли по достижении культурами 10-суточного возраста по методике Н. И. Федорова и соавторов (1980). Для изучения антагонистической активности изолятов *P. gigantea* по отношению к корневой губке было отобрано 3 штамма *H. annosum*. При проведении опыта применяли метод встречных культур (Полещук, 1987). Основными критериями в оценке антагонистической активности каждого штамма послужили ширина зоны нарастания и среднесуточная скорость нарастания антагониста на корневую губку.

Все испытанные штаммы *P. gigantea* на агаризованной среде показали высокую скорость линейного роста. Уже на 6-е сутки большинство колоний полностью покрывали поверхность питательного субстрата в чашках Петри, за исключением нескольких штаммов, достигших такого же уровня роста на 7–8-е сутки. Наиболее быстрорастущими оказались штаммы PG 11. 5. 1, PG 11. 15. 3, PG 11. 18. 1 и PG 11. 6. 1. Прирост их колоний в среднем составлял 8,86–9,61 мм/сут., что на 8–17% превышает средний показатель. Среднесуточная скорость роста штаммов Pg-POSZWALD и Rotstop составила 8,79 и 8,84 мм/сут. соответственно. Штаммы *P. gigantea*, отобранные Ю. М. Полещуком (1987), на сходной сусло-агаровой среде обладали вдвое более медленным линейным ростом — 4,1–4,5 мм/сут., полностью охватывая питательный субстрат лишь на 9–10 сутки.

Споропродуцирующая способность отобранных штаммов *P. gigantea* на агаризованной среде значительно различалась: с 1 см² поверхности образовывалось от 0,18 до 45,75 миллионов спор.

Наибольшее количество оидий формировали штаммы PG 10. 8. 3, PG 10. 7. 1, PG 10. 6. 2, PG 11. 16. 2 и PG 11. 3. 1. Интенсивность их спорообразования составила 23,94–45,75 млн. спор с 1 см² поверхности колонии (выше среднего значения на 121–322% и на 21–131% выше интенсивности спорообразования штамма Rotstop).

При совместном выращивании в чистой культуре было подтверждено, что все штаммы *P. gigantea* обладают антагонистической способностью по отношению к корневой губке и способны не только подавлять рост фитопатогена, но и интенсивно нарастать на его мицелий. Взаимодействие колоний антагониста и патогена носило разнообразный характер. Уже на 6-е сутки практически во всех совместных культурах рост мицелия корневой губки прекращался, а в некоторых случаях наблюдалось нарастание *P. gigantea* на колонии патогена. Скорость нарастания составляла от 0,16 до 1,0 мм/сут. в зависимости от варианта. На 22-е сутки рост колоний прекратился, а ширина зоны нарастания колебалась от 3,56 до 16,83 мм. Наилучшие антагонистические свойства проявили штаммы PG 10. 10. 2, PG 10. 8. 3, PG 11. 15. 1, PG 11. 15. 3 и PG 11. 4. 2. Скорость нарастания данных штаммов на колонию патогена превышала среднее значение на 45–82% и составила 0,8–1,0 мм/сут., а ширина зоны нарастания — 13,72–16,83 мм. Скорость роста штаммов Rotstop и Pg-POSZWALD поверх мицелия корневой губки составила 0,81 и 1,02 мм/сут. соответственно, ширина зоны нарастания — 15,33 и 16,67 мм, что свидетельствует о высокой антагонистической способности отобранных белорусских штаммов. Н. Sun с соавторами (2009) отметили также разницу в скорости нарастания *P. gigantea* в зависимости от вида корневой губки. Так, на колонии *H. parvirogum* европейские штаммы антагониста нарастали в среднем со скоростью 1,7 мм/сут., а на колонии *H. annosum* — 1,2 мм/сут.

В результате проведенных лабораторных испытаний из 46 местных штаммов *P. gigantea* было отобрано 7, обладающих наилучшими антагонистическими свойствами: PG 10. 6. 2, PG 10. 7. 1, PG 10. 8. 3, PG 10. 10. 2, PG 11. 3. 1, PG 11. 5. 1, PG 11. 13. 1. С целью дальнейшего поиска подходящего агента биозащиты была изучена их способность колонизировать сосновую древесину пней в естественных условиях. Для этого было заложено 3 постоянные пробные площади в Центральном лесничестве Негорельского учебно-опытного лесхоза. После проведения рубок ухода на опытных участках поверхности пней были обработаны суспензией спор исследуемых штаммов *P. gigantea* (концентрацией 10 млн. КОЕ/л) различными способами: с последующим прикрытием пней мхом или лесной подстилкой, выпиленными из

пней дисками толщиной 2–5 см, а также — без прикрытия пней. Приживаемость антагониста учитывалась спустя 6–12 месяцев по наличию на обработанном древесном субстрате типичных распростертых плодовых тел гриба.

Результаты проведенного пересчета показали, что все испытанные штаммы *P. gigantea* способны колонизировать древесный субстрат в естественных условиях. Было установлено, что степень заселенности пней сосны зависит от индивидуальных особенностей применяемого штамма, а также от способа обработки. Наилучшей приживаемостью на пнях обладали штаммы PG 10. 10. 2 (заселено от 76,0 до 92,6%, в среднем 82,1% пней) и PG 10. 8. 3 (заселено от 55,6 до 84,6%, в среднем 74,4% пней). При этом наиболее результативной оказалась обработка свежих пней с прикрытием их поверхностей дисками (в среднем колонизировано 86,7% пней). Однако более простой способ — без при-

крытия, не требующий дополнительных временных затрат, также является достаточно эффективным (средняя заселенность пней составила 81,6%).

Таким образом, штаммы PG 10. 10. 2 и PG 10. 8. 3 по своим антагонистическим свойствам не уступают зарубежным аналогам и могут быть отобраны для дальнейшей разработки биологического препарата. В настоящий момент ведутся поиски наиболее технологичного способа накопления оидий *P. gigantea* различными методами: на твердой агаризованной среде, глубинным культивированием в жидкой среде, на твердой сыпучей среде. Несомненно, применение биологического препарата в сочетании с проводимыми лесоводственными и лесозащитными мероприятиями позволит снизить вредоносность хетеробазидиоза и уменьшить вызываемые болезнью потери в основных насаждениях Белоруссии.

Литература

- Билай В. И. Методы экспериментальной микологии. Киев, Наукова думка, 1982, 550 с.
- Звягинцев В. Б., Волченкова Г. А., Жданович С. А. Лесоводственные и лесозащитные мероприятия в пораженных корневой губкой сосновых насаждениях // Труды БГТУ, 2013, 1, с. 223–226.
- Полещук Ю. М. Распространенность, вредоносность корневой губки и обоснование мероприятий по защите хвойных насаждений БССР от патогена // Дис.... д-ра с.-х. наук. Минск, 1987, 378 с.
- Разработать систему лесозащитных мероприятий по борьбе с вредными насекомыми и грибными болезнями в сосновых насаждениях БССР: отчет о НИР (заключ.) / БТИ им. С. М. Кирова, рук. темы Н. И. Федоров, Минск, 1980, с. 16–45, №ГР 76010525.
- Sun H., Korhonen K., Hantula J., Kasanen R. Variation in properties of *Phlebiopsis gigantea* related to biocontrol against infection by *Heterobasidion* spp. in Norway spruce stumps // Forest Pathology, 2009, 39, p. 133–144.
- Woodward et al. *Heterobasidion annosum: ecology, biology, impact and control*. Cambridge, University Press, 1998, 589 p.

SCREENING OF PHLEBIOPSIS GIGANTEA STRAINS FOR DEVELOPMENT OF A BIOLOGICAL PREPARATION TO CONTROL ANNOSUM ROOT ROT

Volchenkova G. A., Zvyagintsev V. B.
Belarusian State Technological University,
Minsk, Belarus, volga_86@inbox.ru

Bioutilization of nutrient substratum of root rot causing agents is possible by artificial colonization of stumps and roots with wood-decaying fungi. Saprotrophic fungus *Phlebiopsis gigantea* is the most effective biocontrol agent. As a result of investigation of growth rate, spore production intensity and antagonistic activity of 46 native strains of antagonist we selected 7 strains for further study of their capability for colonization of pine wood in vivo. 2 strains showed the best results in all screening tests and were selected for development of biological preparation.

Key words: *Heterobasidion* spp., *Phlebiopsis gigantea*, antagonism, biological preparation.

ЭНТОМОПАТОГЕННЫЙ ГРИБ *CORDYCEPS MILITARIS* И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ХВОЕГРЫЗУЩИХ ВРЕДИТЕЛЕЙ СОСНЫ

Гедминас А., Линикене Ю., Багджюнайте А., Менкис А., Марчюлинас А.

*Институт леса Центра аграрных и лесных наук,
Каунас, Литва, m.apsauga@mi.lt*

Исследование проводилось в 2009–2013 гг. в сосняках Южной Литвы. Целью нашей работы было исследовать энтомопатогенный гриб *Cordyceps militaris* и его влияние на зимующую лепидоптерофану. Во время исследования установлено, что распространение энтомопатогена *C. militaris* в подстилке сосняков имеет прямую зависимость от численности объекта питания, насекомого-хозяина, гусениц соснового шелкопряда (*Dendrolimus pini*). Зимующие гусеницы соснового шелкопряда составили 98% всех пораженных грибом насекомых. Численность *C. militaris* в сосняках Южной Литвы (не в зоне очагов соснового шелкопряда) составляла 1–8%, а в очагах (в лесах Варены) — 17–59% от всех обнаруженных в лесной подстилке зимующих насекомых. Плодовые тела исследуемого гриба в массе формировались только на 3 году возникновения очага соснового шелкопряда и составляли 21% от всех зараженных грибом гусениц. Гусеницы соснового шелкопряда, идущие на зимовку, поражаются грибом *C. militaris* двумя способами: гифами и спорами, или их сегментами.

Ключевые слова: энтомопатогенный гриб, *Cordyceps militaris*, *Dendrolimus pini*, сосняки.

В сосновых лесах Южной Литвы периодически формируются очаги массовых повреждений хвоегрызущими вредителями. В основном, это очаги сосновой совки (*Panolis flammea* Schiff.), соснового шелкопряда (*Dendrolimus pini* L.), монашенки (*Lymantria monacha* L.), обыкновенного соснового пилильщика (*Diprion pini* L.). Большинство из них, на разных стадиях развития, зимуют в лесной подстилке, где созданы прекрасные условия для обитания энтомофагов. Энтомофаги объединяют большую группу различных форм жизни, а именно: бактерии, вирусы, грибы, беспозвоночные, позвоночные, растения и другие. Целью нашей работы было исследовать энтомопатогенный гриб *Cordyceps militaris* Link. и его влияние на зимующую лепидоптерофану.

Работа выполняется в рамках проекта Всеобщая дотация (№ VP1-3. 1-ŠMM-07-K-02-001) «Экология взаимной связи между массово повреждающими деревья насекомыми и с ними связанными микроорганизмами в контексте изменения климата» (Ecological interactions between massively tree-devastating insects and associated microorganisms in the context of climate change). Материал для исследования собирали в 2009–2013 гг. в южной части Литвы, в лесхозах Валкининкай, Варена, Друскининкай и Вейсейя. Осенью (октябрь) и весной (май) производили учет и сбор пораженных грибом *C. militaris* насекомых методом учетных площадок.

Рода *Cordyceps* насчитывает 300–500 видов, из которых большая часть — патогены насекомых (Kobayasi, 1982; Hodge et al., 1998; Nywel-Jones, 2002). Классификация грибов *Cordyceps* сложная и большинство видов разделяются на группы по

следующим признакам: хозяин, на котором паразитирует гриб (Tulasne, 1865); тип размещения перитециев в строме (Saccardo, 1883; Schroeter, 1893); расчленение споры на сегменты (Moureau, 1949).

Гриб в основном заражает личинки и куколки бабочек (Lepidoptera), но может также инфицировать и жуков (Coleoptera), перепончатокрылых (Hymenoptera), двукрылых (Diptera). А. И. Ильинский и И. В. Тропина (1965) утверждали, что этот гриб является энтомопатогеном соснового шелкопряда. А. Гедминас с соавторами (Gedminas, 1997; Gedminas, 2000; Gedminas и др., 2000) подтвердили эффективность гриба *C. militaris* при снижении популяции хвоегрызущих вредителей.

Благоприятным условием для начала исследования была возникшая в 2009 г. вспышка численности соснового шелкопряда, которая продолжается и сейчас. В 2010 г. этим вредителем были повреждены сосняки на территории 4600 га в лесхозе Варена. Очаги были подавлены при помощи авиационных опрыскиваний пораженных сосняков бактериальным препаратом Foray 76B. Оставшиеся живые гусеницы соснового шелкопряда послужили хорошим субстратом для и так увеличивающейся популяции энтомопатогена *C. militaris*.

Последние исследования 2012–2013 гг. обобщили фенологические и биологические особенности развития гриба *C. militaris* в условиях Литвы. Энтомопатогенный гриб имеет годовой цикл развития. Установлено что развитие происходит поэтапно (пример на гусенице соснового шелкопряда):

- инфицирование гусеницы может происходить двумя способами, когда гусеница, идя на зимов-

ку (октябрь, ноябрь) в подстилку, контактирует со спорами гриба или с гифами гриба уже зараженного насекомого;

- на 2–5 день после заражения гусеница становится пассивной, но еще реагирует на внешнюю стимуляцию;
- на 5–10 день после заражения гусеница мумифицируется (погибает), тело становится твердым;
- далее — мицелиальная стадия гриба (продолжительность 11 месяцев) — гусеница покрывается белым налетом (зима, лето), который впоследствии желтеет (осень);
- оранжевые стромы с перитециями появляются поздно осенью, споры гриба разлетаются и попадают на лесную подстилку перед миграцией гусениц на зимовку.

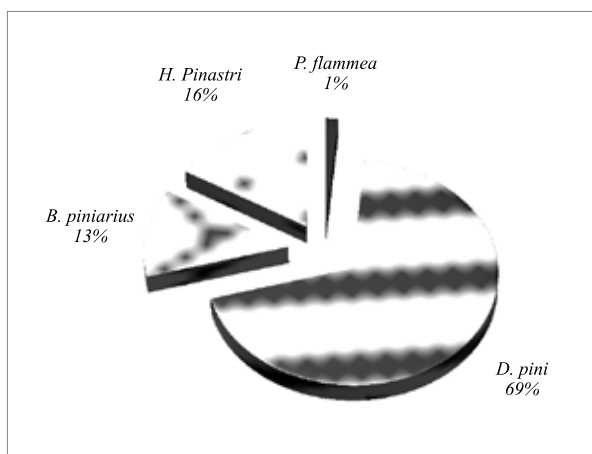


Рис. 1. Состав зимующих в подстилке хвоегрызущих насекомых в очаге соснового шелкопряда (Варена)

Fig. 1. Species composition of defoliating insect pests hibernating in forest litter in outbreak of *Dendrolimus pini* (Varena)

Размер и число стром зависит от величины инфицированного насекомого. Если гусеница соснового шелкопряда V–VI возраста (5–10 см), то строма будет одна и большая. Согласно литературным источникам зафиксированы стромы *C. militaris*

от 0,8 см до 7 см длины (Евлахова, 1974), нам же удалось найти строма 13 см длины. Также длину стромы может определять толщина подстилки.

Исследования *C. militaris* в 2012 г. показали, что популяция гриба в бывших очагах (2009–2011 гг.) соснового шелкопряда, достигла максимума только через 3 года, а плодовые тела формировались на 21% зараженных грибом гусениц. Осенью этого года наблюдались многочисленные появления стром с перитециями на подстилке леса.

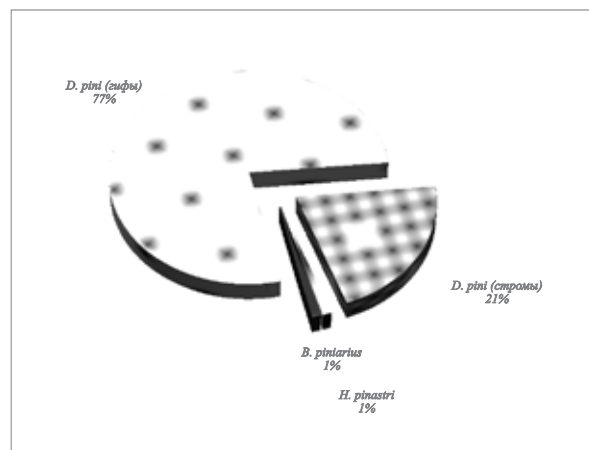


Рис. 2. Состав насекомых инфицированных грибом *C. militaris* (Варена)

Figure 2. Species composition of insects infected by the fungus *C. militaris* (Varena)

Распространение энтомопатогена *C. militaris* в подстилке сосняков имеет прямую зависимость от численности объекта питания, насекомого-хозяина, гусениц соснового шелкопряда. Зимующие гусеницы соснового шелкопряда в 2012 г. составили 98% всех грибом пораженных насекомых, а численность *C. militaris* в сосняках Южной Литвы (не в зоне очагов соснового шелкопряда) составляла только 1–8%, а в очагах (в лесах Варены) — 17–59% от всех обнаруженных в лесной подстилке зимующих насекомых.

Литература

- Евлахова А. А. Энтомопатогенные грибы. Ленинград, 1974, 257 с.
- Ильинский А. И., Тропина И. В. Надзор, учет и прогноз массовых размножений хвое-листогрызущих насекомых в лесах СССР. Лесная промышленность. М., 1965, 525 с.
- Gedminas A. *Cordyceps militaris* Link. — fungus, parasitizing moths, forest pests // Development of Environmentally Friendly Plant Protection in the Baltic Region, Tartu, Estonia, 28-29 September, 2000, p. 38–39.
- Gedminas A. *Karingosios grūdmenės (Cordyceps militaris Link.) gausumo padidėjimas pušinio verpiko (Dendrolimus pini L.) invazijos apimtuoje pušynuose* // Konferencijos «Lietuvos bioįvairovė» medžiaga. Vilnius, 1997, p. 78.
- Gedminas A., Zolubas P., Žiogas A. *Cordyceps militaris (Link.) Link. in the outbreak of Dendrolimus pini L. in Lithuania* // IOBC Bulletin, 2000, 23(2), p. 193–196.
- Hywel-Jones N. L. *Multiples of eight in Cordyceps ascospores* // Mycological Researches. 2002, 106, p. 2-3.
- Hodge K. T., Humber R. A. and Wozniak C. A. *Cordyceps variabilis and the genus Syngliocladium* // Mycologia, 1998, 90, p. 743–753.
- Kobayasi Y. *Keys to the taxa of the genera Cordyceps and Torrubiella* // Transactions of the Mycological Society of

Japan, 1982, 23, p. 329–364.

Moureaux J. Cordyceps du Congo Belge. Men. Inst. Roy. Colon. Belge // Sect. Sci. nat. et med, 1949, 7, fasc. 5. Bruxelles.

Saccardo P. Sylloge fungorum. 1883, v. II, 572 p.

Schroeter J. 1893-1908. Die Pilze Schlesiens. Cohn-s Kryptogamen — Flora von Schlesien. 3 (2), 597 p.

Tulasne L. R. Selecta Fungorum. Carpologia. 1865, 3, 221 p.

THE IMPACT OF ENTOMOPATHOGENIC FUNGUS CORDYCEPS MILITARIS ON PINE DEFOLIATING INSECT PESTS

Gedminas A., Lynikiene J., Bagdziunaite A., Menkis A., Marciulynas A.

*Institute of Forestry, Lithuanian Research Centre for Agriculture and Forestry,
Kaunas, Lithuania, m. apsauga@mi. It*

The studies were carried out in the pine stands in South Lithuania in 2009–2013. The aim of the study was to investigate the effect of the entomopathogenic fungus *Cordyceps militaris* on the hibernating fauna of Lepidoptera species. It was estimated that distribution of entomopathogen *C. militaris* in forest litter depends on eating facilities — insect hosts — the pine moth abundance and 98% insects damaged by fungus were caterpillars of pine moth; the abundance of *C. militaris* in the outbreaks (Var na forest) of pine needle-eating insects was 17–59% of all insects hibernating in forest litter and the abundance in not damaged pine stands ranged from 1 to 8%. A massive formation of fungus fruitbodies started at the third year of outbreak formation and comprised 21% of all caterpillars infected by fungus. The caterpillars hibernating in forest litter can be infected by *C. militaris* in two ways: by hyphae or by spores and its segments.

Key words: entomopathogenic fungus, Cordyceps militaris, Dendrolimus pini, pine stands.

ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Горденко В. И., Мухина М. Ю.

*Нижегородская лаборатория ВИЗР Россельхозакадемии,
Нижний Новгород, Россия, Muhina2519@yadex.ru*

Приведены результаты фитопатологического мониторинга зерновых культур (маршрутные обследования посевов, лабораторные анализы собранных образцов, фитоэкспертиза семян) в Нижегородской области. Получены достоверные данные о пораженности семян и растений основными болезнями и сдвигами в комплексе вредных видов региона, выявлены новые для области патогенные факторы.

Ключевые слова: зерновые, мониторинг, болезни, распространенность, фитопатогены.

Нижегородская область, один из крупных регионов Центрального Нечерноземья, простирается на 400 км с севера на юг, на 300 км с запада на восток, и разделена рекой Волгой на 2 части, сильно различающихся по почвенно-климатическим и хозяйственно-экономическим условиям. В связи с разнообразием природных и хозяйственных факторов в области выделяется 7 агрономических районов, обладающих, в частности, своими фитосанитарными особенностями.

Во главе угла развития продовольственного сектора региона стоит производство зерна и его

качество. В Нижегородской области защита зерновых от вредителей, болезней и сорняков обеспечивает в среднем 10–12%-ную прибавку урожая зерна. Мониторинг фитосанитарного состояния семян и посевов зерновых культур имеет основополагающее значение для успешного проведения защитных мероприятий.

На зерновых культурах в Центральной части Нижегородской области в последние 10–15 лет наблюдается относительная стабилизация хозяйственного значения вредителей (за исключением трипсов), некоторый рост вредоносности

ряда болезней и значительный — вредоносности сорняков. Обзорный список болезней сельскохозяйственных, в том числе и зерновых, культур был опубликован еще в 1986 году; с тех пор произошли значительные изменения в большинстве составляющих сельскохозяйственного производства (в том числе климатических факторов).

Наиболее распространенными и вредоносными заболеваниями зерновых культур в настоящее время являются: снежная плесень озимых, корневые гнили (главным образом, фузариозная и гельминтоспориозная, в меньшей степени — офиоболезная), бурая листовая ржавчина, гельминтоспориозные листовые пятнистости, а также пыльная головня ячменя. Мучнистая роса ежегодно поражает посевы пшеницы, однако чаще в первой половине вегетации и в нижних ярусах листьев. Септориоз поражает пшеницу реже, но бывает более вредоносным; вспышки отмечаются 1 раз в 3–5 лет, наблюдается тенденция к их учащению. Болезни колоса (спорынья, фузариоз,

оливковая плесень) выявляются практически ежегодно с интенсивностью развития ниже пороговой, однако частота проявления и вредоносность оливковой плесени колосьев пшеницы, преимущественно озимой, заметно нарастают. Другие виды ржавчины (стеблевая, желтая, корончатая, карликовая), ринхоспориоз, церкоспореллезная корневая гниль проявляются локально. Применение современных протравителей семян снимает остроту проблемы головневых заболеваний. Заболевания зерновых, вызываемые вирусами и нематодами, в области не имеют существенной распространенности и практического значения. В целом, ежегодные потери урожая зерна от комплекса заболеваний оцениваются в 10–15% и выше (вне эпифитотий).

По данным Нижегородского Россельхозцентра, в 2012 г. было обследовано 2174 тыс. га посевов зерновых культур, значительная часть которых оказалось в различной степени пораженной болезнями (табл. 1); в целом фитосанитарная ситуация

Таблица 1. Варианты и дозы препаратов, использованных в опыте, и график обработок

Заболевание	Пораженная площадь (% от обследованной)	Распространенность заболевания (%)	Развитие заболевания (%)
Снежная плесень	94	26 (5–96)	11 (1–35)
Тифулез	6	17 (6–37)	6 (1–22)
Склеротиниоз	7,5	12 (8–18)	9 (4–17)
Корневые гнили озимых яровых	80 74	33 (2–92) 13 (0,4–100)	12 (0,01–30) 3 (0,1–30)
Мучнистая роса озимых яровых	70 56	45 (2–100) 42 (1–100)	12 (0,1–43) 10 (0,1–33)
Бурая ржавчина озимых яровых	56 45	39 (1,5–100) 50 (1–100)	8 (0,01–35) 15 (0,1–40)
Септориоз листьев озимых яровых	78 64	35 (2–100) 38 (2–100)	10 (0,2–65) 9 (0,1–37)
Септориоз колоса озимых яровых	79 82	39 (1,5–70) 33 (0,9–74)	13 (1–24) 9 (0,1–23)
Гельминтоспориоз озимых яровой пшеницы ячменя	54 60 86	36 (0,5–100) 18 (2–73) 50 (6–100)	5 (0,01–20) 4 (0,1–30) 10 (1–50)
Ринхоспориоз озимых яровых	23 49	3,4 (3–5) 10 (2–25)	0,6 (0,1–2) 2,5 (0,1–5)
Фузариоз колоса озимых яровых	41 18	2,5 (0,1–5) 2 (0,1–12)	0,6 (0,01–6) 0,6 (0,01–1)
Оливковая плесень озимых яровых	78 62	29 (0,007–89) 10 (0,8–35)	39 (0,1–65) 10 (0,1–45)
Спорынья озимых яровых	40 14	6,5 (0,01–31) 9 (0,01–22)	1–4 скл./колос 1–2 скл./колос
Пыльная головня озимой пшеницы яровой пшеницы ячменя	1,1 12,8 22,4	0,1 2,4 (0,01–5) 1,7 (0,11–8)	— 0,02 —
Твердая головня озимой пшеницы яровой пшеницы ячменя	1,3 0 0,7	1,8 (0,6–2) 0 0,1	1 0 —

* пораженность культуры приводится по периоду летних учетов

была достаточно типичной для последних лет.

В Нижегородской области почти ежегодно отмечается значительная зараженность семян зерновых культур грибами: озимой ржи — 19–74%, озимой пшеницы — 23–80%, яровой пшеницы — 40–75%, ячменя — 50–97%, овса — 13–46%. Многолетняя работа сотрудников Нижегородской лаборатории ВИЗР позволила определить состав семенной микобиоты и ориентировочные пороги вредоносности основных ее компонентов. Видовой состав микобиоты достаточно стабилен; соотношение и вредоносность основных ее компонентов сильно варьируют в зависимости от года, места возделывания, сорта и уровня агротехники. В отдельные годы наблюдается поражение семян пшеницы «черным зародышем», вызываемым преимущественно грибами рода *Alternaria*.

В последние годы наблюдается проявление и локальная вредоносность патогенов, ранее не

регистрируемых в области на зерновых культурах, например, возбудителей корневой гнили (виды родов *Arphanomyces* и *Pythium*), поражения стеблей пшеницы и их прикорневой части (виды родов *Rhizoctonia*, *Gibellina*, *Phialophora* и др.), колоса и зерен ячменя (*Phialophora* sp.), листовых пятнистостей (*Ascochyta* sp. и др.). С каждым годом нарастает распространенность и вредоносность гельминтоспориозной и септориозной пятнистостей листьев пшеницы, бактериальных болезней зерновых культур, в том числе бактериальной семенной инфекции (в среднем поражается около 9% семян, максимально — до 49%), которая вызывает существенное снижение всхожести. Вследствие формирования в области новых фитопатогенных комплексов в ряде случаев снижается эффективность протравливания семян и других защитных мероприятий.

Литература

Алибекова М. Г., Санкина Е. М., Горденко В. И., Шухрина Т. М. Список болезней с. /хоз. культур и их возбудителей, распространенных в Горьковской области. //Защита с. /хоз. растений от вредителей, болезней и сорняков. Сб. научных трудов Горьковского СХИ. Горький, 1986, с. 4-19.

Защита зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков в Нижегородской области. Системный подход (Научно-практические рекомендации). Н. Новгород, 2005, 58 с.

Обзор фитосанитарного состояния посевов с. /хоз. культур в Нижегородской области в 2012 году, прогноз развития вредных объектов и меры борьбы с ними в 2013 году. Н. Новгород, филиал ФГБУ «Россельхозцентр», 2013, с. 24-35.

DISEASES OF SMALL GRAIN CEREALS IN NIZHNY NOVGOROD REGION

Gordenko V. I., Muhina M. Yu.

Laboratory of VIZR in Nizhny Novgorod region, Nizhny Novgorod, Russia, Muhina2519@yadex.ru

The results of the monitoring of diseases of small grain cereals (field survey of crops and laboratory analysis of collected plant samples) in the Nizhny Novgorod region are described. There are reliable data on infestation of seeds and plants by major diseases, on shifts in the complex of pathogenic species in the region, and on new pathogenic factors.

Kew words: small grain cereals, disease, incidence, severity, pathogens.

СЕТЧАТАЯ ПЯТНИСТОСТЬ ЯЧМЕНЯ В ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Горобей И. М.

Сибирский научно-исследовательский институт кормов Россельхозакадемии, г. Новосибирск, Россия, gorobey_i@mail.ru

В статье представлены результаты исследований сетчатой пятнистости листьев ячменя в условиях лесостепной зоны Западной Сибири. Приведены данные о размерах конидий сибирской

популяции возбудителя болезни — *Ryzenophora teres*. Описаны симптомы и особенности проявления, динамика болезни. Выявлена положительная достоверная корреляционная зависимость уровня развития заболевания от количества осадков в июле.

Ключевые слова: сетчатая пятнистость, ячмень, конидии, заболевание, распространенность, осадки.

На территории лесостепной зоны Западной Сибири — в Алтайском крае, Кемеровской области, а в последние годы и в Новосибирской области, ячмень часто поражается сетчатой пятнистостью (сетчатый гельминтоспориоз). Это заболевание широко распространено в посевах ярового ячменя и наиболее вредоносно в Центрально-Черноземной зоне РФ, Северо-Западном и Центральном районах Нечерноземной зоны, на Северном Кавказе, Южном Урале, Дальнем Востоке (Горноста́й, 1970; Афанасенко, 1978; Кушниренко, 1986; Диагностика основных грибных болезней ..., 2002). Возбудитель сетчатого гельминтоспориоза — гриб *Ryzenophora teres* Drechsler, анаморфа — *Drechslera teres* (Sacc.) Shoemaker, (син. *Helminthosporium hordei* Eidam, *Helminthosporium teres* Sacc.).

В наших исследованиях патоген поражал растения на всех стадиях их развития, от всходов до созревания. В фазы всходов и кущения заболевание проявлялось на кончиках листьев в виде пятен с сетчатым рисунком. Позднее, обычно в фазу колошения, на стеблевых листьях появлялись пятна с характерным сетчатым рисунком и желтым ореолом, приводящие к преждевременному усыханию листьев.

На пятнах развивалось конидиальное спороношение гриба. Конидии сибирской популяции гриба желтоватые, цилиндрические, были несколько тоньше, чем приводится в литературе: их размеры составляли 52,1–160,1 10–15,3 мкм, количество перегородок 3–9, чаще 5–7.

Сетчатый гельминтоспориоз ячменя выявлен нами в Новосибирской и Кемеровской областях, в Алтайском крае (Горобей, 1992). Развитие заболевания в Алтайском крае и Кемеровской области в 1988–1991 гг. составляло от 3,5 до 20%. По данным ФГУ «Российский сельскохозяйственный центр по Новосибирской области» за 2010 г. сетчатый гельминтоспориоз на территории Новосибирской области распространен на 4,5% посевов ячменя.

В условиях Новосибирской области сетчатый гельминтоспориоз, как показали наши исследования, в период с 1985 по 1992 гг. в производственных посевах практически отсутствовал. Сильное развитие заболевания (до 60% и более) отмечено в 1993 г., причиной чему послужили использование для посева семян, завезенных из европейской части РФ, в значительной степени зараженных возбудителем болезни (55%), а также благоприятные условия для распространения и развития патогена в течение вегетационного периода (обилие осадков и умеренно теплая погода). В последующие годы (1994–2000 гг.) развитие заболевания к фазе молочно-восковой спелости не превышало 1,5–3,4%, распространенность 29–68%. С 2007 по 2010 гг. сетчатый гельминтоспориоз в посевах ячменя отмечался нами ежегодно. Развитие заболевания в годы исследования составляло от 15 до 50%, распространенность 80–100%. Самый высокий уровень поражения растений выявлен в 2009 г., вегетационный период которого характеризовался умеренными температурами воздуха и обилием осадков в июне и июле.

Высокой интенсивности развития сетчатой пятнистости способствовали умеренные температуры и повышенная влажность воздуха. В результате исследований нами выявлена положительная достоверная корреляционная зависимость уровня развития заболевания от количества осадков в июле ($r = 0,82 \pm 0,23$).

Как показали наши исследования, возделывание в настоящее время новых сортов ячменя, восприимчивых к заболеванию, и отсутствие таких профилактических защитных мероприятий как предпосевное обеззараживание семенного материала, может привести к угрозе возникновения эпифитотий и увеличению вредоносности сетчатого гельминтоспориоза в условиях лесостепной зоны Западной Сибири.

Литература

- Афанасенко О. С. Изучение структуры популяций возбудителя сетчатой пятнистости ячменя по признаку вирулентности в связи с селекцией устойчивых сортов: автореф. дис... к. б. н. Л., 1978, 20 с.
- Горноста́й В. И. *Drechslera* на злаках Приморского края // Микология и фитопатология. 1970, т. 4, вып. 1, с. 69–73.
- Горобей И. М. Болезни ячменя в лесостепи Западной Сибири и обоснование мер борьбы с ними: автореф. дисс.... к. с.-х. н. Новосибирск, 1992, 16 с.

Диагностика основных грибных болезней зерновых культур / Т. И. Ишкова, Л. И. Берестецкая, Е. Л. Гасич и др. СПб., 2002, 76 с.

Кушниренко И. Ю. Экологические особенности возбудителя сетчатой пятнистости ячменя // Почвенно-агрохимические проблемы земледелия на Урале. Свердловск, 1986, 82 с.

NET BLOTCH OF BARLEY IN THE FOREST-STEPPE ZONE OF WESTERN SIBERIA

Gorobey I. M.

*Siberian Research Institute of Fodder Crops,
Novosibirsk, Russia, gorobey_i@mail.ru*

Results of research on the net blotch of barley leaves in the forest-steppe zone of Western Siberia are presented. The size of conidia of Siberian population of *Pyrenophora teres* Drechsler was measured. The description of symptoms and dynamics of the disease were described. A positive correlation between development of the disease and the precipitation in July was revealed.

Key words: net blotch, barley, conidia, disease, precipitation.

ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ КУЛЬТУР КЕДРА КОРЕЙСКОГО НА ЮГЕ ХАБАРОВСКОГО КРАЯ

Донских Н. Д.¹, Пашенова Н. В.²

¹ ФГБУ «Большехецирский» заповедник, Хабаровск, Россия, nataliyadonskih@mail.ru

² ФГБУН Институт леса им. В. Н. Сукачева, РАН, Красноярск, Россия

Приведены данные оценки фитопатологического состояния вегетативных культур кедра корейского на вырубках, прививочных плантациях, под пологом смешанного древостоя в хвойно-широколиственных лесах юга Хабаровского края. Наиболее часто встречались болезни хвои и побегов, специфичные для молодых растений, и корневая гниль, вызванная грибами *Armillaria mellea* s. l. Причинами ослабленного состояния растений и высокого уровня заболеваемости на прививочных плантациях являются плохие почвенные условия и недостаточный уход за культурами. Посадки кедра на вырубках и под пологом древостоя нуждаются в дополнительном исследовании.

Ключевые слова: кедр корейский, Дальний Восток, фитопатогены.

Сосна корейская (кедр корейский) — *Pinus koreiensis* Siebold et Zuss. является источником ценной древесины и основной лесообразующей породой кедрово-широколиственных лесов (КШЛ) Дальневосточного региона, занимающих площадь 2 922 млн га. Несмотря на достаточное естественное возобновление, в Хабаровском крае ведутся работы по искусственному возобновлению кедра, которые позволяют осуществлять селекцию по фенотипу на быстроту роста и продуктивность древесины, на раннюю и стабильно высокую урожайность орехов (Никитенко, Гуль, 2009). Искусственные посадки кедра корейского (насаждения до 40 лет) невелики и составляют не более 7,6% от КШЛ Хабаровского края (Лесной план ..., 2008).

Сведения о заболеваемости кедра корейского в культурах весьма малочисленны и относятся к периоду 60-80-х годов прошлого века, когда начались работы по искусственному восстановлению кедровых лесов (1965-1975 гг.). Целенаправленных исследований по изучению болезней лесных культур и молодняков в Хабаровском крае не проводилось в последние 40 лет. Недавние рекогносцировочные исследования показали, что искусственные посадки кедра страдают от комплекса заболеваний. Наименее изученным является фитопатологическое состояние подроста культур кедра под пологом и на вырубках. В связи с этим, цель наших исследований заключалась в изучении фитопатологического состояния искусственных посадок кедра на юге Хабаровского края.

В 2011-2012 годах были обследованы посадки культур кедр корейского разных возрастов. Обследованиями охвачен подрост под пологом леса и на вырубках, а также вегетативные плантации; всего на 7 пробных площадях в хвойно-широколиственных лесах на территории Лесопаркового участка лесничества Хехцирского филиала Хабаровского лесничества. Маршрутные рекогносцировочные обследования сочетались с более детальным осмотром отдельных пробных площадей. Всего было проанализировано 500 растений кедр корейского в возрасте 5-10 и 20-25 лет. Учитывали состояние деревьев: диаметр корневой шейки, природу, признаки заболеваний, заселенность вредителями, наличие побегов с усохшей и бурой хвоей, количество усохших растений. Оценку степени повреждения растений на участках выполняли по рекомендованным методикам (Наставление..., 1997).

Образцы растений с признаками наиболее типичных заболеваний отбирались для микологического анализа в лабораторных условиях. Изолирование патогенов корневой гнили осуществляли из разных мест нижней части стволика и из корней (Клейн, 1974). Для изолирования и культивирования грибов использовали среды — Чапека, картофельно-глюкозный агар, сусло-агар (2° по Баллингу).

Растения на обследуемых участках характеризовались средней (10–30%) и сильной (более 30%) степенью поражения (табл.).

При обследовании пробных площадей разных типов посадок было выявлено, что наиболее часто в искусственных посадках кедр корейского встречались следующие заболевания: шютте (возбудители — *Lophodermium seeditiosum* Mint., Stal., Mill. и *L. pinastri* Chev.), побеговый рак (*Scleroderris lagerbergii* Gremm., анаморфа — *Brunchorstia pinea* (Karst.) Hohn.), ценангиевый некроз (*Cenangium abietis* (Pers) Duby.), ржавчинный рак (*Cronartium ribicola* Ditr.). Представителей рода *Lophodermium* обнаруживали во всех посадках, но было отмечено, что *L. seeditiosum* преобладал на растениях в возрасте 4-11 лет, а *L. pinastri* — 20-25 лет, оба вида встречались на растениях в возрасте 8-9 лет. На всех обследованных участках присутствовала корневая гниль, вызванная опенком осенним. Встречаемость грибов комплекса *A. mellea* на усохших растениях варьировала от 6 до 31% (табл.).

На прививочных плантациях на корнях погибших растений, кроме болезней грибного происхождения, найдены признаки бактериального поражения и присутствия нематод. Об ослабленности растений свидетельствовали повреждения хвои сосущими насекомыми, преимущественно сибирским хермесом *Pineus cembrae* Chol. (от 15 до 40%). Ослабленность растений и снижение их устойчивости к заболеваниям имели неодинаковые причины в разных типах посадок. В архивах клонов, школе и маточной плантации прививочных кедров распространению заболеваний спо-

Таблица. Характеристика фитопатологического состояния культур кедр корейского на пробных площадях (по данным 2012 г.)

Table. The plant diseases of the Korean cedar on the observed plots (2012)

Типы посадок	Возраст, лет	Обнаруженные заболевания	Встречаемость больных и погибших растений, (%)		
			ослабленных	погибших	всего
Архивы клонов, школа	4-5	Шютте (комплекс) Язвенный рак Корневая гниль (опенок) Фитонематоды	17	31	48
Архивы клонов	7-8	Шютте Побеговый рак Опенок	25	6	31
Маточная плантация прививочных кедров	8-9	Шютте (комплекс) Побеговый рак Ценангиевый некроз Опенок	25	14	39
Посадки культур кедр на вырубке, «Русско-японский лес»	6-10	Шютте (комплекс) Опенок	20	11	31
Реконструктивные посадки коридорного типа культур кедр	10-11	Шютте (комплекс) Опенок	14	6	20
Вегетативные посадки	20-25	Шютте Некроз побегов (диплодиоз) Ржавчинный рак Опенок	37	4	41

собствовали плохие почвенные условия — мелкие тяжело-глинистые почвы, с недостаточной дренированностью и периодическим переувлажнением. Все пробные площади, контактирующие с естественными лесными массивами (культуры на вырубке «Русско-японский лес», реконструктивные посадки коридорного типа, вегетативные посадки), характеризовались благоприятными почвенно-гидрологическими условиями, и причины снижения устойчивости растений в данном случае не выявлены однозначно. Нельзя исключить, что в данном случае сказывается отсутствие мер агротехнического ухода. Кроме того, на эти участки может мигрировать инфекция из соседствующих древостоев. Так, например, Л. В. Любарский (1975) отмечал высокую (до 80%) пораженность опенком естественных древостоев в Хабаровском крае. В этой связи показательны посадки кедр на

участке «Русско-японский лес», оказавшиеся в соседстве с гниющими пнями на месте санитарной рубки. В литературе имеются сведения о возможности перехода опенка осеннего с разрушающихся пней на «...естественно возобновляемые или создаваемые лесные культуры» (Федоров, 1984).

Таким образом, выполненные исследования показали, что искусственные посадки кедр корейского в Хабаровском крае подвержены заболеваниям хвои, побегов, а также корневым гнилям (комплекс грибов *A. mellea*). Степень поражения посадок варьирует от средней до сильной. В прививочных плантациях усиление заболеваний способствуют плохие почвенно-гидрологические условия. Причины высокой пораженности заболеваниями культур кедр корейского в естественных лесах нуждаются в дополнительном исследовании.

Литература

Клейн Р. М., Клейн Д. Т. Методы исследования растений. Перев с англ. В. И. Мельгунова. Издат. «Колос», 1974, 527 с.

Лесной план Хабаровского края на 2008-2018 гг. (на 01. 01. 2008). Книга 1. ОАО «Дальлеспроект», ВНИИЛМ, ДальНИИЛХ. Хабаровск, 2008, 328 с.

Любарский Л. В. Дереворазрушающие грибы Дальнего Востока. Издательство «Наука» Сибирское отделение. Новосибирск, 1975, 160 с.

Наставление по защите лесных культур и молодняков от вредных насекомых и болезней. М., 1997, 108 с.

Никитенко Е. А., Гуль Л. П. и др. Проблемы управления зелеными насаждениями в Хабаровске. Матер. Четвертой городской науч.-практ. Конференции, Хабаровск, 25 нояб. 2009 г. Под общ. ред. Н. В. Выводцева. Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. Гос. ун-та, 2000, с. 81–84.

Федоров Н. И. Корневые гнили хвойных пород. М.: Лесн. пром., 1984, 160 с.

PLANT DISEASES OF THE KOREAN CEDAR ON THE SOUTH OF KHABAROVSKI KRAI

Donskikh N. D. ¹, Pashenova N. V. ²

¹ FGBU «State nature zapovednik «Bolshekhkhtsirski», Khabarovsk, Russia, nataliyadonskih@mail.ru

² Sukachev Institute of Forest of the Russian Academy of Sciences, Krasnoyarsk, Russia

The diseases of the Korean cedar which it was growing on clearings, vaccination plantations and under a canopy of mixed stand in the coniferous-deciduous forests on the south Khabarovski krai are demonstrated. The most common diseases of pine needles, shoots and roots that are specific to young plants are caused by *Armillaria mellea* s. l. The reasons for susceptibility of the plants are poor soil and management conditions.

Key words: Korean cedar, Far East, diseases, plant pathogens.

ЗАКОН ГОМОЛОГИЧЕСКИХ РЯДОВ И ЕГО ПРИМЕНИМОСТЬ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ НИЗШИХ ЭУКАРИОТ

Дьяков Ю. Т., Сидорова И. И.

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Биологический факультет, Ленинские горы, строение 1/12, Москва, 119991, Россия, yuridyakod@yahoo.com

В настоящей работе обобщены многолетние исследования морфологии, физиологии и биохимии многих организмов, а также использования методов геносистематики и молекулярной филогении, позволяющих пересмотреть основные положения закона гомологических рядов.

Ключевые слова: грибы, мутационная изменчивость, закон гомологических рядов.

В 1920 г. на 3-м Всероссийском селекционном съезде в Саратове Н. И. Вавилов сделал доклад, названный «Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости», в более полном виде опубликованный в 1935 г (Вавилов, 1935). Суть закона гомологических рядов (ЗГР) заключается в следующем: родственные виды, благодаря сходству генотипов, обладают сходными каналами наследственной изменчивости. Наличие у них общих генов, влияющих на проявление морфологических, физиологических и биохимических признаков, обеспечивает и параллелизм в фенотипическом проявлении мутационных изменений этих генов. По мере филогенетического удаления сравниваемых организмов параллелизм наследственной изменчивости становится все менее полным. Для доказательства всеобщности закона параллельной изменчивости Н. И. Вавилов привел результаты анализа огромного материала по изменчивости высших растений, но указал также на подобные факты у разных таксонов животных, грибов и водорослей. О двух последних группах будет идти речь в дальнейшем.

В 1922 году А. А. Ячевский опубликовал статью, в которой представил материалы о том, как работает ЗГР в микологии и, в частности, в систематике грибов. Он привел данные о параллельной эволюции жизненных циклов у ржавчинных грибов, параллелизме в окраске спор у разных родов Agaricales, морфологии спор низших водных грибов.

Однако многолетние исследования не только морфологии, но и физиологии, и биохимии многих организмов и, особенно, использование методов геносистематики и молекулярной филогении заставило пересмотреть основные положения закона гомологических рядов:

1. Группы филогенетически родственных видов часто не имеют морфологической гомологии.
2. Между группами филогенетически отдаленных видов часто наблюдается морфологическая и биохимическая гомология и параллельные направления эволюции.

Как писал крупнейший альголог Ф. Фрич: «Во многих случаях только тщательное изучение структуры клеток или репродуктивных органов позволяет распознать совершенно неродственные формы, внешний вид которых при этом практически идентичен. История таксономии водорослей полна примеров, когда, не учитывая этот факт, группировали вместе виды, принадлежащие разным классам... Имея в виду очевидность этого примечательного параллелизма, вряд ли можно сомневаться, что эволюция по сходным линиям во многих, если не во всех, сериях водорослей... Не следует, однако, предполагать, что все типы развились в каждом классе или, альтернативно, что все сохранились до наших дней» (Fritsch, 1965, с. 27).

То же самое выявляется при использовании для построения системы грибов не только морфологических признаков, но ультраструктуры, биохимических показателей и сходство в участках наследственных молекул.

В докладе обсуждаются возможные причины и механизмы параллельной эволюции неродственных таксонов и частые случаи отсутствия параллелизма у родственных.

1. Пространство логических возможностей (Заварзин, 1974).

По мнению Ю. А. Филипченко (1925) «В основе генетического полиморфизма... лежит обладание сходными или даже тождественными генами, в основе анатомического — одинаковые и притом сходно повторяющиеся возможности развития, имеющиеся в каждом органе. Возможностей развития у каждой дифференцированной части бывает не неопределенно большое число, а строго определенное и притом ограниченное количество, — понятно, что при развитии одинаково дифференцированной части в двух независимых рядах осуществляются именно эти возможности». Пространство логических возможностей осуществляет селекцию из возможного набора признаков именно тех, которые обеспечивают максимальную приспособленность. Это объясняет удивительные

параллелизмы в строении почвообитающих осмотрфов прокариотных актиномицетов и эукариотных грибов, фототрофов цианобактерий и зеленых водорослей, фаготрофов миксобактерий и акразиомицетов.

2. Канализованная изменчивость. Законы параллельной изменчивости, названные Л. С. Бергом (1922) номогенезом, выходят за рамки неопределенной изменчивости (тихогенеза) Дарвина и ожидают своего интерпретатора. По А. А. Любищеву формой номогенеза на низшем уровне является менделизм, т. е. закономерности комбинативной изменчивости, на следующем уровне — закон гомологических рядов Вавилова, а на еще более высоком — биохимическое предопределение (Мейен, Чайковский, 1982).
3. Горизонтальный перенос генов. Организмы, находящиеся в одном биотопе, способны обмениваться участками хромосом, отдельными генами или их частями. Это приводит к конвергентной эволюции генетически отдаленных таксонов. В докладе будут приведены примеры морфологического, физиологического и биохимического сходства между бактериями, грибами и псевдогрибами, вызванного горизонтальными переносами генов.
4. Наличие общих структурных и регуляторных генов (генов «домашнего хозяйства») сохранившихся в процессе длительной эволюции эукариот.

Литература

Берг Л. С. Номогенез. Тр. Геогр. института. 1922, 1, с. 1–306.

Вавилов Н. И. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости // Теоретические основы селекции растений. Сельхозгиз. 1935, 1, с. 75–128.

Заварзин Г. А. Фенотипическая систематика бактерий. М. Наука. 1974, 141 с.

Мейен С. В., Чайковский Ю. В. О работах А. А. Любищева по общим проблемкам биологии. В кн. «А. А. Любищев. Проблемы, формы, систематики и эволюции организмов». М. Наука, 1982, с. 5–23.

Филипченко Ю. А. О параллелизме в живой природе. Успехи экспериментальной биологии. № 3, 1925.

Ячевский А. А. Вавилов Н. И. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости // Материалы по микологии и фитопатологии России. 1922, 4, с. 100–104.

Fritsch F. *The Structure and Reproduction of the Algae* // Cambridge Univ. Press. 1965.

HOMOLOGOUS LINES LAW AND ITS USE IN CLASSIFICATION OF LOWER EUKARYOTES

Dyakov Yu. T., Sidorova I. I.

Moscow Lomonosov State University, Moscow, yuridyakov@yahoo.com

In the paper the investigations of the morphology, physiology and biochemistry of different organisms were summarized, as well as the use of methods of gene systematic and molecular phylogeny, which are allow to redefine the basic provisions of the law of homologous series.

Kew words: fungi, mutability, the law of homology series.

ИССЛЕДОВАНИЕ БИОТЫ ФИТОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ РОССИИ

Егорова Л. Н.

Биолого-почвенный институт ДВО РАН, Владивосток, Россия, egorova@ibss.dvo.ru

Рассмотрена история изучения биоты фитопатогенных грибов на территории российского Дальнего Востока, начиная с 1949 г. Приведены основные достижения лаборатории Низших растений Биолого-почвенного института ДВО РАН в познании микобиоты одного из крупнейших регионов России.

Ключевые слова: фитопатогенные грибы, микобиота, возбудители болезней растений.

Сведения о фитопатогенных грибах Дальнего Востока появились, в основном, в первой половине XX века в работах как отечественных (Траншель, 1914; Наумов, 1916; Ячевский, 1927; Любарский, 1934; Зилинг, 1936; Абрамов, 1938), так и зарубежных исследователей (Hiratsuka, 1929; Kawai, Otani, 1931; Lind, 1934). Несмотря на исключительно важную роль грибов — возбудителей болезней растений в экосистемах и хозяйственной деятельности человека, изучение их на Дальнем Востоке в тот период проводилось нерегулярно, часто попутно с высшими растениями. Ситуация усугублялась удаленностью от центральных регионов страны, труднодоступностью многих районов, отсутствием высококвалифицированных кадров.

С организацией в 1949 г. при Почвенно-ботаническом отделе Дальневосточного филиала СО АН СССР лаборатории Низших растений, вошедшей в дальнейшем в состав БПИ ДВО РАН, эти исследования приняли целенаправленный характер. Инициатор создания и первый руководитель лаборатории Любовь Николаевна Васильева, один из крупнейших российских микологов, талантливый педагог и организатор, считала исключительно важным проведение в регионе систематико-флористических и эколого-географических исследований грибов, водорослей, лишайников и мохообразных, чтобы перейти в дальнейшем к обобщению собранных материалов и составлению сводных работ. Объектом своих исследований Л. Н. Васильева выбрала агариковые грибы (Agaricales, Agaricomycetidae), имеющие большое значение в жизни леса. Ее работа завершилась выходом в свет монографии, не утратившей своего значения и в настоящее время (Васильева, 1973). Помимо того, Л. Н. Васильева взяла на себя труд по завершению многолетних исследований Л. В. Любарского по дереворазрушающим грибам региона (Любарский, Васильева, 1975).

С первых лет существования лаборатории началось активное изучение фитопатогенных грибов из различных систематических групп как возбудителей болезней растений — древесных и кустарниковых, сельскохозяйственных, плодово-ягодных, цветочно-декоративных, лекарственных и т. д. (Аблакатова, 1959, 1965; Нелен, Васильева, 1959; Бункина, 1960; Коваль, 1960, 1972; Нелен, 1961, 1966; Бункина и др., 1971; Азбукина, 1974; Нелен, Аблакатова, 1974; Булах, 1975; Жуковская, Егорова, 1976; Бункина, Назарова, 1978; Возбудители ..., 1980).

В 80-90-е годы начинается обобщение результатов проведенных исследований. Так, составлен «Определитель ржавчинных грибов Дальнего Востока», в котором, помимо ключей для определения, дана полная таксономическая характеристика 439 видов фитопатогенных грибов клас-

са Pucciniomycetes (Азбукина, 1984). Обобщены сведения о мучнисторосяных грибах (Erysiphales, Leotiomycetidae) региона, представленных 115 видами, обитающими на 578 видах растений из 40 семейств (Бункина, 1984). Подведены итоги изучения экологической группы почвенных грибов, включающей более 500 видов из разных систематических групп: Zygomycota, Ascomycota, Anamorphic fungi. Рассмотрена роль почвообитающих сапротрофных грибов в развитии болезней растений (Егорова, 1986). Составлены ключи для определения, описания симптомов заболевания и морфологии возбудителей болезней риса в Приморском крае. Указаны наиболее доступные мероприятия по борьбе с ними в поле и зернохранилищах (Егорова, Оксенюк, 1987). Опубликована первая сводка данных по пиреномицетным и аскококулярным грибам (Pyrenomycetes, Loculoascomycetes, Ascomycota) севера Дальнего Востока. На примере региональной микобиоты сделана попытка решить теоретические вопросы построения системы этой малоизученной группы сумчатых грибов (Васильева, 1987). Обобщены сведения об одной из важнейших групп паразитных грибов — головневых (Ustilaginomycetes) Дальнего Востока (Говорова, 1990).

Результаты многолетних планомерных исследований микобиоты региона обобщены в много-томной сводке «Низшие растения, грибы и мохообразные Дальнего Востока России» (1990–2005 гг.), содержащей сведения о грибах, в том числе фитопатогенных, одного из крупнейших регионов страны, расположенного на стыке североамериканской, восточноазиатской и евразийской флор. Информация, содержащаяся в сводке, представляет научную ценность как для отечественных, так и зарубежных специалистов, особенно из сопредельных стран Азиатско-Тихоокеанского региона — Китая, Кореи, Японии, США и Канады, так как очень многие виды грибов известны только на территории Дальнего Востока; ряд из них имеет ограниченную встречаемость в восточной Азии или в прибрежных районах Северной Пацифики. Первые 3 тома сводки это коллективные монографии, подготовленные сотрудниками БПИ ДВО РАН, БИН РАН, ДВГУ, Института ботаники им. Н. Г. Холодного АН УССР, Института микробиологии АН УССР, Института зоологии и ботаники АН ЭССР. Тома 4 и 5 — авторские монографии сотрудников лаборатории Низших растений — Л. Н. Васильевой (1998) и З. М. Азбукиной (2005).

Для последующих томов сводки проведен ряд исследований отдельных крупных таксонов и экологических групп криптогамной биоты. В частности, обобщены результаты изучения биоразнообразия дискомицетов, включая фитопатогенов,

(Leotiomycetes, Pezizomycetes, Neoelectromycetes, Orbiliomycetes) Юга Дальнего Востока, где выявлено 640 видов грибов из 180 родов (Богачева, 2009).

Подведены итоги изучения микобиоты цветочно-декоративных растений в коллекции Ботанического сада-института (БСИ) ДВО РАН, где выявлено более 340 видов грибов, половина из которых принадлежит к группе паразитных, более 100 видов — к группе патогенных сапротрофов. Установлена органотропная специализация микромицетов, обитающих на 243 видах растений из 153 родов, относящихся к 71 семейству. Выделены устойчивые к грибным болезням, или поражаемые в слабой степени, виды и сорта декоративных растений из родов *Callistephus*, *Chrysanthemum*, *Rhododendron* (Егорова, Павлюк, 2006; Егорова, Павлюк, Кокшеева, 2008). Изучено разнообразие биоты грибов, ассоциированных с декоративными растениями рода *Lonicera* (Caprifoliaceae), произрастающими в коллекции Сахалинского филиала БСИ, и природной флоры южного Сахалина (Егорова, Шейко, 2010). В результате проведенных исследований на 30 видах жимолостей обнаружено 28 видов грибов из 25 родов, половина из которых являются возбудителями пятнистостей листьев. Наиболее обширен круг растений-хозяев (16 видов жимолостей) у гифомицета (Hyphomycetes, Anamorphic fungi) *Glomopsis lonicerae* Donk, который был ранее известен только из Северной Америки, где зарегистрирован на 33 видах жимолостей в США и на *L. tatarica* — в Канаде.

По результатам многолетнего мониторинга микобиоты хвойных древесных пород российского Дальнего Востока обобщены сведения о структуре микоценозов, консортивно связанных с основными лесообразующими породами, в том числе на охраняемых природных территориях (Азбукина и др., 1986, 1989, 1998, 2002а, б, 2006; Богачева, 2005; Егорова и др., 2006; Бухарова, 2011). В результате проведенных исследований выявлено более 500 видов грибов из различных систематических групп (Ascomycota, Basidiomycota, Zygomycota, Anamorphic fungi), ассоциированных с хвойными древесными породами. Обнаружены ранее не известные на Дальнем Востоке и в России грибные патогены хвойных. Так, выявлено 5 новых для России видов рода *Lophodermium* (Ascomycota, Rhytismatales), поражающих сосны. Опровергнуто мнение о том, что в России хвою сосен поражает только один вид *L. pinastri* (Schrad.) Chevall. Доказано, что дальневосточные пятихвойные сосны поражаются такими видами, как *L. parasiticum* B. Z. He et D. Q. Yang, *L. pini-pumilae* Sawada, *L. pini-sibiricae* C. L. Hou et S. Q. Liu, тогда как *L. pinastri* встречается только в природных популяциях *Pinus sylvestris* в Амурской об-

ласти. В других областях и краях региона этот вид сосны поражается грибом *L. conigenum* (Brunaud) Hiltzer, а ее сеянцы — *L. seditiosum* Minter, Staley et Millar. Опадение хвои сибирских сосен вызывают *L. maximum* B. Z. He et D. Q. Yang и *L. pini-excelsae* S. Ahmad. Сильно поражает хвою пихты в регионе новый для России вид *Darkera abietis* H. S. Whitney, J. Reid et Piroz. (Rhytismatales), ранее известный из США и Канады. Впервые в России обнаружен также потенциально опасный патоген лиственниц — *Triphragmiopsis laricinum* (J. L. Chou) F. L. Tai (Basidiomycota, Pucciniomycetes). Выявлен комплекс почвенных грибов-возбудителей болезней сеянцев хвойных, представленный анаморфными грибами из родов *Fusarium*, *Clonostachys*, *Cylindrocarpus*, *Penicillium*, *Cylindrocladium*. Анализ проведенных исследований показал, что грибы играют определенную роль в комплексе причин массового усыхания темнохвойных лесов, выступая в качестве предрасполагающего или сопутствующего фактора. На фоне ежегодного сокращения площадей, занимаемых хвойными лесами на российском Дальнем Востоке и во всем Азиатско-Тихоокеанском регионе, получение подобных данных приобретает особую актуальность.

Результатом проведенных совместно с коллегами из КНР исследований микобиоты бассейна пограничной реки Уссури, включающей как охраняемые, так и антропогенно-нарушенные территории, явился уникальный по своему разнообразию (около 3 тысяч видов) аннотированный список грибов различных таксономических и эколого-трофических групп, в том числе и возбудителей болезней растений. Зарегистрирован целый ряд редких видов, ранее неизвестных в России, Китае и северо-восточной Азии. Прослежены их биогеографические связи в странах Азиатско-Тихоокеанского региона. Описано 10 новых для науки видов с изученной территории. Результаты исследований обобщены в коллективной монографии (Fungi..., 2011).

В последние годы в работах Л. Н. Васильевой активно обсуждаются биогеографические аспекты распространения некоторых фитопатогенных грибов, в частности пиреномицетов, встречающихся только на российском Дальнем Востоке, сопредельных территориях Северо-восточной Азии (паттерн Японского моря) или в прибрежных районах Северной Пацифики (дизъюнкция Аза Грея). Биогеографический подход к систематике грибов позволил описать целый ряд новых для науки родов и видов пиреномицетов по материалам, собранным в течение полевых исследований 1999-2010 гг. на территориях США, Китая, Кореи, Японии, Таиланда, выявить викарирующие виды, уточнить видовое разнообразие биоты пиреноми-

цетов российского Дальнего Востока и некоторых стран Азиатско-Тихоокеанского региона (Binion et al., 2008; Vasilyeva, Stephenson, 2010; Vasilyeva, 2011). По результатам проведенных исследований стала очевидна таксономическая самостоятельность ряда фитопатогенных грибов-пиреномицетов, распространенных на территории вокруг Японского моря: *Valsa mali* Miyabe et G. Yamada, вызывающего рак яблонь, *Siborgia shiraiana* (Henn.) Whetzel, вызывающего мумификацию ягод шелковицы, *Venturia nashicola* S. Tanaka et S. Yamam., вызывающего паршу китайских и японских груш, и др. Характерно, что на яблонях в регионе вокруг Японского моря, встречаются узко приуроченные не только фитопатогенные грибы, но и сапротрофные. Например, *Biscogniauxia mandshurica* Lar. N. Vassiljeva описан с территории российского Дальнего Востока и позднее обнаружен в Японии. Географический паттерн Японского моря подтвержден также исследованиями ржавчинных грибов: из 123 видов мелампсороидной группы, найденных по данным З. М. Азбукиной в России, более 40% приурочено к этому уникальному региону.

Таким образом, сотрудниками лаборатории Низших растений при активном участии коллег из других научных учреждений России и бывших союзных республик проведен обширный цикл детальных исследований по систематике, таксономии, экологии и географии грибов. Выявлено около 8 тыс. видов. Более 100 видов грибов описаны как новые для науки. Изучена микобиота в 16 дальневосточных заповедниках, в 3-х из них зарегистрировано более 1000 видов грибов: в Уссурийском — 1840 видов (в том числе 347 фитопатогенных), в заповеднике «Кедровая падь» — 1804 (332 фитопатогенных), в Лазовском — 1188 (126 фитопатогенных). Несомненно, что выявленная микобиота не исчерпывает всего разнообразия грибов Дальнего Востока. Дальнейшие исследования новых своеобразных экотопов и уникальных природных местообитаний, а также использование перспективных методов позволят еще более расширить видовой спектр биоты грибов, как фитопатогенов, так и сапротрофов.

Литература

- Аблакатова А. А. К микофлоре плодовых растений Приморского края // Тр. Горно-таежной станции. 1959, т. 6, с. 157–173.
- Аблакатова А. А. Микофлора и основные грибные болезни плодово-ягодных растений юга Дальнего Востока. Л.: Наука, 1965, 146 с.
- Абрамов И. Н. Болезни сельскохозяйственных растений на Дальнем Востоке. Хабаровск: Дальгиз, 1938, 292 с.
- Азбукина З. М. Ржавчинные грибы Дальнего Востока. М.: Наука, 1974, 528 с.
- Азбукина З. М. Определитель ржавчинных грибов советского Дальнего Востока. М.: Наука, 1984, 288 с.
- Азбукина З. М. Ржавчинные грибы (Низшие растения, грибы и мохообразные Дальнего Востока России. Грибы. Т. 5.). Владивосток: Дальнаука, 2005, 616 с.
- Азбукина З. М., Булах Е. М., Пармасто Э. Х., Егорова Л. Н., Васильева Лар. Н., Говорова О. К., Оксенюк Г. И. Грибы // Флора и растительность Большехецирского заповедника. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1986, с. 30–70.
- Азбукина З. М., Булах Е. М., Васильева Лар. Н., Егорова Л. Н., Оксенюк Г. И., Говорова О. К. Грибы // Грибы, лишайники, водоросли и мохообразные Комсомольского заповедника. Владивосток: ДВО АН СССР, 1989, с. 14–48.
- Азбукина З. М., Богачева А. В., Булах Е. М., Васильева Лар. Н., Говорова О. К., Егорова Л. Н., Назарова М. М. Грибы // Флора и растительность Хинганского заповедника. Владивосток: Дальнаука, 1998, с. 33–65.
- Азбукина З. М., Богачева А. В., Борисов Б. А., Булах Е. М., Васильева Лар. Н., Глухов В. В., Говорова О. К., Дудка И. А., Егорова Л. Н., Коваленко А. Е., Лаптев С. А., Лиховидов В. Е., Мельник В. А., Нездоймино Э. Л., Оксенюк Г. И., Пыстина К. А. Грибы // Флора, микобиота и растительность Лазовского заповедника. Владивосток: Русский остров, 2002а, с. 124–170.
- Азбукина З. М., Богачева А. В., Булах Е. М., Васильева Л. Н., Говорова О. К., Егорова Л. Н., Назарова М. М. Грибы // Кадастр растений и грибов заповедника «Кедровая падь». Владивосток: Дальнаука, 2002б, с. 67–123.
- Азбукина З. М., Богачева А. В., Булах Е. М., Васильева Лар. Н., Говорова О. К., Егорова Л. Н. Грибы // Флора, растительность и микобиота заповедника «Уссурийский». Владивосток: Дальнаука, 2006, с. 135–234.
- Богачева А. В. Дискомицеты — возбудители различных болезней хвойных пород // Микология и фитопатология, 2005, т. 39, вып. 3, с. 24–27.
- Богачева А. В. Дискомицеты (*Ascomycota: Helotiales, Neolectales, Orbiliales, Pezizales, Thelebolales*) Юга Дальнего Востока России: Автореф. дисс... д-р. биол. наук. М., 2009, 39 с.
- Булах Е. М. Охрана лесов от патогенных дереворазрушающих грибов в Приморском крае // Охрана природы и экономические проблемы природопользования. Красноярск, 1975, с. 48–50.

- Бункина И. А. Итоги изучения болезней женьшеня // *Материалы к изучению женьшеня и лимонника. Владивосток*, 1960, вып. 4, с. 131–162.
- Бункина И. А. Мучнисторосяные грибы советского Дальнего Востока: Автореф. дисс.... д-р биол. наук. Владивосток, 1984, 43 с.
- Бункина И. А., Коваль Э. З., Нелен Е. С. Микофлора и грибные болезни зеленых насаждений городов и поселков Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1971, 77 с.
- Бункина И. А., Назарова М. М. Грибы // *Флора и растительность Уссурийского заповедника*. М.: Наука, 1978, с. 36–104.
- Бухарова Н. В. Патогенные виды афиллофоровых грибов заповедника «Бастак» // *Леса и лесное хозяйство в современных условиях*. Хабаровск: Изд-во ФГУ «ДальНИИЛХ», 2011, с. 222–224.
- Васильева Л. Н. Агариковые шляпочные грибы (пор. Agaricales) Приморского края. Л.: Наука, 1973, 333 с.
- Васильева Л. Н. Пиреномицеты и локулоаскомицеты севера Дальнего Востока. Л.: Наука, 1987, 257 с.
- Васильева Л. Н. Пиреномицеты и локулоаскомицеты (Низшие растения, грибы и мохообразные Дальнего Востока России. Грибы. Т. 4.). СПб.: Наука, 1998, 419 с.
- Возбудители болезней сельскохозяйственных растений Дальнего Востока / отв. ред. З. М. Азбукина. М.: Наука, 1980, 371 с.
- Говорова О. К. Головневые грибы советского Дальнего Востока. Владивосток: ДВО АН СССР, 1990, 82 с.
- Егорова Л. Н. Почвенные грибы Дальнего Востока: Гифомицеты. Л.: Наука, 1986, 192 с.
- Егорова Л. Н., Оксенюк Г. И. Возбудители грибных болезней риса в Приморском крае. Владивосток: ДВО АН СССР, 1987, 39 с.
- Егорова Л. Н., Шейко В. В. Разнообразие биоты грибов, ассоциированных с жимолостями (*Lonicera L., Caprifoliaceae*) на юге Сахалина // *Иммунопатология, аллергология, инфектология*, 2010, № 1, с. 100.
- Егорова Л. Н., Азбукина З. М., Богачева А. В., Булах Е. М., Васильева Л. Н., Говорова О. К. Исследование микобиоты хвойных древесных пород Дальнего Востока // *Научные основы сохранения биоразнообразия Дальнего Востока России*. Владивосток: Дальнаука, 2006, с. 157–164.
- Егорова Л. Н., Павлюк Н. А. Анаморфные грибы на цветочных растениях в Ботаническом саду-институте ДВО РАН // *Микология и фитопатология*, 2006, т. 40, вып. 2, с. 93–100.
- Егорова Л. Н., Павлюк Н. А., Кокишеева И. М. Микобиота декоративных растений рода *Rhododendron L.* в условиях интродукции на юге Приморского края // *Микология и фитопатология*, 2008, т. 42, вып. 4, с. 308–313.
- Жуковская С. А., Егорова Л. Н. Микофлора плодовых питомников в Приморском крае // *Низшие растения Дальнего Востока*. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1976, с. 84–101.
- Зилинг М. К. Грибы Дальневосточного края // *Тр. Ботан. ин-та АН СССР. Сер. 2. Споровые растения*. 1936, вып. 3, с. 679–697.
- Коваль Э. З. К микофлоре Курильских островов // *Материалы по природным ресурсам Камчатки и Курильских островов*. Магадан, 1960, с. 101–133.
- Коваль Э. З. Микофлора заповедника «Кедровая падь» // *Флора и растительность заповедника «Кедровая падь»*. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1972, с. 105–144.
- Любарский Л. В. Материалы по грибным болезням леса и разрушителям древесины в Южно-Уссурийском крае // *Вестн. Дальневост. фил. АН СССР*, 1934, т. 9, с. 75–104.
- Любарский Л. В., Васильева Л. Н. Дереворазрушающие грибы Дальнего Востока. Новосибирск: Наука, 1975, 164 с.
- Наумов Н. А. Пьяный хлеб: наблюдения над несколькими видами *Fusarium Link.* Петроград, 1916, 216 с.
- Нелен Е. С. Грибы из родов *Alternaria*, *Macrosporium*, *Stemphylium*, включающих возбудителей болезней картофеля и овощных культур в Приморском крае: Автореф. дисс.... канд. биол. наук. Л., 1961, 18 с.
- Нелен Е. С. Грибы-микромикеты растительных формаций и группировок Зейско-Буреинской равнины // *Ботан. журн.*, 1966, т. 51, № 1, с. 128–132.
- Нелен Е. С., Васильева Л. Н. Патогенная микофлора цветочных растений в Дальневосточном ботаническом саду // *Бюлл. ГБС*, 1959, вып. 35, с. 83–91.
- Нелен Е. С., Аблакатова А. А. Грибы микромикеты южного Сахалина // *Споровые растения советского Дальнего Востока*. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1974, с. 82–100.
- Низшие растения, грибы и мохообразные советского Дальнего Востока. Грибы. Т. 1. Л.: Наука, 1990, 407 с.
- Низшие растения, грибы и мохообразные советского Дальнего Востока. Грибы. Т. 2. Л.: Наука, 1991, 394 с.
- Низшие растения, грибы и мохообразные Дальнего Востока России. Грибы. Т. 3. СПб.: Наука, 1995, 383 с.
- Траншель В. Г. Грибы и миксомицеты Камчатки // *Тр. Камчатской экспедиции Ф. П. Рябушинского*. Т. 2. Споровые растения. М., 1914, с. 535–576.
- Ячевский А. А. Карманный определитель грибов. Вып. 2: Мучнисторосяные грибы. Л., 1927, 626 с.
- Vinion D. E., Stephenson S. L., Roody W. C., Burdsall H. H., Vasilyeva L. N., Miller O. K. *Macrofungi associated with oaks of Eastern North America*. Morgantown: West Virginia University Press, 2008, 467 p.

Fungi of Ussuri river valley / ed. Y. Li and Z. M. Azbukina. Beijing: Science Press, 2011, 345 p.

Hiratsuka N. A list of Uredinales collected in Kuriles // J. Soc. Agr. et For. Sapporo, 1929, № 21, p. 95–107.

Kawai K., Otani H. A provisional list of fungi in Southern Saghalin // Trans. Sapporo Nat. Hist. Soc. 1931, vol. 11, p. 227–242.

Lind J. Studies on the geographical distribution of Arctic circumpolar micromycetes // K. Dansk. Vid. Selsk. Biol. Medd. 1934, vol. 11, № 2, p. 1–152.

Vasilyeva L. N., Stephenson S. L. Biogeographical patterns in pyrenomycetous fungi and their taxonomy. I. The Grayan disjunction // Mycotaxon, 2010, v. 114, p. 281–303.

Vasilyeva L. N. Biogeography and taxonomy of some fungal pathogens in Nordtheastern Asia // Asian Mycological Congress 2011. Incheon, Korea, p. 69–70.

INVESTIGATION OF PHYTOPATHOGENIC FUNGAL BIOTA IN THE RUSSIAN FAR EAST

Egorova L. N.

Institute of Biology and Soil Science FEB RAS, Vladivostok, Russia, egorova@ibss.dvo.ru

The history of phytopathogenic fungal biota investigations in the Russian Far East beginning from 1949 is considered. The main achievements by the Lower Plants Laboratory of the Institute of Biology and Soil Science FEB RAS in the study of phytopathogenic fungal biota of one of the largest regions of Russia are shown.

Key words: phytopathogenic fungi, mycobiota, agents of plant diseases.

СИСТЕМА POLYPORALES (BASIDIOMYCOTA): ИТОГИ МОЛЕКУЛЯРНО-ТАКСОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Змитрович И. В., Малышева В. Ф.

Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН,

Санкт-Петербург, Россия, iv_zmitrovich@mail.ru

Система Polyporales (Basidiomycota) в течение последнего десятилетия стала предметом консенсуса независимо работающих коллективов исследователей. Важную роль в этом сыграло привлечение воспроизводимых методов молекулярной кладистики, позволивших выделить ключевые области дивергенции таксонов и очертить границы порядка как целого. Оказалось, что объем порядка существенно больше, чем предполагали многопорядковые системы конца XX столетия. Согласно современным представлениям, в порядке выделяется 3 семейства — Fomitopsidaceae, Meruliaceae и Polyporaceae, при этом семейство Meruliaceae имеет наиболее сложную структуру. Предполагается наличие двух основных эволюционных линий — «флебиоидной — стекхериноидной», характеризующейся совершенствованием плагиотропных форм роста на основе невздутых фиброгиф, и «фанерохетоидной — полипороидной», характеризующейся множественным развитием ортотропных форм роста на основе физалогиф и их дериватов (скелетно-связывающих и симподиально-ветвящихся склерогиф).

Ключевые слова: Polyporales, базидиомицеты, молекулярная систематика, морфология.

Порядок Polyporales принадлежит классу Agaricomycetes. Он содержит большую часть таксонов, относимых ранее к искусственному порядку Aphyllphorales. Другими порядками, в которые, помимо Polyporales, вошли таксоны непластинчатых грибов, являются Cantharellales, Trechisporales, Gomphales, Hymenochaetales,

Corticiales, Gloeophyllales, Thelephorales, Russulales (семейства Peniophoraceae, Lachnocladiaceae, Gloeocystidiellaceae, Russulaceae, Echinodontiaceae, Auriscalpiaceae, Hericiaceae, Stereaceae), Atheliales, Boletales (семейства Tapinellaceae, Serpulaceae, Coniophoraceae) и Agaricales (семейства Typhulaceae, Clavariaceae, Schizophyllaceae, Tricholomataceae).

Период нестабильности систематики порядка, когда он понимался то в качестве синонима *Aphyllorphorales*, то чрезвычайно узко — включая лишь роды *Polyporus*, *Lentinus* и ряд родов семейства *Pleurotaceae*, сменился консенсусом специалистов по поводу принципиальных положений о месте порядка в системе агарикомицетов, ширине его границ и особенностях внутривидовой таксономической разбивки. Этому, в первую очередь, способствовал прогресс в изучении нуклеотидных последовательностей ДНК генов и спейсеров кластера, задействованного в формировании рибосомальной РНК — наиболее консервативной клеточной структуры, не связанной с морфогенезом, изменения которой являются надежными маркерами дивергенции таксонов.

Согласно современным представлениям, порядок *Polyporales* представляет «крановую группу» агарикомицетов, дивергировавшую позднее *Agaricales*, *Gloeophyllales* и *Thelephorales*, и включает в свой состав такие юнионы как полипоровые в узком смысле, траметоидные и тиромицетоидные трутовые грибы, а также многочисленные кортициоидные таксоны, входившие в системе Э. Пармасто в семейство *Steccherinaceae* и подсемейства *Phlebioideae*, *Huiphodermoideae* и *Ahelioidae* (*Byssomerulieae*) семейства *Corticaceae*. Это крупная группа агарикомицетов, включающая не менее 1500 видов преимущественно дереворазрушающих грибов, выполняющих многообразные экологические функции в лесных экосистемах. Подавляющее большинство видов этой группы проявляет лигнотрофную активность — даже напочвенные грибы родов *Xanthoporus*, *Mycorrhaphium* несут гены, кодирующие ряд ферментов, необходимых для окисления лигноцеллюлозных композитов. Очагами разнообразия полипоровых грибов являются ветровально-почвенные комплексы лесов, где параллельно происходят процессы гумификации древесины и возобновления древесной растительности. Большинство биотехнологически значимых базидиомицетов, как то продуценты лакказ, пероксидаз, протеолитических ферментов и экзополисахаридов принадлежат к этому порядку, в связи с чем, детальная разработка его системы имеет, помимо теоретического, еще и выраженное прогностическое значение.

Брутто-структура порядка *Polyporales*, согласующаяся с данными молекулярной таксономии, сравнительно-морфологическими, а также биохимическими данными, представлена тремя радиациями: базальной («brown-rot polypores»; «*Antrodia*-clade»), медиальной («*Phanerochaete*-family»; «*Byssomerulius*-family»; «*Phlebia*-clade»; «*Steccherinaceae*») и крановой («core polyporoid clade»; «*Cinereomyces*-clade»; «*Tyromyces*-clade»),

которым соответствуют в общем 3 семейства — *Fomitopsidaceae*, *Meruliaceae* и *Polyporaceae*.

1. Семейство *Fomitopsidaceae* Jülich, *Bibl. Mycol.* 85: 367, 1982 (= *Dacryobolaceae* Jülich, 1982; *Laetiporaceae* Jülich, 1982; *Laricifomitaceae* Jülich, 1982). Объединяет трутовые грибы родов *Antrodia*, *Fomitopsis*, *Piptoporus*, *Laetiporus*, *Phaeolus*, *Wolfiporia*, *Taiwanofungus*, *Postia*, характеризующиеся тиромицетоидным, фомитоидным или пориоидным морфотипом, а также кортициоидные грибы рода *Dacryobolus*. Некоторые анализы свидетельствуют в пользу включения в *Fomitopsidaceae* рода *Grifola*. Все представители семейства вызывают бурую гниль древесины (продукция деструктивных для молекул целлюлозы радикалов путем взаимодействия продуцируемой перекиси водорода с солями железа II). Многие виды этой группы характеризуются высокой биологической активностью. В биотехнологии используются виды родов *Taiwanofungus*, *Wolfiporia*, *Fomitopsis* и *Piptoporus* как продуценты экзополисахаридов.

2. Семейство *Meruliaceae* P. Karst., *Rev. Mycol.* 3 (9): 19, 1881 (= *Steccherinaceae* Parmasto, 1968; *Phanerochaetaceae* Parmasto, 1986; *Bjerkanderaceae* Jülich, 1982; *Hapalopilaceae* Jülich, 1982; *Meripilaceae* Jülich, 1982; *Mycorrhaphiaceae* Jülich, 1982; *Phlebiaceae* Jülich, 1982). Вторая по величине группа порядка, насчитывающая не менее 65 родов и около 500 видов, из которых в России известно 57 родов и, по текущей приблизительной оценке, 195 видов. Грибы этой группы колонизируют пни, валеж и особенно часто мелкий древесный детрит, вызывая белую гниль (атака субстрата лакказ-продуцируемыми радикалами). В морфологическом отношении семейство объединяет грибы тиромицетоидного, мерулиоидного, гифодермоидного, лентиниоидного морфотипов. Гифальная система большинства видов мономитическая, но для ряда видов характерно наличие невздутых фиброгиф. В биотехнологии активно используются виды родов *Cerrena* и *Irpex* в качестве продуцентов протеолитических ферментов, а также виды рода *Phanerochaete* в качестве мягких делигнификаторов лигноцеллюлозных композитов.

Многочисленные исследования подтверждают как монофилию этого семейства, так и существование внутри него четырех устойчивых группировок:

- фанерохетоидной (роды *Phanerochaete*, *Porostereum*, *Bjerkandera*, *Ceriporia*, *Byssomerulius*, *Irpex*, *Emmia*, *Trametopsis* и некоторые другие);
- флебиоидной (роды *Phlebia* incl. *Merulius*, *Climacodon*, *Caripia*, *Panus*, *Cerrena*, *Spongipellis*, *Huiphoderma*, *Sarcodontia* и некоторые другие);
- подосцифоидной (*Podoscypha*, *Pouzarogoria*,

Abortiporus, Meripilus, Physisporinus, Hurochnicum и некоторые другие);
 — стекхериноидной (Climacosystis, Frantisekia, Nigroporus, Flabellophora, Junghuhnia, Antrodiella, Mycoleptodonoides, Mycorrhaphium, Steccherinum).

3. Семейство Polyporaceae Corda, Ic. Fung. 3: 49, 1839 (= Ganodermataceae Donk, 1948; Poriaceae Locq., 1957; Coriolaceae Singer, 1961; Grammotheleaceae Jülich, 1982; Naploporaceae Jülich, 1982; Lentinaceae Jülich, 1982; Perenniporiaceae Jülich, 1982; Lophariaceae Boidin, Mugnier et Canales, 1998; Trametaceae Boidin, Mugnier et Canales, 1998). Наиболее крупная группа порядка, насчитывающая не менее 30 родов и 800 видов, из которых наиболее крупным (180 видов до критической обработки) является род Ganoderma. Как и представители фомитопсидеальных, полипоровые характеризуются высокой биологической активностью и скоростью колонизации субстрата, но, в отличие от фомитопсидеальных, вызывают белую гниль древесины. Грибы этого семейства характеризуются полипороидным, лентиноидным, траметоидным, фомитоидным и пориоидным морфотипами; характерно наличие склерогиф — как фиброидных,

так и вздутых; ветвление склерогиф регулярное, преимущественно симподиальное. В биотехнологии активно используются виды рода Trametes в качестве продуцентов экзополисахаридов. Многочисленные исследования подтверждают наличие двух филогенетических радиаций:

— полипороидной (Polyporus, Datronia, Ganoderma, Lentinus incl. Polyporellus, Funalia, Earliella, Daedaleopsis, Hexagonia, Microporus, Pogonomycetes и некоторые другие);

— траметоидной (Trametes, Lenzites, Pycnoporus, Cubamycetes и некоторые другие).

Наши современные знания о филогенезе полипоровых грибов позволяют предположить две основные эволюционные линии порядка — «флебиоидную — стекхериноидную», характеризующуюся совершенствованием плагиотропных форм роста на основе невздутых фиброгиф, и «фанерохетоидную — полипороидную», характеризующуюся множественным развитием ортотропных форм роста на основе физалогиф и их дериватов (скелетно-связывающих и симподиально-ветвящихся склерогиф).

Исследование поддержано РФФИ (грант № 12-04-33018 мол_а_вед).

THE SYSTEM OF POLYPORALES (BASIDIOMYCOTA) SUMMARIZING OF MOLECULAR RESEARCH

Zmitrovich I. V., Malysheva V. F.

Komarov Botanical Institute,
St.-Petersburg, Russia, iv_zmitrovich@mail.ru

The system of Polyporales (Basidiomycota) becomes a subject of consensus between independent investigations during the last decade. The use of representative methods of molecular cladistics was the key factor for convergence of independent results of testing of the order internal structure as well as its borders. It was shown that order volume is sufficiently larger than was postulated in splitted systems of 1980-90s. According to modern view, there are only three families in the order, namely Fomitopsidaceae, Meruliaceae and Polyporaceae. The family Meruliaceae is characterized by rather complicated structure. It is postulated there are two evolutionary lines into the order — the phlebioid-steccherinoid one, characterized by complication of plagiotropic growth forms on the basis of uninflated fibrohyphae, and the phanerochaetoid-polyporoid one, characterized by multiple development of orthotropic growth forms on the basis of physalohyphae and their derivatives (skeleto-binding hyphae and sympodially branched sclerohyphae).

Key words: Polyporales, basidiomycetes, molecular systematics, morphology.

ИЗУЧЕНИЕ РОСТА ФИОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ ПРИ СОВМЕСТНОМ КУЛЬТИВИРОВАНИИ С БАКТЕРИЕЙ PSEUDOMONAS AUREOFACIENS

Ибрагимов С. А., Ревин В. В., Бурова Ю. А., Захаркина А. С.

Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева,
Саранск, Россия, *ibragimova-s@yandex.ru*

Показано ингибирование роста ряда фитопатогенных грибов новым штаммом бактерии *Pseudomonas aureofaciens*. Степень ингибирования зависит от вида гриба. Максимальное ингибирование роста грибов отмечено при воздействии бактериальной суспензии.

Ключевые слова: фитопатогенные грибы, антагонизм, биопрепараты.

Фитопатогенные грибы наносят большой ущерб сельскому хозяйству, вызывая различные заболевания культурных растений, приводящие к значительным потерям урожая. Одним из способов борьбы с ними является применение биологических препаратов.

Поселяясь в ризосфере растений, бактерии вступают в тесное взаимодействие с аборигенной микрофлорой в большой степени по типу антагонизма и конкуренции за корневые выделения (Шапошников, 2011). Доказана высокая эффективность действия биопрепаратов против ряда фитопатогенов (Асабина, 2009; Коршунова, 2008; Моргун, 2009; Сорокина, 1998). Поиск новых активных штаммов бактерий — антагонистов позволит расширить спектр биопрепаратов на рынке и улучшить фитосанитарное состояние почвы.

Целью данной работы явилось изучение роста фитопатогенных грибов в присутствии нового штамма бактерии *Pseudomonas aureofaciens*.

Объектами исследования являлись фитопатогенные грибы *Fusarium culmorum* (W. G. Sm.) Sacc. 1892, *Botrytis cinerea* Pers. 1794, *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. 1912, *Alternaria infectoria* E. G. Simmons 1986 A7AKT1, *Alternaria solani* (Ellis & G. Martin) L. R. Jones & Groul 1896 A7MUK3, *Alternaria tenuissima* (Kunze) Wiltshire 1933, предоставленные сотрудниками кафедры микологии и альгологии МГУ им. М. В. Ломоносова и ризосферная бактерия — новый штамм *Ps. aureofaciens*, выделенный сотрудниками кафедры биотехнологии Мордовского государственного университета им. Н. П. Огарева.

Для исследования влияния бактерии на рост фитопатогенных грибов проводили серию опытов с использованием метода перпендикулярных штрихов на картофельно-глюкозном агаре (КГА). Антагонистическую активность определяли на 10-е сутки роста по зоне ингибирования тест-грибов в мм. Влияние бактериальной суспензии на

развитие фитопатогенов определяли методом лунок. Предварительно КГА засеивали суспензией спор гриба, затем стерильной полой трубкой диаметром 5 мм вырезали лунки в центре чашки Петри, в которые после этого вносили бактери-

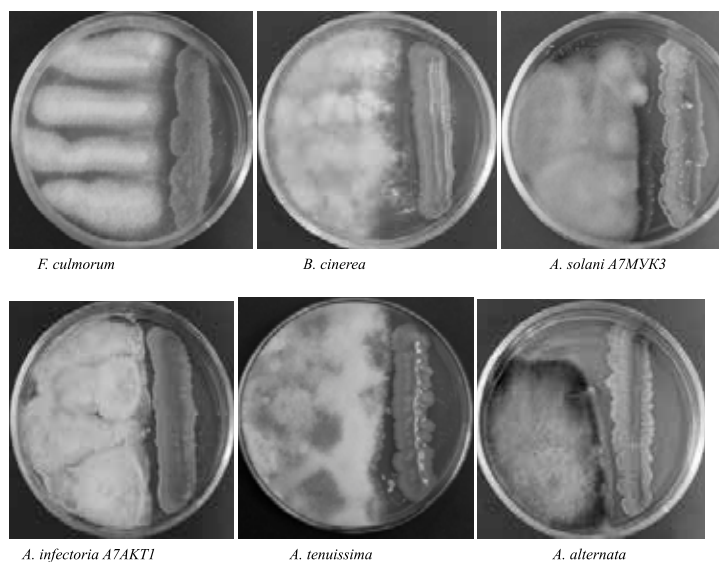


Рис. 1. Совместный рост *Ps. aureofaciens* с фитопатогенами
Fig.1 The cultivation *Ps. aureofaciens* together with phytopathogenic fungi

альную суспензию. Штамм *Ps. aureofaciens* предварительно выращивали на мелассной среде. Период инкубации составлял 10 суток при 28°C. О степени воздействия бактерий на рост грибов судили по образованию и размеру стерильных зон вокруг лунок (Егоров, 1965). Микроскопирование проводили с помощью тринокулярного микроскопа «Micros MC 100 ТХР» с фотосистемой.

Наиболее выраженное бактериостатическое действие *Ps. aureofaciens* на рост грибов отмечено в отношении *B. cinerea*, *A. alternata*, *A. solani* A7MUK3 и *F. culmorum*. Зона ингибирования составила 5-7 мм. В вариантах с *A. tenuissima* и *A. infectoria* наблюдался меньший ингибирующий эффект (Рис. 1). Следует отметить, что во всех вариантах, по мере приближения зоны роста грибной колонии к бактериальной, мицелий имел вид

тонких стелющихся по поверхности агара гиф. Зона стерильности роста грибов представлена в табл. 1.

Таким образом, при исследовании антифунгального действия нового штамма *Ps. aureofaciens* степень антагонистического действия на развитие грибов убывает в следующем порядке: *B. cinerea*, *A. solani* А7МУК3, *A. alternata*, *F. culmorum*, *A. infectoria* А7АКТ1 и *A. tenuissima*.

Таблица 1. Зона стерильности роста грибов при культивировании с *Ps. aureofaciens*, мм
Table 1. Inhibition of fungal growth by *Ps. aureofaciens*, mm

Время, сут	Тест-объект					
	<i>F. culmorum</i>	<i>B. cinerea</i>	<i>A. alternata</i>	<i>A. infectoria</i>	<i>A. solani</i>	<i>A. tenuissima</i>
1	10±1	10±1	10±1	10±1	10±1	10±1
10	5±1	7±2	6±2	4±1	6±1	3±1

Проявление антагонистических свойств псевдомонад во многом зависит от условий культивирования, источников питания и других факторов, поэтому при получении биопрепарата необходимо проверять сохранность антифунгального действия культуры. При исследовании бактериальной суспензии *Ps. aureofaciens*, выращенной на мелассной среде выявлено максимальное ингибирующее действие на рост всех исследуемых фитопатогенов.

На третьи сутки культивирования в опыте с *A. solani* отмечено развитие пушистого мицелия, при этом спорообразования в дальнейшем не наблюдалось. Рост *A. infectoria* характеризовался формированием слаборазвитого нитевидного мицелия, а к 10-м суткам полностью прекратился. В варианте с *A. tenuissima* было ярко выражено подавление роста гриба уже на начальном этапе совместного культивирования. Зона подавления роста фитопатогенов бактериальной суспензией *Ps. aureofaciens* приведена на рис. 2. Видно, что

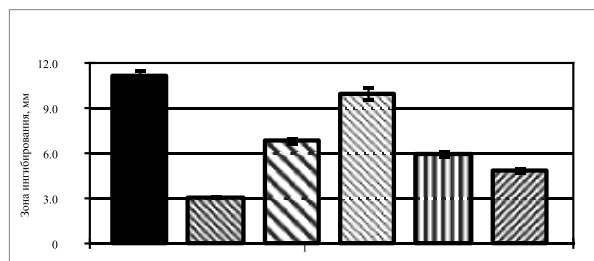


Рис. 2. Зона ингибирования роста фитопатогенов
Fig. 2 Inhibition of fungal growth

максимальный эффект ингибирования отмечен в вариантах культивирования с *F. culmorum* и *A. alternata* (зоны стерильности в среднем 10 мм). В отношении остальных грибов результаты ниже, мицелий имел более рыхлую структуру по сравнению с контролем. Гифы тонкие, плотно прилегающие к агару. Таким образом, рост и развитие фитопатогенов в присутствии жидкой бактериальной суспензии угнетается в большей степени. Для подтверждения полученных результатов проводили совместное глубинное культивирование *Ps. aureofaciens* и *F. culmorum* на минеральной среде без добавления источников углерода.

На начальных этапах культивирования наблюдалось развитие мицелия, гифы имели яркую окраску, вдоль них в большом количестве концентрировались бактериальные клетки. При увеличении сроков культивирования развитие мицелия прекращалось, отмечено появление слабо окрашенных и лизированных участков гиф, что является следствием миколитического действия *Ps. aureofaciens*, использующие грибной ми-

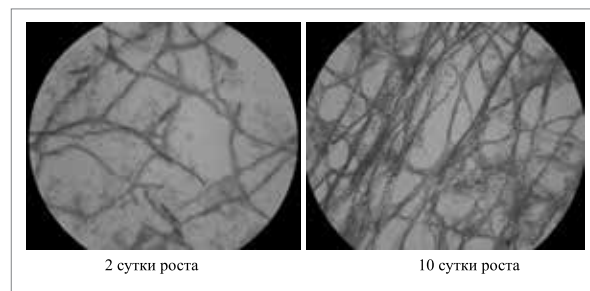


Рис. 3. Микроскопический препарат совместного культивирования *Ps. aureofaciens* и *F. culmorum* (10x100)
Fig. 3. Prepared microscope slides after co-culture of *Ps. aureofaciens* and *F. culmorum*

целий в качестве питательного субстрата (рис. 3).

В результате проделанной работы можно заключить, что в присутствии нового штамма *Ps. aureofaciens* рост и развитие исследуемых фитопатогенов ингибируется в различной степени в зависимости от вида. Антагонистическое действие *Ps. aureofaciens* обусловлено способностью синтезировать ряд активных метаболитов — сидерофоров, антибиотических веществ, ферментов (Боронин, 1998). Исследуемый штамм бактерии можно использовать при разработке нового вида препаратов для борьбы с фитопатогенами.

Литература

- Асабина Е. А., Четвериков С. П., Логинов О. Н. Оптимизация биосинтеза ингибиторов роста фитопатогенов бактериями рода *Pseudomonas* // Биотехнология, 2009, 3, с. 67–71.
- Боронин А. М. Ризосферные бактерии рода *Pseudomonas*, способствующие росту и развитию растений // Соросовский образовательный журнал, 1998, 10, с. 25–31.
- Коришунова Т. Ю., Силищев Н. Н., Бойко Т. Ф., Галимзянова Н. Ф., Логинов О. Н. Биологическая эффективность применения фунгицида микробного происхождения Елена на озимой и яровой пшенице // Агро XXI, 2008, 4-6, с. 54–55.
- Моргун В. В., Коць С. Я., Кириченко Е. В. Ростстимулирующие ризобактерии и их применение // Физиология и биохимия культ. растений, 2009, 41, 3, с. 187–207.
- Сорокина Т. А., Леманова Н. Б., Липасова В. А. и др. Антагонистическое действие двух штаммов *Pseudomonas* на фитопатогенные грибы и бактерии и перспективы их использования для биологической борьбы с заболеваниями растений // Биотехнология, 1998, 2, с. 37–43.
- Шапошников А. И., Белимов А. А., Кравченко Л. В., Виванко Д. М. Взаимодействие ризосферных бактерий с растениями: механизмы образования и факторы эффективности ассоциативных симбиозов // Сельскохозяйственная биология, 2011, 3, с. 16–22.

**CO-CULTURE ON AGAR MEDIUM OF PLANT PATHOGENIC
FUNGI AND PSEUDOMONAS AUREOFACIENS**

Ibragimova S. A., Revin V. V., Burova J. A., Zaharkina A. S.
Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russia, ibragimova-s@yandex.ru

The inhibition of the growth of a number of plant pathogenic fungi by a new strain *Pseudomonas aureofaciens* has been detected. The degree of inhibition depends on fungus cultivated. Maximum inhibition of fungal growth observed under the influence of the bacterial suspension.

Key words: plant pathogenic fungi, antagonism, bacteria.

**ТОКСИГЕННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ШТАММОВ
FUSARIUM SPOROTRICHIOIDES**

Иванов А. В., Семенов Э. И., Ермолаева О. К., Галиева Г. М., Тремасов М. Я.
Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности
(ФГБУ «ФЦТРБ-ВНИВИ»), Казань, Россия, setyonovei@bk.ru

Проведено изучение токсигенного потенциала изолятов *Fusarium sporotrichioides* выделенных из различных регионов, в которых регистрировались микотоксикозы. Подтверждено, что они являлись причиной возникновения заболеваний. Определены оптимальные условия культивирования. Установлено, что для более активного образования токсина штаммами гриба требуются пониженные температуры, кроме одного штамма, который наиболее активно продуцировал токсин при температуре 26°C. При воздействии радиации и селекции были получены штаммы *F. sporotrichioides*, увеличившие образование токсина с 18,72 до 1300 мг/кг. Выявление закономерностей токсинообразования грибов, позволит более эффективно прогнозировать образование микотоксинов и их негативное воздействие.

Ключевые слова: токсигенный потенциал, микромицеты, токсинообразование, T-2 токсин.

Микроскопические грибы встречаются в природе повсеместно. Помимо экологически важного участия в круговороте веществ они могут играть существенную роль в этиологии болезней живых организмов (Смирнов и др., 1999; Иванов и др.,

2008). В настоящее время бурно развиваются исследования токсинопродуцирующей способности видов грибов с использованием изолятов различного происхождения (Гагкаева и др., 2011). Несомненно, эти исследования имеют как научное, так

и практическое значение, в том числе для прогнозирования и диагностики воздействия микромикробов и их метаболитов.

Целью нашей работы послужило изучение токсигенного потенциала штаммов *Fusarium sporotrichioides* Sherb. выделенных из различных регионов, в которых регистрировались микотоксикозы.

Для исследований были использованы изоляты чистых культур микроскопических грибов вида *F. sporotrichioides*, выделенные в разные годы из различных регионов России (Пермский край, 2009 и 2012 гг.; Ульяновская область, 2005 г.; Республика Татарстан, 1998 и 2001 гг.; Ростовская область, 2005 г.; Краснодарский край, 2007; Казахстан, 1987 г.), где регистрировались массовые микотоксикозы, в частности, фузариотоксикозы. При этом контаминация зерна и кормов микотоксином Т-2 составляла от 0,063 до 0,814 мг/кг.

Оценку токсинообразования грибов проводили по схеме, описанной в работе Токарева с соавторами (2009), с изменениями, учитывающими наш собственный опыт в подобных исследованиях. Схема включала: приготовление инокулюма путем посева чистой культуры на агар Чапека, инкубацию при температуре 26°C в течение 12 суток, посев на стерильный зерновой субстрат с влажностью 35% (влажность повышали добавлением водопроводной воды) и стационарное культивирование (несколько вариантов с разными сроками и температурой). Нами использовались 2 вида субстрата: I – рис и II – смесь риса и проса. Инокулюм представлял собой гомогенную взвесь клеток гриба (около 20 тыс. КОЕ/мл) в 0,01% водном

растворе Твин-80. Выращивание проводили в течение 4 недель в трех режимах (I – 3 суток при 28°C, 11 суток при 26°C, 14 суток при 4°C; II – 3 суток при 28°C, 11 суток при 26°C, 14 суток при 18°C; III – только при 26°C) и 8 недель в двух режимах (IV – 3 суток при 28°C, 11 суток при 26°C, 28 суток при 4°C; V – 3 суток при 28°C, 11 суток при 26°C, 28 суток при 18°C). В последующем, некоторые изоляты, отобранные нами как перспективные продуценты микотоксинов, облучали γ -излучением на установке «Пума».

Выращенные на зерне культуры штаммов высушивали, размалывали и проводили определение Т-2 токсина с помощью газожидкостной хроматографии (МУ от 02. 02. 1992). В качестве стандарта микотоксина использовался кристаллический Т-2 токсин, полученный в лаборатории микотоксинов ФГБУ «ФЦТРБ-ВНИВИ» (Э. И. Семенов, А. Р. Валиев). В качестве продуцента использовался штамм *F. sporotrichioides* 2m15, любезно предоставленный д. б. н. А. Н. Котиком.

Проведенные исследования показали, что для изолятов *F. sporotrichioides*, выделенных из районов, в которых происходили вспышки микотоксикозов, для более активного токсинообразования требуются режимы с пониженными температурами, что согласуется с данными многочисленных исследователей (табл.). Лишь для одного изолята, выделенного из импортной сои, снижение температуры в процессе культивирования не приводило к смещению уровня токсинообразования в сторону увеличения, напротив, при достаточно высоких температурах (26°C) токсин образовывался более активно.

Таблица. Токсинообразование у выделенных изолятов *F. sporotrichioides* в различных условиях
Table. Toxin production ability of *F. sporotrichioides* isolates in different conditions

№№	Регион и год выделения	Субстрат выделения и содержание Т-2 токсина в субстрате, мг/кг	Режим культивирования				
			Содержание Т-2 токсина, мг/кг (субстрат I / субстрат II)				
			I	II	III	IV	V
1	Казахстан, 1987	Трава, 0,430	13,24/18,72	8,82/11,46	1,44/1,63	9,32/17,61	4,28/7,24
2	Республика Татарстан, 1998	Кукуруза, 0,130	1,23/1,45	1,76/2,34	0,84/1,15	1,47/2,39	1,86/2,16
3	Республика Татарстан, 2001	Солома, 0,210	5,22/5,78	1,94/3,42	0,04/0,64	5,86/7,42	4,72/5,88
4	Ульяновская область, 2005	Вика+овес, 0,315	6,94/8,23	7,43/8,72	0,23/0,28	7,27/8,40	7,84/8,53
5	Ростовская область, 2005	Плющенная кукуруза, 0,620	2,95/1,80	4,78/3,46	0,48/0,42	4,16/2,94	7,52/6,15
6	Краснодарский край, 2007	Соя (США), 0,814	1,73/0,97	1,74/1,25	3,27/1,92	2,64/1,78	3,12/2,48
7	Пермский край, 2009	Пшеница (Алтай), 0,240	2,93/	1,85/	0,06/0,64	3,64/	2,52/
8	Пермский край, 2012	Кукуруза, 0,165	0,21/0,63	0,32/0,48	0,06/0,05	0,2/0,38	0,36/0,42

Наиболее активным продуцентом оказался изолят, выделенный из Казахстана, где регистрировали массовую (более 1 млн. особей) гибель сайгаков, а при расследовании причин гибели установили в качестве этиологического фактора микотоксины. Данный изолят продуцировал Т-2 токсин в количествах до 18,72 мг/кг субстрата. Более эффективным оказался режим культивирования в течение 4 недель с инкубацией при температуре 4°C во второй половине культивирования и при использовании в качестве субстрата смесь риса и проса (1:1).

Несмотря на достаточно высокое образование микотоксина отдельными изолятами, наиболее активный из них значительно уступал штамму-продуценту *Fusarium sporotrichioides* 2m15 (образование токсина в этих же условиях до 2,7 г/кг субстрата). Поэтому мы решили подвергнуть изолят Казахстан 1987 ионизирующему излучению. Ряд авторов (Тугай и др., 2007; Parsons et al., 2002) изучали воздействие радиации на бактерии и микроскопические грибы и, вероятно, нельзя исключать применение радиационного излучения как способа интенсификации метаболической активности микроорганизмов, в том числе микроскопических грибов рода *Fusarium*. Мы провели серию последовательных облучений чистой культуры и параллельно селекцию выживших колоний по степени токсинообразования. Удалось довести уровень токсинообразования до 1,3 г/кг субстрата, однако мутанты отличались слабым

ростом и соматической нестабильностью, что согласуется с данными Котика (1992), а полученные нами изоляты-суперпродуценты уже к 4-му поколению значительно снижали уровень токсинообразования.

Полученные данные подтверждают, что выделенные изоляты обладают довольно высоким токсинным потенциалом и могли быть причиной возникновения микотоксикозов, а выявленный различный уровень токсинообразования в зависимости от субстрата и, особенно от условий культивирования, могут объяснять случаи возникновения спонтанных микотоксикозов. При изучении спонтанных микотоксикозов часто выявляются внезапность их появления и прекращения, выявление грибов-продуцентов и образование ими микотоксинов за короткий срок в различных регионах, климатических условиях и субстратах (Тремасов, Сметов, 1992). Образование Т-2 токсина при высоких температурах изолятом, выделенным из импортной сои, доставленной морскими судами, свидетельствует о риске снижения доброкачественности продовольственного и кормового сырья при несоблюдении температурного режима хранения в течение длительного периода транспортировки. Выявление закономерностей токсинообразования в зависимости от видов и штаммов грибов, позволит более эффективно прогнозировать возникновение микотоксикозов и диагностировать их.

Литература

- Гагжаева Т. Ю., Гаврилова О. П., Левитин М. М., Новожилов К. В. Фузариоз зерновых культур // *Защита и карантин растений*, №5, 2011, с. 63–120.
- Иванов А. В., Тремасов М. Я., Папуниди К. Х. и др. *Микотоксикозы животных (этиология, диагностика, лечение, профилактика)*. М.: Колос. 2008, 177 с.
- Котик А. Н. *Этиология, методы диагностики и меры профилактики фузариотоксикозов сельскохозяйственных птиц*. Автореф. дис... докт. вет. наук: 16. 00. 04, 16. 00. 03, 1992, 33 с.
- Методические рекомендации по индикации Т-2 токсина в зернофураже с помощью газо-жидкостной хроматографии*. Утв. 02. 02. 1990 ГУВ Сов. Министров СССР, Казань. 1989, 9 с.
- Смирнов А. М., Таланов Г. А., Кононенко Г. П. *Животноводству — безопасные корма* // *Ветеринария*, 1999, №1, с. 1–2.
- Токарев С. В., Кононенко Г. П., Соболева Н. А., Буркин А. А. *Токсинообразование у популяций *Fusarium poae*, поражающих зерно хлебных злаков в Уральском и Западно-Сибирском регионах* // *Сельскохозяйственная биология*, 2009, №1, с. 89–92.
- Тремасов М. Я. *Спонтанные смешанные микотоксикозы животных* / М. Я. Тремасов, П. К. Сметов // *Ветеринария*, 1995, № 3, с. 20–22.
- Тугай Т. И., Жданова Н. Н., Желтоножский В. А., Садовников Л. В. *Проявление радиоадаптивных свойств у микроскопических грибов, длительное время находившихся на территориях с повышенным радиационным фоном после аварии на ЧАЭС* // *Радиационная биология. Радиоэкология*. 2007, т. 47, №5, с. 543–549.
- Parsons P. A. *Radiation hormesis: challenging LNT theory via ecological and evolutionary considerations* // *Health Physics*. 2002, v. 82, №4, p. 513–516.

TOXIGENIC POTENTIAL OF FUSARIUM SPOROTRICHIOIDES ISOLATES

Ivanov A. V., Semyonov E. I., Yermolayeva O. K., Galiyeva G. M., Tremasov M. Ya.

Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety,
Kazan, Russia, semyonovei@bk.ru

The toxigenic potential of *Fusarium sporotrichioides* isolates originated from the different regions where mycotoxicosis in animals have been detected. It was confirmed that *F. sporotrichioides* is the cause of these diseases. It was shown that for the formation of more active toxin by seven strains required setback mode. In our study only one strain more active produced T-2 toxin at 260C. When exposed to radiation the selected strains had shown the increasing of toxin formation from 18.72 to 1300 mg/kg. Mycotoxicoses of animal may be prevented by reveal the conditions that favorable for the production and accumulation of *Fusarium* toxins in food and feed.

Key words: toxigenic potential, microscopic fungi, toxin production, T-2 toxin.

ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ НА КОЛИЧЕСТВО ФИТОПАТОГЕННЫХ МИКРОМИЦЕТОВ В РИЗОСФЕРЕ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ И ЕЕ УРОЖАЙНОСТЬ

Ильясова Е. Ю., Ласточкина О. В., Пусенкова Л. И.

Башкирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства РАСХН,
Уфа, Россия, L-ba sta@mail.ru

Исследовали влияние обработок посевов сахарной свеклы биопрепаратами на структуру комплекса микромицетов ризосферы и продуктивность растений. Показано, что обработка растений сахарной свеклы биопрепаратами Фитоспорин-М, Альбит и Витаплан подавляла развитие фитопатогенной микробиоты. Выявлено действие биопрепаратов на увеличение продуктивности сахарной свеклы за счет активации микробиологических процессов под посевами.

Ключевые слова: биопрепараты, сахарная свекла, фитопатогенные микромицеты, урожайность.

В последние десятилетия начали прогрессировать инфекционные болезни сахарной свеклы, обусловленные рядом факторов, приводящих к потере урожая корнеплодов, а также, к снижению сахаристости и ухудшению технологических качеств корнеплодов. Использование для оздоровления растений биопрепаратов, в сравнении с химическими пестицидами, имеет ряд преимуществ, связанных с их экологической безопасностью и системным иммуномодулирующим действием. Известно, что к числу наиболее перспективных агентов биологического контроля болезней растений относятся бактерии-эндофиты рода *Bacillus* Cohn, обладающие антагонизмом по отношению к патогенным микроорганизмам и способные значительно влиять на урожай культур (Perez-Garcia et al., 2011). Особый интерес представляет изучение влияния микробных препаратов, содержащих в своем составе сами бациллы или их метаболиты на направленность протекания микробиологических процессов в почве под посевами, что является одним из важнейших показателей, способствующих формированию урожая. В связи с этим, цель нашей работы заключалась в оценке воздей-

ствия биопрепаратов на патогенные виды микромицетов в ризосфере сахарной свеклы и урожайность культуры.

Полевые опыты проводились в условиях Предуральской степной зоны Республики Башкортостан на гибриде сахарной свеклы Сингента по общепринятой индустриальной технологии возделывания. Площадь производственных участков составляла 0,5 га в каждом варианте опыта в трехкратной повторности. Площадь учетных делянок — 25 м². Биопрепараты вносили в баковых смесях с гербицидами двукратно: в фазу 2-3 пар и 4-6 пар настоящих листьев. Исследования почвы проводились в динамике, для чего в течение года трижды производился отбор проб для анализов, приуроченный к обработке биопрепаратами и основным фазам развития растений. Количественный и качественный учет структуры комплекса микроскопических грибов проводили общепринятым методом посева на подкисленную агаризованную среду Чапека. Видовую принадлежность микромицетов определяли после 15-30 суток инкубации по культуральным и морфологическим признакам, с использованием ряда

определителей (Пидопличко, 1972, 1977; Милько, 1974; Билай, Коваль, 1988; Стогниенко, Селиванова, 2008).

Выявлено, что ризосфера сахарной свеклы до внесения микробных препаратов была представлена 3 родами микромицетов: *Penicillium*, *Aspergillus* и *Trichoderma*. Доля патогенов составляла 45,9% от общего количества микроскопических грибов (рис.).

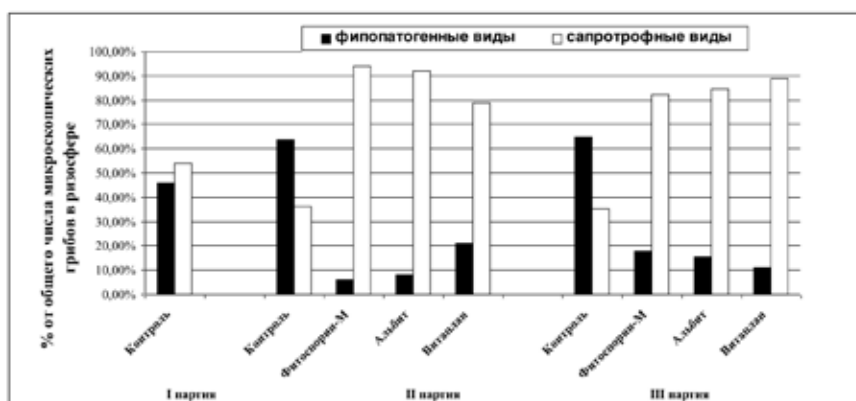


Рисунок. Общее количество микромицетов и соотношение их фитопатогенных и сапротрофных видов в ризосфере сахарной свеклы

Figure. The total number of micromycetes and the ratio of plant pathogenic and saprotrophic fungi in the rhizosphere of sugar beet

После первого внесения биопрепаратов из ризосферы всех вариантов опыта было выделено 35 видов микроскопических грибов, причем, 28 из них были идентифицированы как представители трех родов: *Aspergillus* (5 видов), *Penicillium* (20 видов) и *Fusarium* (3 вида). Меньшим количеством видов были представлены роды *Alternaria*, *Rhizopus* и *Trichoderma*. Доминировал *Asp. niger* Tiegh. — широко распространенный в почвах различного типа фитопатоген.

В контрольном образце почвы было обнаружено 14 видов микромицетов: *A. tenuis* Link, *Asp. niger*, *Asp. wentii* Wehmer, *Asp. flavipes* Bainier & R. Sartory, *Asp. parvulus* G. Sm., *Asp. terreus* Thom., *F. oxysporum* Schldt., *F. solani* var. *argillaceum* (Fr.) Bilai, *P. aurantiogriseum* Dierckx, *P. corylophilum* Dierckx, *P. glabrum* (Wehmer) Westling, *P. resticulosum* Birkinshaw, Raistrick & G. Sm., *P. albocinerascens* Halab, *Rh. microsporus* Tiegh, среди которых 3 вида являются возбудителями корневой гнили сахарной свеклы — *P. aurantiogriseum*, *A. tenuis*, *Asp. niger*; 5 видов возбудителями болезни корневой системы (кагатная гниль) — *P. glabrum*, *F. solani* var. *argillaceum*, *F. oxysporum*, *Asp. parvulus*, *Rh. microsporus*. Доля патогенов составила 63,8%. В варианте с однократной обработкой растений Фитоспорином-М, по сравнению с контролем, видовой состав поменялся полностью, за исключением вида *P. glabrum*, и уменьшился до 9 видов, среди них доля патогенных

микромицетов составила 6,2%. Однократное внесение Альбита, так же привело к почти полному изменению видовой состава микромицетов (исключение составил *P. resticulosum*) и уменьшению его до 6 видов; из них лишь один вид являлся возбудителем кагатной гнили — *P. citrinum* Thom — 8,1%. В варианте с обработкой Витапланом видовой состав сократился до 12 видов, из которых 3 оказались возбудителями кагатной

гнили — *A. tenuis*, *Asp. niger*, *P. solitum* var. *crustosum* Thom, и 2 вида возбудителями семенной инфекции — *F. oxysporum* и *F. solani* Mart.; что в сумме соответствовало 21,1% патогенов.

После второй обработки биопрепаратами из ризосферы сахарной свеклы выделено 30 видов микроскопических грибов, из которых 25 были идентифицированы как представители двух родов: *Aspergillus* (6) и *Penicillium* (19). Значительно меньшим количеством видов оказался представлен

род *Fusarium*, роды *Alternaria* и *Mucor* представлены по одному виду. В контрольном образце почвы было обнаружено 16 видов микроскопических грибов, из них 3 вида оказались возбудителями корневой гнили сахарной свеклы — *P. aurantiogriseum*, *A. tenuis*, *Asp. niger*; 4 вида возбудителями болезни корневой системы — *P. glabrum*, *F. solani* var. *argillaceum*, *F. oxysporum*, *Asp. flavus* Link. Общая доля фитопатогенов составила 64,8%. В варианте с Фитоспорином-М общее количество видов снизилось до 11, причем, если число видов-возбудителей корневой гнили осталось прежним, то количество видов микромицетов, а именно, возбудителей кагатной гнили сократилось до 1; доля патогенных микромицетов составила 17,8%. Повторное внесение Альбита способствовало снижению количества видов микромицетов до 5, и лишь 2 вида из них — *Asp. niger* и *P. aurantiogriseum* являлись возбудителями корневой гнили, что в сумме соответствовало 15,4%. Лучший фунгицидный эффект проявил Витаплан: количество видов микромицетов сократилось до 7 по сравнению с показателями в контрольной почве, на долю возбудителя корневой гнили сахарной свеклы пришлось два вида, а возбудителя семенной инфекции один вид. В целом, доля патогенов снизилась до 11,2%.

Из данных литературы известно, что смена видов — следствие изменения природы процессов, происходящих в почве (Звягинцев и др., 2005), следовательно, можно предположить, что

изменение структуры комплекса микромицетов связано с фунгицидным действием препарата. В результате проведенного опыта нами отмечено, что обработка вегетирующих растений сахарной свеклы микробными препаратами привела к существенному снижению численности фитопатогенных микромицетов по сравнению с почвой в контрольном варианте.

Важно отметить, что независимо от специфики взаимодействия, особенностей генотипа конкретного сорта сахарной свеклы, почвенно-климатических условий и используемых в работе микробных препаратов, интегральным показателем процессов, происходящих в ходе онтогенеза растений, является урожайность и качество сельскохозяйственных культур. Так, нами было показано увеличение массы корнеплодов сахарной свеклы во всех исследуемых вариантах по сравнению с контролем, наибольший эффект наблюдался при применении Витаплана. Сахаристость корнеплодов в вари-

анте Фитоспорин-М превышала контрольные значения на 2,6%, в варианте Альбит и Витаплан на 0,9% и 0,8% соответственно. Обработка растений сахарной свеклы биопрепаратами Фитоспорин-М, Альбит и Витаплан в целом приводила к увеличению урожайности на 1,6–5,0 т/га (табл.).

Таким образом, полученные данные позволяют заключить, что биопрепараты Фитоспорин-М, Альбит и Витаплан, посредством изменения структуры комплекса микромицетов и снижения количества фитопатогенов в ризосфере сахарной свеклы, способствуют устойчивости растений к стрессам и получению более качественной, высокоурожайной продукции корнеплодов.

Таблица. Некоторые показатели урожайности к концу вегетации
Table. The sugar beet yields in the end of vegetation period

Показатели	Варианты			
	Контроль	Фитоспорин-М	Витаплан	Альбит
Масса корнеплода, г	369,7±9,5	446,8±10,2	471,0±9,8	402,7±8,5
Сахаристость, %	16,2±0,4	18,8±0,6	17,1±0,5	17,0±0,3
Урожайность, т/га	18,5±0,5	22,3±0,2	23,5±0,6	20,1±0,3

Литература

- Звягинцев Д. Г., Бабьева И. П., Зенова Г. М. Биология почв. М., Изд-во МГУ, 2005, 445 с.
Милько А. А. Определитель мукоральных грибов. Киев, Наукова думка, 1974, 303 с.
Пидопличко Н. М. Пеницилли. Киев, Наукова думка, 1972, 149 с.
Пидопличко Н. М. Грибы-паразиты культурных растений: Определитель. Киев, Наукова думка, 1977, т. 1-3.
Стогниенко О. И., Селиванова Г. А. Болезни сахарной свеклы, их возбудители: Иллюстрированный справочник. Воронеж, ООО «Антарес», 2008, 112 с.
Perez-Garcia A., Romero D., Vicente A. Plant protection and growth stimulation by microorganisms: biotechnological applications of Bacilli in agriculture // *Cur. Opin. in Biotechnology*, 2011, 226, p. 187–193.

THE EFFECT OF BIOFUNGICIDES ON THE NUMBER OF PATHOGENIC MICROMYCETES IN THE RHIZOSPHERE OF SUGAR BEET AND PRODUCTIVITY OF PLANTS

Ильясова Е. Ю., Ласточкина О. В., Пусенкова Л. И.
Bashkir Scientific Research Institute of Agriculture,
Russian Academy of Agricultural Sciences,
Ufa, Russia, L-basta@mail.ru

The influence of the treatment of sugar beet by biofungicides on the structure of micromycetes complex in rhizosphere and plant productivity were studied. It was shown that the treatment of sugar beet plants by biopreparations Fitosporin-M, Albit and Vitaplan suppresses the development of plant pathogenic fungi in rhizosphere of plants. Also, it was found that biofungicides Fitosporin-M, Albit and Vitaplan have increased productivity of sugar beet by activating of microbiological processes in the soil under crops.

Key words: biopreparations, sugar beets, phytopathogenic fungi, productivity.

МАССОВОЕ ПОРАЖЕНИЕ *SORBUS GORODKOVII* В ЗЕЛЕННЫХ ПОСАДКАХ ГОРОДОВ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Исаева Л. Г.¹, Hüseyin E. S.², Selçuk F.²

¹ Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского НЦ РАН,
Апатиты, Россия, isaeva@inep.ksc.ru

² Ahi Evran University, Kirsehir, Turkey, ehuseyin@ahievran.edu.tr

Исследованы повреждения рябины Городкова в зеленых посадках города Апатиты Мурманской области. Выявлены различные повреждения: механические (39,6%), сухие ветки (29,9%), слом ветвей (19,6%), сухие верхушки (8,2%), поражение листьев (8,5%) и стволов (1,5%) грибами, трещины стволов (1,2%), угнетение. Выявлен возбудитель антракноза рябины — грибок *Gloeosporium aucupariae*. В конце вегетационного периода заболевание приобретает массовый характер распространения.

Ключевые слова: рябина Городкова, зеленые насаждения города, повреждения, антракноз.

На растительность городов и промышленных зон воздействуют различные техногенные факторы, что приводит к потере декоративности, ослаблению, снижению естественного долголетия растений и нарастанию вредоносности болезней в перспективе.

Для жителей городов, лишенных постоянного общения с природой, зеленые насаждения городов имеют важное значение, особенно в условиях Крайнего Севера, в естественной среде которого существует относительно мало красиво цветущих растений, а период их цветения очень короткий. Рябина идеальна для городских посадок — красива и устойчива к загрязнению воздуха, обладает высокой зимостойкостью, пригодна для использования в декоративном и плодовом садоводстве северных районов.

Существующие в Мурманской области объекты озеленения созданы, в основном, в 1960–1970-е годы, в период массового жилищного строительства. Основу насаждений составляют аборигенные виды. В последние десятилетия темпы зеленого строительства значительно снизились, ухудшилось качество озеленительных работ. В некоторых городах новые посадки практически отсутствуют. Нами предпринята попытка исследовать состояние рябины в зеленых насаждениях города Апатиты. Объектом исследований явилась рябина Городкова (*Sorbus gorodkovii* Rojark., семейство Rosaceae), входящая в состав искусственных зеленых насаждений г. Апатиты.

Рябина Городкова в условиях Мурманской области широко распространена. Дерево высотой до 15 метров с характерными непарноперистыми листьями, имеет декоративный вид, встречается в подлеске смешанных лесов и по долинам рек повсеместно по всему региону. Данный вид требователен к увлажнению и богатству почвы. Благодаря своим декоративным свойствам активно используется для озеленения городов Мурманской области (Бубенец и др., 1996).

Первые озеленительные работы в г. Апатиты были проведены в 1936 году и сегодня это один из самых зеленых городов области. В настоящее время основу зеленых насаждений составляют посадки аборигенных пород: береза пушистая, осина, рябина Городкова, ива козья. Средний возраст растений — 30–40 лет. Отрицательным моментом является сильная загущенность посадок в некоторых местах.

Рекогносцировочные обследования зеленых насаждений с максимальным участием рябины в озеленении выполнены на улицах г. Апатиты. Детальные исследования по оценке состояния рябины проведены в центре города вдоль улицы Ленина. Сделан сплошной пересчет кустов рябины по категориям жизненного состояния, с замером диаметра и высоты каждого куста. Всего обследовано 330 кустов рябины Городкова или 1507 стволов. Для выявления возбудителей болезней рябины был проведен тщательный осмотр стволов, листьев и плодов, собраны образцы поврежденных листьев, плодов и соцветий. Для выявления возбудителя болезни использован метод влажной камеры (Методы..., 1982), идентификация гриба выполнена в Ahi Evran University, Arts and Sciences Faculty, Department of Biology (Турция). Определены степень усыхания (Цветков, 1990), степень повреждения по индексу состояния и оценка состояния насаждений по классам биологической устойчивости (Воронцов и др., 1991). Для изучения сезонного развития рябины были проведены фенологические наблюдения по фенофазам: лопание почки, разворачивание листьев, появление полного листа, начало бутонизации, начало цветения, массовое цветение, начало отцветания, массовое отцветание — более 50%, полное отцветание, начало созревания плодов, массовое созревание — поспевание более 50%, появление первых изменений в окраске листьев, массовое изменение окраски — более 50%.

Рекогносцировочные обследования зеленых насаждений на улицах г. Апатиты показали, что рябина Городкова поражена различными грибными болезнями. В условиях города период вегетации рябины Городкова в среднем составляет месяц, бутонизации — полмесяца, период цветения приблизительно равен двум неделям, начало созревания ягод длится две недели, период плодоношения — около двух месяцев, пожелтение и отмирание листьев происходит приблизительно за 10 дней. В целом, можно заметить, что в городской среде практически все фенофазы начинались раньше, чем в природных условиях (Сезонные..., 2001).

При детальном обследовании повреждения рябины Городкова вдоль улицы Ленина установлено, что преобладают стволы с диаметром 4-8 см, максимальный диаметр составляет 18 см, минимальный — 2 см. Куст рябины представлен 1-17 стволами, в среднем пятью. Оценка состояния стволов рябины по категориям жизненного состояния показывает, что преобладают ослабленные и сильно ослабленные деревья: 53 — здоровые, без признаков ослабления; 794 — ослабленные; 514 — сильно ослабленные; 38 — усыхающие; 6 — засохли в текущем году, 99 — сухой прошлых лет, 3 — упавшие и буреломные стволы. Индекс состояния составляет 2,6, то есть рябина в зеленых насаждениях находится в средне поврежденном состоянии. Степень усыхания составляет — 9%, древесной относится к II классу устойчивости — с нарушенной устойчивостью, когда болезни могут иметь массовое распространение (Воронцов и др., 1991).

При обследовании кустов рябины выявили следующие повреждения: механические (39,6%), сухие ветки (29,9%), слом ветвей (19,6%), сухие верхушки (8,2%), поражение листьев (8,5%), поражение стволов грибами (1,5%), трещины стволов (1,2%), угнетение. Оценка кустов рябины вдоль улицы Ленина в августе 2012 года показала, что из 330 обследованных кустов 42 куста имеют 10-30% прошлогодних поврежденных (почерневших) ягод в соцветиях, 157 кустов — 30-50%, 131 куст — 50-100%. При обследовании кустов рябины в октябре-ноябре выявили, что все ягоды текущего года были повреждены антракнозом (50-100%).

Микроскопическими исследованиями выявлен возбудитель болезни — карпотроф *Gloeosporium aucupariae* Henn. (рис. 1). Пятна на плодах темно-бурые, захватывающие весь плод, который затем чернеет и высыхает. Ложа на плодах подэпидермальные, многочисленные, округлые, подушечковидные, темно коричневые, щелевидно прорывающиеся, 85-420 мкм в диаметре. Конидии узко эллипсоидальные, бесцветные, с каплями масла, одноклеточные, 12,5-15,5 (-17)×(4-) 4,5-5 мкм. В некоторых ложах встречаются и микроконидии, они узкие эллипсоидальные, веретеновидные с закругленными или заостренными концами, одноклеточные, бесцветные, с каплями жира, 6-7,5 (-10) 2,5-4 (-4,5) мкм.

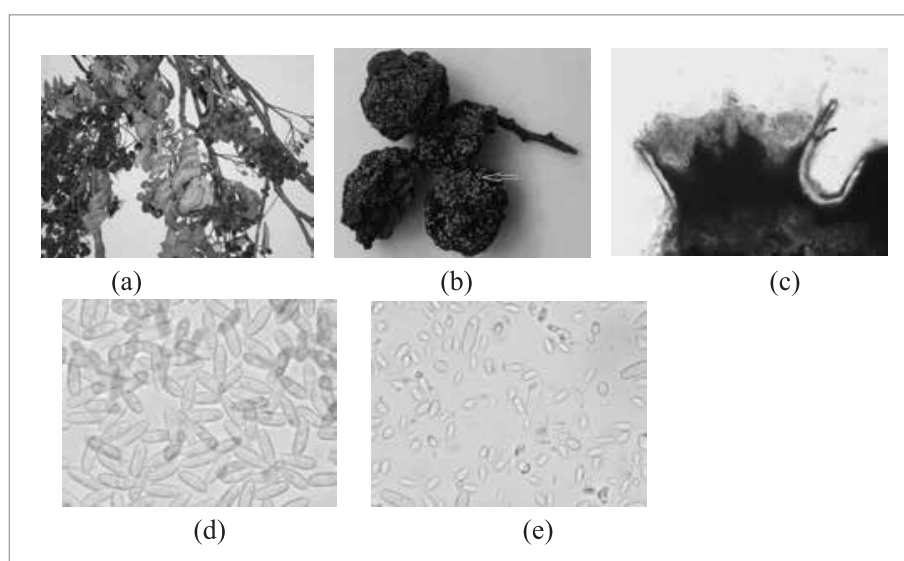


Рисунок 1. Возбудитель болезни рябины — *Gloeosporium aucupariae*: а — поврежденные ягоды рябины; б — ложа на плодах; в — ложе с конидиями; д — макроконидии; е — микроконидии
Figure 1. *Gloeosporium aucupariae* is causing of anthracnose of rowan tree: а — damaged berries; б — lodge on the fruit; в — lodge with conidia; д — macroconidia; е — microconidia.

Таким образом, лесопатологическими исследованиями зеленых насаждений г. Апатиты выявлено, что рябина Городкова поражена антракнозом, возбудителем которого является *Gloeosporium aucupariae*. В последние годы заболевание приобрело массовый характер, поражение рябины антракнозом отмечено также и в других городах региона. Кроме того, в лесу, а также в зеленых насаждениях г. Апатиты на рябине Городкова встречена также ржавчина листьев — *Gymnosporangium clavariiforme* (Wulfen) DC.

Следует отметить, что на разных видах *Sorbus* в Европе заболевания вызываются также грибами: *Nectria cinnabarina* (Tode) Fr., *Coniochaeta pulveracea* (Ehrh.) Munk, *Sphaceloma sorbi* (Rostr.) Jenkins, *Marssonina sorbi* Magnus, *Gymnosporangium cornutum* Arthur ex F. Kern и др., которые являются бореальными типами, и, не ис-

ключено, их появление в будущем и на рябине Городкова. Эти грибы имеют также широкое распространение и в Турции (Selçuk, Hüseyin, 2001).

Система мер борьбы с болезнями рябины должна включать: систематический надзор за появлением и распространением болезни в период с мая по сентябрь, когда проявляются характерные признаки поражения растений; создание оптимальных условий для роста и развития рябины, повышающих ее устойчивость к болезням; прореживание кустов рябины в зеленых посадках города (обрезка тонких стволов с оставлением 1–4 стволов

крупного диаметра); обрезка больных и усохших соцветий, ветвей и отдельных усохших растений с последующим их уничтожением; при массовом распространении болезни обязательно ликвидация осенью источников инфекции — опавших листьев, плодов (сжигание или опрыскивание искореняющими фунгицидами); создание смешанных посадок в озеленении города. Для химических обработок необходимо использовать фунгициды, разрешенные для защиты древесных растений в городских условиях на соответствующий год с соблюдением регламента их применения.

Литература

- Бубенец В. Н., Домбровская А. В., Похилько А. А., Филиппова Л. Н., Царева В. Т. Что растет на Кольской земле / Под ред. Г. Н. Андреева. Апатиты, Кольский научный центр РАН, 1996, 100 с.
- Воронцов А. И., Мозолевская Е. Г., Соколова Э. С. Технология защиты леса. М., Экология, 1991, 304 с.
- Методы экспериментальной микологии. Справочник. Киев, Наукова думка, 1982, 550 с.
- Сезонная жизнь природы Кольского Севера (Растения) 1994–2000 гг. Мурманск, 2001, 68 с.
- Цветков В. Ф. Методические рекомендации по оценке существующего и прогнозируемого состояния лесных насаждений в зоне влияния промышленных предприятий Мурманской области. Архангельск, 1990, 18 с.
- Selçuk F. & Hüseyin E. New records of microfungi species for Turkey. Plants of The Balkan peninsula: into the next millenium. Proceedings of the 2nd Balkan Botanical Congress. Istanbul University Press, 2001, I, p. 337–342.

DAMAGE OF SORBUS GORODKOVII IN URBAN SPACES OF MURMANSK REGION

Isayeva L. G. 1, Hüseyin E. S. 2, Selçuk F. 2

¹ Institute of problems of industrial ecology of the North of the Kola science centre RAS, Apatity, Russia, isaeva@inep.ksc.ru

² Ahi Evran University, Kırşehir, Turkey, ehuseyin@ahievran.edu.tr

It was studied the damages of Sorbus gorodkovii Pojark. in urban spaces of Apatity city in Murmansk region. It was identified the various damages of rowan tree: mechanical damages (39,6%), dry branches (29,9%), the absence of the branches (19,6%), dry tops (8,2%), the damage of leaves (8,5%) and trunks (1,5%), cracks of trunks (1,2%), the oppression. Gloeosporium aucupariae Henn is was identified as the main cause disease of rowan tree. This disease has widespread distribution in the end of the vegetation period.

Key words: rowan tree, urban spaces, damages, plant disease.

ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ РАПСА К ФИТОПАТОГЕНАМ И ВРЕДИТЕЛЯМ С ПОМОЩЬЮ ЭЛИСИТОРОВ

Карпачев В. В. ¹, Савенков В. П. ¹, Воропаева Н. Л. ¹, Артамонов А. ¹, Янина М. М. ²

¹ ГНУ ВНИИ рапса Россельхозакадемии, Липецк, Россия,
bionanotex_1@mail.ru; margarita_48_83@mail.ru

² Россельхозакадемия, Москва, Россия

Изучено влияние препарата Экоств 1/3 с элиситорной активностью на рост, развитие растений, устойчивость к болезням и вредителям, а также урожайность культуры рапса.

Ключевые слова: рапс, индуцирование устойчивости растений, иммунизация, элиситоры.

Биологической особенностью ярового рапса является предрасположенность к повреждению многочисленными вредителями и болезнями, а также низкая конкурентоспособность его на начальных фазах развития (всходы — розетка листьев) к сорным растениям. Это может вызывать снижение урожайности рапса на 30-50%, а в некоторых случаях приводить к полной гибели посевов. В связи с этим центральное место при возделывании рапса на семена занимает интегрированная система защиты его от вредителей, болезней и сорняков.

Стержневая основа интегрированной системы защиты — использование агротехнических, химических и биологических средств. Для защиты рапса от сорняков и вредителей в настоящее время имеется широкий выбор препаратов, в основном, зарубежного производства. Они часто достаточно дороги и могут вызывать нежелательные экологические последствия в агроценозах. Рапс поражается различными болезнями, среди которых наибольшее распространение в условиях ЦЧЗ имеют фузариоз (возбудитель *Fusarium oxysporum* F. *conglutinans* (Wollenw.) W. C. Snyder & H. N. Hansen), фомоз (возбудитель *Leptosphaeria biglobosa* Shoemaker & H. Brun = *Phoma lingam* s. l.) и альтернариоз (возбудитель *Pleospora herbarum* (Pers.) Rabenh. = *Alternaria brassicae* (Berk.) Sacc.). Имеющиеся фунгициды для защиты рапса от этих болезней не всегда достаточно эффективны.

Одним из возможных путей защиты рапса от вредителей и болезней является индуцирование устойчивости растений за счет их иммунизации с помощью элиситоров. Эти вещества в чрезвычайно низких концентрациях способны индуцировать фитоиммунный ответ растений, который основывается на активировании защитных реакций и стимулировании их роста и развития. В настоящее время в России зарегистрирован ряд препаратов, обладающих данным типом активности.

К стимуляторам роста, наиболее часто используемым в производстве, относятся гиббереллины, цитокинины, производные 2-хлорэтилфосфоновой кислоты (этефон, этрел), фузикоцин, соединения, содержащие кремний, и др. Под их воздействием улучшается всхожесть слабозрелых семян, обеспечивается общая высокая всхожесть у семян, замоченных в растворе стимуляторов, значительно повышается энергия прорастания. Например, препарат Крезацин разработан на основе триэаноламиновой соли крезаксиуксусной кислоты. Препараты Экоств 1/3, Экоств 1/6 представляют собой комплекс микроэлементов и биологически активный диоксид кремния, соответственно в гидрофобной и гидрофильной формах. Препарат Эмистим является композицией ростовых веществ цитокининовой

и гибберелиновой природы (продукты метаболизма симбионтного гриба *Ascremonium cichenicola*, выделенного из корней жень-шеня). Препарат Эпин представляет собой синтетический аналог эпибрассинолида из группы гормонов. Препарат Агат 25к является микробиокомпозицией комплексного действия на основе инактивированных бактерий *Pseudomonas aureofaciens* H16, обогащенной макро- и микроэлементами, иммуногенами и биологически активными веществами.

Нами проведены исследования по изучению влияния препарата Экоств 1/3 на рост, развитие растений, устойчивость к болезням и вредителям, а также урожайность культуры рапса. Лабораторные и полевые опыты заложены и исследованы согласно общепринятым методикам и ГОСТам.

Использование препарата Экоств 1/3 при предпосевной обработке семян рапса в лабораторных исследованиях выявило следующее. Обработка семян рапса препаратом Экоств 1/3 способствовала увеличению числа проросших семян в первые сутки проращивания по сравнению с контролем (семена ничем не обработаны) на 9%, энергии прорастания на 3,25%, лабораторной всхожести на 2,75%, длины проростков на 10%, возрастанию их массы на 29,2%.

Для закладки полевых опытов семена рапса за 44 дня до посева обрабатывали препаратом Экоств 1/3 сухим способом из расчета 1 г на 1 кг семян. Семена тщательно перемешивали и оставляли на хранение. Использована агротехнология возделывания рапса, общепринятая для ЦЧЗ. Норма высева семян составила 2,5 млн. шт. /га. В варианте, где семена обработаны препаратом Экоств 1/3 перед посевом, их не инкрустировали, и обработку посевов инсектицидами от крестоцветной блошки не проводили. Площадь учетной делянки 30 м². Повторность опыта четырехкратная. Почва опытного участка — тяжелосуглинистый выщелоченный чернозем.

Исследования показали, что обработка семян рапса препаратом Экоств 1/3 оказывала благоприятное влияние на рост и развитие растений. На 2-е суток раньше, чем в других вариантах опыта появились всходы, а полевая всхожесть составляла 94,4% (в контрольном варианте — 81,2%). Заметное увеличение всхожести отмечалось также при инкрустации семян препаратами инсекто-фунгицидного действия (рапкол, круйзер-рапс, имидалит и др.). Снижение полевой всхожести семян в контрольном варианте обусловлено, с одной стороны, наличием имеющихся возбудителей заболеваний растений рапса, а с другой — изреженностью посевов за счет частичного уничтожения всходов крестоцветной блошкой. Кроме того, следует отметить, что в фазу всходов семядольные листочки в варианте с обработкой семян препаратом Экоств 1/3 имели более интенсивный зеленый цвет.

Обеспечивая повышение полевой всхожести семян рапса, препарат Экоств 1/3 соответственно увеличивал сохранность растений, и это проявлялось как при всходах, так и во время уборки

урожае. Заселенность и поврежденность растений рапса крестоцветной блошкой были несколько выше, чем в варианте с рапколом, но значительно ниже, чем при использовании для посевов необра-

ботанных семян. В результате комплексного защитного и стимулирующего действия препарата Экоств 1/3 на ростовые процессы продуктивность растений рапса увеличилась на 3,5 ц/га, что практически было равноценно использованию дорогостоящих и экологически небезопасных химических средств защиты растений.

Таким образом, применение элиситоров при предпосевной обработке семян позволяет получать экологически чистую продукцию при возделывании масличных капустных культур.

Таблица. Влияние препаратов при обработке семян рапса
Table. Fungicide seed treatment effects on rape plants

№	Наименование наблюдений	Контроль (необработанные семена)	Рапкол 46% с.п.	Экоств 1/3 1г/кг семян
1	Полные всходы, дней после посева	8	8	6
2	Полевая всхожесть, %	81,2	88,0	94,4
3	Густота стояния растений, млн. шт./га: всходы уборка	2,03	2,20	2,36
		1,57	1,74	1,98
4	Заселенность крестоцветной блошкой, экз/100 растений 27.05 (всходы) 06.06	35,4	7,2	12,4
		12,7	2,0	4,9
5	Поврежденность растений, балл: 27.05 (всходы) 06.06	1,51	1,03	1,21
		1,82	1,11	1,34
6	Урожайность, ц/га (НСР 05 – 2,54 ц/га)	20,2	23,1	23,7

THE INCREASING OF RAPE PLANT RESISTANCE TO PATHOGENS AND PESTS BY USING THE ELICITORS

Karpachev V. V. ¹, Savenkov V. P. ¹, Voropaeva N. L. ¹, Artamonov A. ¹, Yanina M. M. ²

¹ Research Institute of oil rape, Russian Academy of Agricultural Sciences, Lipetsk, Russia, bionanotex_1@mail.ru; margarita_48_83@mail.ru

² Russian Academy of Agricultural Sciences, Moscow, Russia

The influence of Ecost 1/3 with preparation elicitor activity on oil rape growth, development, yields, disease and pests resistance was investigated.

Key words: oil rape, plant resistance induction, elicitors.

ИНДУЦИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР К БОЛЕЗНЯМ С ПОМОЩЬЮ СОВМЕСТНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ЭПИНА И САЛИЦИЛОВОЙ КИСЛОТЫ

Ковбасенко Р. В. ¹, Дмитриев А. П. ¹, Дульнев П. Г. ², Ковбасенко В. М. ³, Ящук В. У. ⁴

¹ Институт клеточной биологии и генетической инженерии НАН Украины, Киев, dmyt@voliacable.com

² Институт биоорганической химии и нефтехимии НАН Украины, Киев

³ Институт механизации и электрификации сельского хозяйства НААН Украины, Глеваха

⁴ Институт агроэкологии НААН Украины, Киев

Показано, что комбинированный препарат, состоящий из эпина и салициловой кислоты, при обработке вегетирующих растений картофеля, томата, огурца и лука оказывает фитозащитное действие. Техническая эффективность препарата против возбудителей фитофтороза, альтернариоза и пероноспороза составляет 50-60%.

Ключевые слова: биотические элиситоры, овощные культуры, брассиностероиды, урожай.

Негативные изменения окружающей среды сопровождаются ростом рисков для здоровья человека. Особую опасность вызывает наличие остатков пестицидов и их токсичных метаболитов в составе сельскохозяйственной продукции.

Использование химического метода защиты растений является основным. Современное растениеводство без пестицидов невозможно. Однако почти все они относятся к числу соединений, среди которых встречаются мутагены и канцерогены, и способны накапливаться в растительных тканях.

Альтернативой применению пестицидов являются биологические методы защиты растений. Одним из наиболее перспективных биологических методов защиты является индуцирование устойчивости растений (Озерцовская, 1994; Тютерев, 2002). Вещества фитопатогенов, вызывающие такую устойчивость, называются биотическими элиситорами. Обработка растений такими элиситорами направлена не на уничтожение па-

тогенов, а на активацию защитных реакций самих растений. С помощью элиситоров можно сократить количество обработок посевов пестицидами и уменьшить их остаточные количества в продукции растениеводства (Дмитриев и др., 2005).

Однако метод индуцирования устойчивости растений не лишен недостатков. К их числу относится невысокий (25–30%) уровень защиты растений. Одной из возможностей повысить эффективность защитных свойств элиситоров является добавление к ним системных сигнальных молекул, которые транспортируются по флоэме в отдаленные части растения, где и индуцируют защитные эффекты (Тарчевский, 2002).

Цель работы состояла в разработке композиционного препарата, состоящего из элиситора эпина и салициловой кислоты (СК). Брассиностероиды, как известно, вступают во взаимодействие с гормонами растений, существенно меняя их качественный состав (Хрипач и др., 1993; Ковалев, 1998). СК участвует не только в межкле-

Таблица 1. Фитозащитное действие препарата (эпин + СК) на овощных культурах
Table 1. Phytoprotective effect of combined preparation (Epin + SA) on vegetable crops

Заболевание	Контроль, без обработки		Эпин, 20 мг/га		СК, 0,04 кг/га		СК, 0,03 кг/га + эпин, 15 мг/га	
	РБ	ТЭ	РБ	ТЭ	РБ	ТЭ	РБ	ТЭ
Картофель, сорт Луговской								
Фитофтороз	20,4	0	10,0	51,0	11,0	46,1	8,4	58,8
Альтернариоз	12,0	0	6,4	46,7	6,8	43,3	5,6	53,3
Томат, сорт Лагидный								
Фитофтороз	22,6	0	10,8	52,2	11,3	50,0	8,8	61,1
Альтернариоз	10,4	0	5,8	44,2	6,4	38,5	4,8	53,8
Томат, сорт Хорив								
Фитофтороз	19,6	0	9,8	50,0	10,6	45,9	8,8	55,1
Альтернариоз	10,0	0	5,6	44,0	6,4	36,0	4,8	52,0
Томат, сорт Бобрицкий								
Фитофтороз	24,0	0	12,8	46,7	14,2	40,8	12,0	50,0
Альтернариоз	9,6	0	5,2	45,8	5,6	41,7	4,8	50,0
Томат, сорт Боровской								
Фитофтороз	22,8	0	12,0	47,4	12,7	44,3	11,2	50,9
Альтернариоз	10,4	0	5,6	46,2	6,3	39,4	5,0	51,9
Томат, сорт Флора								
Фитофтороз	26,8	0	14,2	47,0	15,3	42,9	13,4	50,0
альтернариоз	14,0	0	7,2	48,6	7,7	45,0	7,0	50,0
Огурец, сорт Джерело								
Пероноспороз	12,8	0	7,2	43,8	7,6	40,6	6,4	50,0
Лук 1-го года, сорт Сквирский								
Пероноспороз	16,0	0	9,0	43,8	9,8	38,8	7,8	51,3
Лук 2-го года, сорт Сквирский								
Пероноспороз	32,8	0	19,8	39,6	20,8	36,6	16,0	51,2

Примечание: РБ – развитие болезни; ТЭ – техническая эффективность.

точном транспорте, но играет важную роль в активации ряда сигнальных систем растений, таких как НАДФН-оксидазная, NO-синтазная и МАР-киназная (Дмитриев, 2003; Лапа и др., 2011). Поскольку механизмы действия эпина и СК существенно различаются, мы предположили, что их совместное действие могло бы иметь высокий фитозащитный эффект.

Работа проведена в условиях вегетационных опытов и на полевых стационарах. Фитопатологические учеты пораженности растений и степени развития болезни, а также определение биохимических показателей проводили стандартными методами (Методика, 2001). За 3-4 дня до прогнозного появления симптомов заболеваний проводили обработку вегетирующих растений водными растворами эпина и СК из расчета 400 л/га рабочего раствора. Через 14 дней обработку повторяли. Было проведено по пять учетов развития заболеваний и средние значения представлены в табл. 1.

Оказалось, что обработка вегетирующих растений композиционным препаратом повышает их устойчивость к наиболее распространенным в Лесостепной зоне Украины болезням. Мы попытались выяснить биохимическую природу повышения болезне-устойчивости растений, обработанных этим препаратом, и решили начать с анализа изменений активности пероксидазы и кислотности клеточного сока.

Из табл. 2 видно, что у обработанных препаратом растений томата повышается активность пероксидазы. Этот фермент, как

Таблица 2. Активность пероксидазы у растений томата сорта Лагидный, мг/экв·мин
Table 2. Peroxidase activity in tomato plants cv. Lagidny, mg/eq·min

Вариант опыта	Результаты анализа			
	до обработки	после обработки		
		на 2-й день	на 5-й день	на 8-й день
Контроль, без обработки	11,49	11,52	11,50	11,51
Эпин, 20 мг/га	11,49	15,29	14,00	13,05
СК, 0,04 кг/га	11,49	14,88	13,75	12,68
СК, 0,03 кг/га + эпин, 15 мг/га	11,49	15,93	14,89	13,78

известно, способен использовать пероксид водорода, образующийся в результате окислительного взрыва, для механического упрочнения (лигнификации) клеточных стенок.

Повышение кислотности клеточного сока в растениях томата (табл. 3) также может быть связано с индукцией защитных реакций растений в ответ на инфицирование. Ранее была выдвинута гипотеза, согласно которой при повышении кислотности клеточного сока у растений томата происходит активация синтеза стероидных гликоалкалоидов (α -томатин, томатизин) (Андрющенко и др., 1975).

Таблица 3. Кислотность клеточного сока у растений томата с. Лагидный, % на сырое вещество
Table 3. Acidity of the cell sap in plants tomato cv. Lagidny, % of raw material

Вариант опыта	Результаты анализа			
	до обработки	после обработки		
		на 2-й день	на 5-й день	на 8-й день
Контроль, без обработки	0,45	0,46	0,46	0,45
Эпин, 20 мг/га	0,45	0,58	0,54	0,50
СК, 0,04 кг/га	0,45	0,56	0,52	0,49
СК, 0,03 кг/га + эпин, 15 мг/га	0,45	0,64	0,59	0,55

Литература

- Андрющенко В. К., Жученко А. А., Затуливетер В. И. Экспресс-метод определения растворимого α -томатина в растениях томатов // Селек. и генетика овощн. Культур, 1975, 1, с. 251–255.
- Дмитриев А. П., Полищук В. П., Гродзинский Д. М. Индуцирование системной устойчивости у растений // Вестн. Харьковского нац. аграрн. ун-та. Сер. Биология, 2005, 6, с. 19–27.
- Дмитриев А. П. Сигнальные молекулы растений для активации защитных реакций в ответ на биотический стресс // Физиол. растений, 2003, 3, с. 1–10.
- Озерецковская О. Л. Индуцирование устойчивости растений биогенными элиситорами фитопатогенов // Прикл. биохим. и микробиол., 1994, 30, 5, с. 325–339.
- Ковалев В. М. О характере физиологических реакций при воздействии на растения экзогенных регуляторов роста химической и физической природы // Сельскохозяйственная биология, 1998, 1, с. 91–100.
- Лапа О. М., Ковбасенко Р. В., Ковбасенко В. М., Дмитриев О. П. Салициловая кислота в рослинництві. Київ, Колобів, 2011, 75 с.

Методика дослідної справи в овочівництві і багтанництві. Харків, Основа, 2001, 369 с.

Тарчевский И. А. Сигнальные системы клеток растений. М., Наука, 2002, 294 с.

Тюттерев С. Л. Научные основы индуцированной болезнестойчивости растений. Санкт-Петербург, ООО «ИЦЗР» ВИЗР, 2002, 328 с.

Хрипач В. А., Лахвич Ф. А., Жабинский В. Н. Брассиностероиды. Минск, Наука и техника, 1993, 287 с.

INDUCED DISEASE RESISTANCE OF VEGETABLE CROPS WITH THE COMBINED USE OF EPIN AND SALICYLIC ACID

Kovbasenko R. V. ¹, Dmitriev A. P. ¹, Dulnev P. G. ², Kovbasenko V. M. ³, Yaschuk V. U. ⁴

¹ Institute of Cell Biology and Genetic Engineering, Kyiv, Ukraine, dmyt@voliacable.com

² Institute of Bioorganic Chemistry and Petrochemistry of National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

³ Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture, Ukrainian Academy of Agricultural Sciences, c. Hlevaha, Vasylkiv distr., Kyiv reg., Ukraine

⁴ Institute of Agroecology Ukrainian Academy of Agricultural Sciences, Kyiv, Ukraine

It was shown that the composite product consisting of Epin and salicylic acid has protective action on vegetative potatoes, tomatoes, cucumber and onion. The technical efficiency against diseases which causing by Phytophthora, Alternaria and Peronospora fungi is about 50-60%.

Key words: Biotic elicitors, vegetables, harvest.

ИНТЕГРИРОВАННАЯ ЗАЩИТА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ОТ ОСНОВНЫХ БОЛЕЗНЕЙ В КАЗАХСТАНЕ

Койшыбаев М.

Казахский НИИ защиты и карантина растений,
mkoyshibayev@mail.ru

На основе многолетних исследований в различных почвенно-климатических зонах республики разработана интегрированная система защиты зерновых колосовых культур от основных болезней, включающая обработку семян, агротехнические приемы, регулирующие многолетнюю динамику их распространение и развитие. При угрозе эпифитотий болезней с воздушно-капельной инфекцией рекомендуется обработка посевов фунгицидами, с учетом прогноза их развития и возможных потерь урожая. Из международных питомников пшеницы отобраны источники устойчивости к твердой головне и желтой ржавчине озимой, бурой ржавчине, септориозу и желтой пятнистости яровой пшеницы. Определены патотипный состав *Puccinia triticina*, *P. striiformis* и эффективные гены для селекции.

Ключевые слова: агротехнология, ржавчина, септориоз, прогноз, селекция, устойчивость

Производство зерна было и остается важным стратегическим ресурсом, базовой отраслью сельскохозяйственного производства Казахстана. В последние годы республика производит ежегодно до 20-25 млн., экспортирует до 5 млн. тонн зерна. При благоприятных условиях погоды и высокой агротехнике сорта яровой пшеницы, созданные селекционерами, дают урожай до 4-5 тонн зерна с 1 гектара с высоким содержанием клейковины. Однако средняя урожайность зерновых культур не превышает 13-15 ц/га, что обусловлено

абиотическими и биотическими стрессами, в частности, болезнями, которые в годы эпифитотийного развития снижают урожай до 10-25% и более.

Видовой состав болезней пшеницы — основной продовольственной культуры — заметно отличается в зависимости от региона. В северном Казахстане, основной зоне производства товарного зерна, особую опасность для яровой пшеницы представляют бурая (*Puccinia triticina* Erikss. et Senn.) и стеблевая ржавчина (*Puccinia graminis* Pers. F. sp tritici), септориоз (*Stagonospora*

nodorum Berk, *Septoria tritici* Rob. Et Desm.), желтая пятнистость или пиренофороз (*Pyrenophora tritici-repentis* Died. Drechslera) и гельминтоспориозно-фузариозная корневая гниль (*Bipolaris sorokiniana* Sacc., *Fusarium* sp). В южном регионе, где, в основном, возделывают озимую пшеницу, широко распространены и вредоносны желтая ржавчина (*Puccinia striiformis* West), септориоз и желтая пятнистость, твердая и карликовая головни (*Tilletia caries* DC Tul. и *T. controversa* Kuhn) (Койшыбаев, 2002, 2010; Койшыбаев и др., 2004).

В республике разработке и совершенствованию интегрированных систем защиты зерновых культур от наиболее доминирующих болезней уделялось постоянное внимание. В период 1991-2010 гг. исследования проводились на полях Казахского НИИ земледелия и растениеводства, Казахского (бывший Всесоюзный) НИИ зернового хозяйства им. А. И. Бараева, Костанайского НИИ сельского хозяйства, Северо-Казахстанской, Торгайской и Карабалыкской сельскохозяйственных опытных станций, расположенных в предгорной и горной, сухостепной, засушливостепной, горно-сопочной и лесостепной зонах. На многолетних стационарных опытах по севооборотам (зернопаровой, зернопаропропашной, зерноотравяной, сидеральный и др.), технологиям обработки почвы (отвальная, плоскорезная, минимальная и нулевая) определялось влияние предшественников, удобрений, сроков и норм посева семян и других агроприемов на многолетнюю динамику болезней с почвенной (корневая гниль) и воздушно-капельной инфекцией (септориоз, гельминтоспориоз, виды ржавчины). Многолетними исследованиями установлено, что агротехнические приемы, особенно предшественники в севооборотах, играют определенную роль в регулировании распространения, динамики развития и вредоносности болезней зерновых культур, инфекция которых сохраняется на растительных остатках и в почве (Койшыбаев, 2002).

В 1991-2000 гг. большое внимание уделялось формированию ассортимента препаратов для обработки семян и фунгицидов, применяемых в период вегетации против болезней с воздушно-капельной инфекцией. В северном, юго-восточном и других регионах республики определялась биологическая и хозяйственная эффективность новых системных препаратов из группы карбоксина, триадимефона, азола, флутриафола против болезней с семенной инфекцией (виды головни, корневая гниль, плесневение) и корневой гнили. На инфекционном фоне установлено, что среди внесенных в реестр сортов озимой и яровой пшеницы, а также пленчатых культур (ячмень просо, овес) практически нет устойчивых к видам головни. В связи с этим для их защиты от головневых

и других болезней рекомендовано протравливание посевного материала в качестве профилактического приема. Все системные препараты показали высокую эффективность в отношении наружных видов головни, обеспечивая полное оздоровление посевов. Кроме того, они подавляют развитие плесневых грибов, инфекции септориоза и гельминтоспориоза, защищая от корневой гнили в фазу всходов. В последние годы большое внимание уделялось индукторам устойчивости растений к абиотическим и биотическим стрессам и биологической защите зерновых культур. Исследования проводились совместно с Институтом микробиологии и вирусологии и Институтом химических наук. Получены инновационные патенты на активные штаммы *Bacillus setaceus*, а также на повышение устойчивости зерновых культур путем обработки семян и посевов в период вегетации супергуматом (гуминовая кислота) в отдельности и в сочетании с микроэлементами (цинк и марганец). Определены оптимальные нормы их расхода и композиции, биологическая, хозяйственная и экономическая эффективность обработки семян колосовых зерновых культур и посевов.

Многолетние исследования, в том числе в годы эпифитотийного развития болезней, показали, что допущенные к использованию сорта яровой пшеницы восприимчивы к видам ржавчины, септориозу и желтой пятнистости. Чтобы не допустить огромных потерь урожая неизбежна обработка посевов фунгицидами, что осуществляется за счет средств госбюджета и товаропроизводителей. В связи с этим, большое значение имеет определение экономической и экологической целесообразности применения фунгицидов с учетом прогноза развития болезней и возможных потерь урожая. На основе корреляционного и регрессионного анализов многолетних данных областных станций защиты растений (1965-1990 гг.) и наших стационарных исследований (1976-2000 гг.) по динамике развития бурой ржавчины и септориоза на яровой пшенице установлено, что основными предикторами прогностических моделей их развития в северном регионе являются гидротермические режимы, сумма осадков и относительная влажность воздуха июня и июля (Койшыбаев, 2002).

В последние годы, в связи с широким внедрением нулевой и минимальной технологии возделывания полевых культур, создались благоприятные условия для патогенов с инфекцией, сохраняющихся на пожнивных остатках растений. Установлено, что технология подготовки почвы существенно не влияет на пораженность пшеницы корневой гнилью, в отдельные годы она снижалась заметно, особенно при нулевом

посеве на фоне азотно-фосфорных удобрений. В плодосменном севообороте при размещении пшеницы по гороху и рапсу септориоз и желтая пятнистость проявляются позже и пораженность посевов ниже, по сравнению с повторными ее посевами после пара.

Создание сортов яровой пшеницы, устойчивых к особо опасным болезням, и внедрение их в производство в экономическом и экологическом аспекте являются выгодным методом защиты растений. Для успешной селекции этой культуры на устойчивость к облигатным паразитам, в частности, к видам ржавчины и септориозу проводили поиск источников или доноров устойчивости. В период 2001-2010 гг. проводили оценку генофонда пшеницы, представленной международным центром СИММИТ из питомников СИММИТ-Мексика, ПОЯМП (питомник отбора мягкой пшеницы), ПМПЛА (питомник мягкой пшеницы из стран Латинской Америки, Китая и других стран), Septon (септориозоустойчивые образцы), TSRM (Tan spot resistance materials). На фоне эпифитотийного развития болезней отобраны сортообразцы, обладающие групповой устойчивостью к листовой ржавчине, септориозу и желтой пятнистости, выносливые к абиотическому стрессу. Они переданы для пополнения генетических ресурсов пшеницы в генбанк и селекционерам для использования при гибридизации в качестве источников устойчивости. С использованием изогенных линий пшеницы сорта Thatcher определялись эффективные гены для селекции яровой пшеницы на устойчивость к бурой ржавчине и патотипный состав ее возбудителя в разных регионах, изменения, происходящие в структуре популяции патогена. Высокой резистентностью к местным патотипам *P. recondita* характеризовались линии Тэтчер с генами *Lr9*, *Lr24*, *Lr29*, *Lr35*, *Lr37* и сорта пшеницы, содержащие пирамиду *Lr*-генов и ген замедленного развития (Slow Rusting) ржавчины. Аналогичные исследования проводили и в юж-

ном и юго-восточном регионах Казахстана по желтой ржавчине пшеницы. Многолетний анализ показал, что высокой эффективностью к ее патотипам отличаются линии с генами: *Yr3*, *Yr3V*, *Yr4+*, *Yr6+*, *Yr9+*, *Yr10*, *Yr15*, *Yr27*, *YrAPR*, *YrN*, *YrSP* *YrSD*, *YrSV*, а также пирамидой генов — *Yr6+* *Yr7*, *Yr8+* *Yr18*, *Yr2+* *Yr11+* *Yr25*, не эффективны — *YrA*, *Yr1*, *Yr6*, *Yr9*, *Yr1*, *Yr17*, *Yr18*, *Yr28* (Койшыбаев, 2010; Койшыбаев и др., 2004).

С 2001 г. совместно с Карабалыкской опытной станцией проводится селекция яровой мягкой пшеницы на устойчивость к бурой ржавчине и септориозу, в том числе, по Программе КАСИБ. Последняя создана по инициативе международного центра СИММИТ, участниками ее являются 17 научно-исследовательских учреждений Казахстана, Западной Сибири, Южного Урала и Алтайского края. В 12 пунктах, отличающихся по почвенным и климатическим условиям, проводится экологическая оценка новых сортов яровой пшеницы, в том числе, на устойчивость к листовой и стеблевой ржавчине и септориозу.

В связи со стремительным распространением новой агрессивной расы стеблевой ржавчины *Ug-99* возникла угроза продовольственной безопасности во многих странах мира (Койшыбаев, 2010). Она также представляет опасность для Казахстана и Российской Федерации. В связи с этим, в северо-западном и северном регионах республики с 2011 г. использованием набора *Sr* линии пшеницы ведется мониторинг структуры популяции возбудителя стеблевой ржавчины. При содействии СИММИТ на инфекционном фоне Института сельского хозяйства Кении проводится оценка новых ее сортов. Устойчивостью к расе *Ug-99* выделялись сорта Степная 17, Степная 62 и «Фитон». В 2012 г. при поддержке ФАО для скрининга к этой расе переданы все допущенные к использованию в Северном Казахстане и перспективные сорта яровой пшеницы.

Литература

- Койшыбаев М. *Болезни зерновых культур*, Алматы Бастау, 2002, 347 с.
- Койшыбаев М. *Мониторинг бурой и стеблевой ржавчины пшеницы в северном Казахстане и селекция ее на комплексную устойчивость. Материалы международной конференции: «Научное обеспечение АПК стран таможенного Союза»*, Астана, 2010, с. 90–96.
- Койшыбаев М. *Распространение и развитие желтой пятнистости пшеницы в Казахстане // Микология и фитопатология*. 2010, 45 (2), с. 177–186
- Койшыбаев М., Моргунов А. И., Яхияуи А., Рсалиев Ш. С., Есимбекова М. А., Жунусова М. А. *Фитопатологическая оценка озимой пшеницы к основным грибным болезням // Эволюция научных технологий в растениеводстве*. Краснодар, 2004, с. 363–371.

INTEGRATED CONTROL OF CEREAL CROPS FROM MAIN DISEASES IN KAZAKHSTAN

Koyshibayev M.

*Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine,
Almaty, Kazakhstan, mkoyshibayev@mail.ru*

On the basis of the research for many years in the different soil-climatic zones of the Republic Kazakhstan an integrated system of protection of cereal crops against main diseases was developed. This is including the treatment of seeds, agrotechnical methods, which are regulating the dynamics of pathogen distribution and development of diseases. It was recommended the treatment of crops with fungicides for control of harmful diseases and prevents reduce harvest losses. From the International wheat nurseries selected the sources of resistance to common bunt and yellow rust of winter wheat, leaf rust and tan spot of spring wheat. The structure of *Puccinia striiformis* и *P. triticina* populations and effective genes for breeding were determined

Key words: wheat, rust, septoria leaf blotch, variety, breeding, resistance.

КОМПЛЕКСЫ МИКРОСКОПИЧЕСКИХ ГРИБОВ В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЫБРОСОВ КОМБИНАТА «ПЕЧЕНГАНИКЕЛЬ»

Корнейкова М. В.

*Институт проблем промышленной экологии Севера (ИППЭС) КНЦ РАН,
Апатиты, Россия, korneykova@inep.ksc.ru*

Выполнен анализ микробиоты воздушной среды и почвы на различном расстоянии от источника выбросов медно-никелевого комбината «Печенганикель». По мере приближения к комбинату численность микроскопических грибов снижается. Выявлена прямая корреляция содержания грибных пропагул в воздухе и их содержания в почве. Разнообразие микроскопических грибов представлено 12 и 9 видами для почвы и воздуха, соответственно. Во всех местах отбора доминировали грибы рода *Penicillium*.

Ключевые слова: почва, воздух, микроскопические грибы, видовое разнообразие.

Комбинат «Печенганикель» расположен в северо-западной части Кольского полуострова у границы с Норвегией на двух промышленных площадках: в г. Заполярном и п. Никель. Приоритетными загрязняющими веществами в составе его выбросов являются тяжелые металлы (медь, никель), сернистый газ. Изучение взаимодействия различных поллютантов, содержащихся в выбросах промышленных предприятий, и микромицетов почв имеет важное значение, так как эти организмы являются обязательным компонентом всех наземных биоценозов, осуществляют деструкцию органических веществ и являются индикаторами загрязнения почв различными соединениями. Воздушная среда обитания не благоприятна для развития микромицетов из-за недостаточного количества питательных веществ или их полного отсутствия, ультрафиолетового облучения и высушивания. Однако грибы способны длительный период сохранять свою жизнеспособность в воздухе. Главным источником загрязне-

ния воздушной среды является почва. Частично микромицеты попадают в воздух из открытых водоемов с капельками воды, от человека, животных, растений.

Пробы воздуха и почв по градиенту загрязнения (трансекте) аэротехногенными выбросами комбината «Печенганикель» отбирали в юго-западном направлении к заповеднику «Пасвик» с шагом 1-5 км, общей протяженностью 50 км. Отбор проб воздуха над площадками осуществляли автоматическим переносным пробоотборником ПУ-1Б, с принудительным осаждением микробов из воздуха на поверхность питательной среды — мясо-пептонный агар. Пропускали по 250 л воздуха на каждой площадке в 3 повторностях. Для микологического анализа пробы из органогенного горизонта отбирали стерильно в 3-5 точках и готовили для анализа смешанный образец. Численность микромицетов определяли методом посева на суло-агар с добавлением молочной кислоты. Анализ биологического разнообразия грибов выполнен на

основе культурально-морфологических признаков с использованием классических определителей.

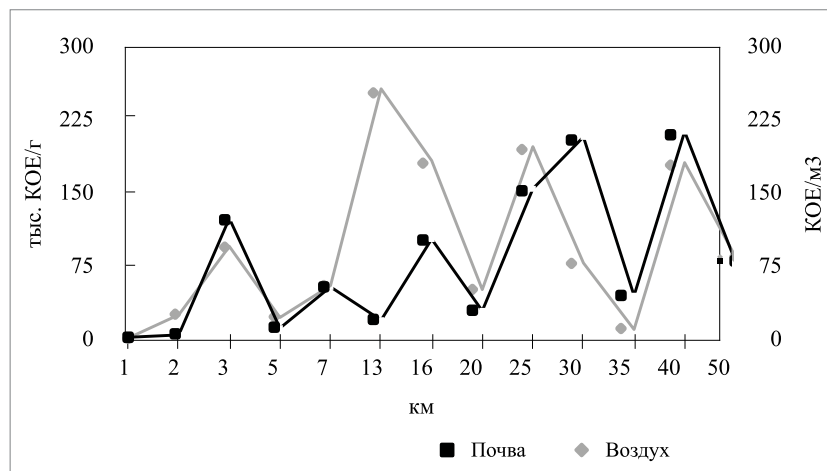


Рисунок 1. Численность грибов в почве (тыс. КОЕ/г) и воздухе (КОЕ/м³)
Fig. 1. The number of fungi in the soil (thousands CFU/g) and air (CFU/m³)

Грибы играют важную роль в процессах трансформации органического вещества в почвах, аккумуляции тяжелых металлов и выполняют средорегулирующие функции в почве. Несмотря на более высокую устойчивость грибов к меди и никелю относительно бактерий (Евдокимова, 1995), они также снизили свою численность в почвах, испытывающих сильный техногенный пресс на протяжении семи десятилетий. Однако уже на расстоянии 3-7 км их численность начинает восстанавливаться, достигая 100-200 тыс. КОЕ в 1 г против 3-5 тыс. КОЕ/г вблизи источника выбросов.

Прослеживается прямая зависимость содержания грибных пропагул в воздухе (это в ос-

новном споры, имеющие защитные механизмы к неблагоприятным факторам) от их содержания в почве (рис. 1). Именно из почвы поступает в воздух основное количество микромицетов.

В целом численность грибов в лесных почвах исследованных площадок соответствует показателям численности в приграничных лесных почвах Северной Фенноскандии (Евдокимова, Мозгова, 2001).

Из воздушной среды выделено 9 видов микроскопических грибов (табл. 1), относящихся к 4 родам (*Alternaria*, *Cladosporium*, *Gongronella*, *Penicillium*), 4 семействам (*Cunninghamellaceae*, *Davidiellaceae*, *Pleosporaceae*, *Trichocomaceae*), 4 порядкам (*Capnodiales*, *Eurotiales*, *Mucorales*, *Pleosporales*), 3 классам (*Dothideomycetes*, *Eurotimycetes*, *Incertae sedis*) и 2 отделам (*Ascomycota* и *Zygomycota*), и группа грибов со стерильным мицелием.

Выделены следующие виды грибов: *Alternaria alternata*, *Gongronella butleri*, *Hormodendron cladosporioides*, *Penicillium chermesinum*, *P. decumbens*, *P. glabrum*, *P. raistrickii*, *P. spinulosum*, *P. thomii*, *Sterilia mycelia white*. Среди них наиболее часто встречались: *Penicillium raistrickii*, *Hormodendron cladosporioides*. Доминировали в воздухе грибы рода *Penicillium*.

Из почвы выделено 12 видов микроскопических грибов (табл. 2), относящихся к 6

Таблица 1. Встречаемость видов микроскопических грибов в воздушной среде исследуемого района в зависимости от расстояния до комбината

Table 1. Distribution of microscopic fungi in air depends on the distance to the factory

Вид	Расстояние от источника загрязнения, км													
	1	2	3	5	7	10	13	16	20	25	30	35	40	50
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.				+	+	+			+		+			
<i>Gongronella butleri</i> (Lendn.) Peyronel et Dal Vesco	+													
<i>Hormodendron cladosporioides</i> (Fresen.) Sacc.					+	+	+	+	+	+	+		+	+
<i>Penicillium raistrickii</i> G. Sm.			+	+	+		+	+	+		+	+	+	+
<i>P. glabrum</i> (Wehmer) Westling								+			+			+
<i>P. chermesinum</i> Biourge													+	
<i>P. thomii</i> Maire						+	+		+					
<i>P. decumbens</i> Thom											+			
<i>P. spinulosum</i> Thom				+	+	+	+	+	+	+	+		+	
<i>Sterilia mycelia white</i>		+												

Примечание. Плюс означает — вид выделен, пропуск — отсутствие вида.

родам (*Aureobasidium*, *Gongronella*, *Mucor*, *Penicillium*, *Torula*, *Trichoderma*), 6 семействам (*Cunninghamellaceae*, *Dothioraceae*, *Mucoraceae*, *Hypocreaceae*, *Incertae sedis*, *Trichocomaceae*), 5 порядкам (*Dothideales*, *Eurotiales*, *Hypocreales*, *Mucorales*, *Incertaesedis*), 4 классам (*Dothideomycetes*, *Eurotiomycetes*, *Sordariomycetes*, *Incertae sedis*) и 2 отделам (*Ascomycota* и *Zygomycota*), и группа грибов со стерильным мицелием.

Вблизи комбината разнообразие микроскопических грибов значительно снижается по сравнению с удаленными участками. Так, в зоне до трех километров от предприятия в почве доминировал гриб *Trichoderma viride* и редко встречался *Torula lucifuga*. Практически на всех

участках (от 3 до 50 км) доминировал по обилию гриб *Penicillium raistrickii*. Виды *Aureobasidium pullulans* и *P. multicolor* встречались практически на всех удаленных от завода участках, но относились к группе редких видов.

Таким образом, численность микроскопических грибов и их разнообразие в воздухе и почве исследованных площадок снижались по мере приближения к комбинату. Выявлена прямая корреляция содержания грибных спор в воздухе и их содержания в почве. Разнообразие микроскопических грибов представлено 12 и 9 видами для почвы и воздуха соответственно. Во всех средах доминировали по разнообразию грибы рода *Penicillium*.

Таблица 2. Встречаемость видов микроскопических грибов в почве в зависимости от расстояния до комбината
Table 2. Distribution of microscopic fungi in the soil samples depends on the distance to the factory

Вид	Расстояние от источника загрязнения, км													
	1	2	3	5	7	10	13	16	20	25	30	35	40	50
Отдел Zygomycota Класс Incertae sedis Порядок Mucorales Семейство Cunninghamellaceae														
<i>Gongronella butleri</i> (Lendn.) Peyronel et Dal Vesco			+				+							
Семейство Mucoraceae														
<i>Mucor hiemalis</i> Wehmer														
Отдел Ascomycota Класс Eurotiomycetes Порядок Eurotiales Семейство Trichocomaceae														
<i>Penicillium hirsutum</i> var. <i>hirsutum</i> Dierckx			+		+			+	+				+	
<i>P. multicolor</i> Grig.-Man. and Porad.			+	+	+			+		+		+	+	+
<i>P. raistrickii</i> Smith.			+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
<i>P. simplicissimum</i> (Oudem.) Thom									+					
<i>P. thomii</i> Maire					+			+			+	+	+	
<i>P. trzebinskii</i> K.M. Zalessky			+			+		+	+	+	+			
Класс Dothideomycetes Порядок Dothideales Семейство Dothioraceae														
<i>Aureobasidium pullulans</i> (De Bary) Arnaud			+		+		+	+	+	+	+		+	+
<i>Aureobasidium pullulans</i> var. <i>melanogenum</i> (De Bary) Arnaud										+				
Класс Sordariomycetes / Порядок Hypocreales / Семейство Hypocreaceae														
<i>Trichoderma viride</i> Pers.	+	+				+								
Класс Incertae sedis / Порядок Incertae sedis / Семейство Incertae sedis														
<i>Torula lucifuga</i> Oudem.	+													
<i>Sterilia mycelia</i> white				+		+	+	+	+			+		

Примечание. Плюс означает — вид выделен, пропуск — отсутствие вида.

Литература

Евдокимова Г. А. Эколого-микробиологические основы охраны почв Крайнего Севера. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1995, 272 с.

Евдокимова Г. А., Мозгова Н. П. Микроорганизмы тундровых и лесных подзолов Кольского Севера. Апатиты. Изд-во КНЦ РАН, 2001, 184 с.

THE COMPLEXES OF MICROSCOPIC FUNGI IN THE IMPACT ZONE OF EMISSIONS BY THE FACTORY OF «PECHENGANICKEL»

Korneykova M. V.

Institute of the North Ecology Industrial Problems of Kola Science Centre of Russian Academy of Sciences, Apatity, Russia, korneykova@ineP.ksc.ru

The analysis of air and soil mycobiota at different distances from the emission source of copper-nickel factory «Pechenganickel». With decreasing the distance to the factory the number of microscopic fungi was reducing. The correlation between number of fungal propagules in the air of their number in the soil is revealed. Diversity of microscopic fungi represented 12 and 9 species for soil and air, respectively. In all environments *Penicillium* fungi dominated.

Key words: soil, air, microscopic fungi, species diversity.

РАЗВИТИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ ПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ РОДА *FUSARIUM*, ПАРАЗИТИРУЮЩИХ НА ЛЮПИНАХ, НАЧАТЫХ А. А. ЯЧЕВСКИМ

Корнейчук Н. С., Ткаченко Н. В.

ННЦ «Институт земледелия НААН», Киев, Украина, zemledel@mail.ru

Люпины представляют большой интерес, как источник растительного белка и средство обогащения почвы азотом. С самого начала их культивирования отмечалась высокая пораженность фузариозом. А. А. Ячевский первым в России обратил внимание на это заболевание и указал на необходимость разработки мер по его ограничению. Излагаются результаты изучения грибов рода *Fusarium*, паразитирующих на люпинах в Украине и достижения в создании устойчивых к ним сортов.

Ключевые слова: грибы рода Fusarium, штаммы, инфекционный фон, люпины, устойчивые сорта.

В начале XX века проявился интерес к культуре люпина, как растению, способному фиксировать азот из воздуха и обогащать им почву. Выращивали люпин узколистый (*Lupinus angustifolius*) для запашки на зеленое удобрение. К 1912 г. были обнаружены первые очаги фузариозного увядания в России в бывшей Минской губернии. Болезнь оказалась вредоносной. А. А. Ячевский в «Ежегоднике сведений о болезнях...» (Ячевский, 1917) приводит сообщение агронома Возненко, из которого следует, что люпиносеющие хозяйства оказались в настолько затруднительном положении, что перед ними встал вопрос о целесообразности сеять люпин в тех местностях, где он так сильно поражается.

Образцы пораженных растений были доставлены в лабораторию А. А. Ячевского, проведены исследования болезни и выделены в качестве возбудителей патогенные грибы рода *Fusarium*. Поэтому Артура Артуровича следует считать основателем этого направления исследований. В упомянутой выше работе, понимая опасность распространения фузариозного увядания, он предупреждал: «Если упустить момент и предоставить болезни беспрепятственно распространяться, то бороться с ней будет гораздо труднее».

Пророческие слова А. А. Ячевского сбылись, когда в послевоенные годы в России, Белоруссии, Украине и других странах Европы стали интенсивно культивировать безалкалоидные сорта люпина

желтого (*Lupinus luteus*), которые оказались устойчивыми к фузариозному увяданию.

Насыщение севооборотов люпином, а порой и бессменное его выращивание на легких песчаных почвах, привело к накоплению патогенных фузариев в почве, массовому развитию фузариозного увядания, а также фузариозной корневой гнили. Пораженность растений часто достигала 90-100% и урожай не собирали вообще. Зараженные земли становились непригодными для возделывания люпина.

В Украине в период с 1965 г. по 1975 г. от эпифитотий фузариозного увядания площадь посева люпина на зерно сократилась с 174,6 тыс. га до 87,4 тыс. га, а валовой сбор зерна — с 167,8 до 52,4 тыс. т. Большие потери урожая отмечались в России, Белоруссии и других странах. В результате устойчивых и сильных выпадений люпина от фузариозного увядания прекращали его выращивание на семена во многих районах Центральной Европы (Wuttke, 1943).

Такое положение требовало от ученых люпиносеющих стран исследовать грибы рода *Fusarium*, паразитирующих на культивируемых видах люпинов, выделить высоковирулентные штаммы для создания инфекционных фондов, разработать методики испытания коллекционного материала различного происхождения и селекционных образцов на устойчивость, в кратчайшие сроки создать устойчивые к увяданию сорта.

В Украине исследования по такой программе выполнялись в Национальном Научном Центре «Институт земледелия НААН». Результаты полно представлены в нашей монографии (Корнейчук, 2010).

Было установлено, что на однолетних кормовых люпинах (*Lupinus luteus*, *L. albus* и *L. angustifolius*) обитают фузариозы, относящиеся по систематике В. И. Билай к пяти секциям, 11 видам и 6 разновидностям (Билай, 1977).

Грибы рода *Fusarium* вызывают гибель всходов, корневую гниль, увядание растений, поражение бобов, плесневение семян. Наиболее распространенными типами болезней являются фузариозная корневая гниль и фузариозное увядание. Основным возбудителем фузариозной корневой гнили является *F. avenaceum* (Fr.) Sacc. (81% изолятов). В патогенном комплексе также встречаются *F. oxysporum* (Schlecht) Snyd et Hans.), *F. sambucinum* Fuck., *F. solani* (Mart) App. et Wr. — общая доля изолятов 13%, другие виды составляют 7%.

Основными возбудителями фузариозного увядания являются *F. oxysporum* и его разновидность *F. oxysporum* var. *orthoceras* (вместе 86% изолятов). В патогенном комплексе встречались на больных растениях *F. solani*, *F. avenaceum* и другие виды.

Доминирующее положение *F. oxysporum* — как возбудителя увядания и *F. avenaceum* — как возбудителя корневой гнили люпинов отмечается учеными России, Белоруссии, Литвы и др. стран. Видовой состав сопутствующих видов рода *Fusarium* в патогенном комплексе не постоянный и территориально может быть разным. На его состав оказывают влияние зараженность семян, сорт питающего растения, тип почвы, предшественник и другие факторы.

В условиях искусственного заражения самой высокой патогенностью обладал *F. oxysporum* var. *orthoceras* (76,3% пораженных растений), а также *F. solani* (63,6%). Другие виды: *F. avenaceum*, *F. sporotrichiella*, *F. gibbosum* и *F. moniliforme* вызывали поражение от 6,0% до 17,6% растений.

Патогенные виды *Fusarium* представлены в природе биотипами с различным уровнем вирулентности. У *F. oxysporum* var. *orthoceras* были выделены и описаны как штаммы ряд изолятов, которые при искусственном заражении вызывали гибель 80-100% растений. На штамм 82 *F. oxysporum* var. *orthoceras*, который вызывал поражение 100% растений и имел повсеместное распространение в Полесье Украины и прилегающих территориях России и Белоруссии, было получено авторское свидетельство на изобретение № 852304 с приоритетом от 27 августа 1979 года (Корнейчук и др., 1981). Он стал стандартным штаммом при оценке вирулентности новых изолятов и использовался наравне с другими, выделенными позднее, для создания инфекционных фондов в научно-исследовательских учреждениях и системе государственного сортоиспытания.

Применение инфекционного фона на вирулентных штаммах по разработанной нами методике в ННЦ «Институт земледелия НААН» позволило провести оценку на устойчивость к фузариозному увяданию мировой коллекции люпинов ВИР, селекционных образцов различного происхождения (гибриды, мутанты, линии) и этапов селекционной проработки. В результате был создан генофонд люпинов по этому признаку (источники и доноры устойчивости). Использование их в практической селекции позволило создать совместно с селекционерами ряд фузариозоустойчивых сортов, которые были включены в государственный Реестр растений Украины. Это сорта люпина желтого: Мартин 2, Проминь, Обрий, Бурштын и сорта люпина белого: Дружба, Синий парус, Володымыр, Туман, Диета и Серпневый.

Выращивание сортов, устойчивых к патогенным грибам рода *Fusarium*, имеет решающее значение в системе интегрированной защиты люпинов от болезней.

Литература

- Билай В. И. Фузариум / В. И. Билай., К, наукова думка, 1977, 440 с.
Корнейчук Н. С. Штамм *Fusarium oxysporum* /Schlecht/ Snyd. et Hans. var. *orthoceras*/App. et Wr. /Билай-82-возбудитель фузариозного увядания люпина / Н. С. Корнейчук, И. А. Элланская, В. И. Билай // Офиц. бюлл. Госкомитета СССР по делам изобретений и открытий, М., 1981, № 29, с. 20.
Корнейчук Н. С. Грибные болезни люпинов. Монография. / Н. С. Корнейчук // К, Колобиц, 2010, 376 с.
Ячевский А. А. Ежегодник сведений о болезнях и повреждениях культурных и дикорастущих полезных растений: 7 й год — 1911. — 8 й — 1912 / А. А. Ячевский, 1917, 7 и 8, 463 с.
Wuttke H. Gegen *Fusarium oxysporum* resistente Stamme der gelben Lupine / H. Wuttke //Der. Zuchter. — 1943, Jg. 15, H. 2, s. 31–33.

DEVELOPMENT OF THE JACZEWSKI RESEARCH OF PATHOGENIC FUNGI OF THE GENUS FUSARIUM WHICH PARASITIC ON LUPIN

Korneichuk N. S., Tkachenko N. V.

NSC «Institute of Agriculture of NAASU», Kiev, Ukraine, zemledel@mail.ru

Lupines are a source of vegetable protein and agents for the nitrogen enrichment of soil. There was a high infestation of *Fusarium* from the beginning of lupines cultivation. A. A. Jaczewski was the first Russian scientist, who drew attention to the disease and the need to develop measures for its limitation. The results of studying Ukrainian lupines that were infected with the *Fusarium* fungi and achievements in selection of resistant varieties are gives in this article.

Key words: *Fusarium* fungi, strains, infectious background, lupines, resistant varieties.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ РЖАВЧИНЫХ БОЛЕЗНЕЙ ПШЕНИЦЫ В КАЗАХСТАНЕ

Кочоров А. С., Сагитов А. О., Аубакирова А. Т., Алишеров Ж. Д.

Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина
растений (КазНИИЗиКР), Казахстан, kochorov@mail.ru

Установлено, что в Восточно-Казахстанской области в годы с благоприятными условиями погоды бурая ржавчина на посевах озимой и яровой пшеницы проявляется ежегодно и развитие болезни достигает максимума 75-100%. За 18 лет исследований на посевах озимой и яровой пшеницы бурая ржавчина не проявилась только в острозасушливые 1999 и 2008 годы, когда наблюдалась депрессия болезни. Источником инфекции для яровой пшеницы является не только озимая пшеница, но и дикие злаки. Также выявлено, что бурая ржавчина для востока Казахстана является широко распространенной болезнью пшеницы.

Ключевые слова: грибные болезни, озимая и яровая пшеница, диагностика, возбудитель, фитосанитарная оценка, мониторинг

В Казахстане пшеница поражается многочисленными грибными болезнями, в частности такими видами ржавчины, как бурая ржавчина (*Puccinia recondita* Rob. et Desm), стеблевая ржавчина (*P. graminis* Pers. sp. f. *tritici* Ericss. et Henn.), желтая ржавчина (*P. striiformis* West.). Они имеют различные распространения в зависимости от географических широт и климатических условий (Эльчибаев, 1975; Турапин, 1991; Абиев, 1993; Койшибаев, 2002; Кочоров, 2004).

Известно, что возбудителями ржавчинных болезней являются грибы из класса Basidiomycetes, порядка Uredinales, рода *Puccinia*. В. Г. Траншель в 1904 г. впервые проводил исследования по ржавчинным грибам, изучал морфологические признаки возбудителей и циклы их развития (Наумов, 1937). Позже ими занимался профессор А. А. Ячевский (1911), который обнаружил желтую ржавчину на посевах пшеницы в Туркестане.

В Казахстане по ржавчинным болезням зерновых культур проводили исследования многие ученые. Впервые на севере республики стеблевая ржавчина на пшенице была зарегистрирована М. Серебряновой в 1930 г. (Запрометов, 1935). После освоения целинных и залежных земель стеблевую ржавчину отмечали не только на пшенице, но и на многих злаковых сорняках. Кроме того, в различных регионах республики отмечали и другие виды (бурую и желтую) ржавчинных болезней пшеницы (Гешеле, 1955; Джембаев, 1972; Шварцман и др., 1973; Казенас, 1974; Мостовой, 1975).

К. М. Степанов и А. Е. Чумаков (1973) установили, что вредоносность ржавчины зависит от абиотических факторов, агрессивности физиологических рас возбудителя, а также фазы развития растений, когда происходило массовое поражение посевов. При благоприятных для развития ржавчинных болезней погодных условиях массовое поражение зерновых культур может охватить большие пространства, принимая характер эпифитотий. Частота эпифитотий зависит от экологических условий и варьирует по регионам страны от 1-2 до 5-6 раз в каждое десятилетие. Ежегодно потери от одного вида ржавчины составляют 10-15% урожая зерна, а в условиях эпифитотий могут достигать 30-50% (Гешеле, 1956; Неводовский, 1956; Чумаков, 1966; Бубенцов, 1970; Койшибаев и др., 1999).

В Казахстане первые сведения о распространении и высокой вредоносности болезни встречаются в публикациях 40-50-х годов. Так, в 1941 г. бурая ржавчина с интенсивностью 40-50% наблюдалась в Костанайской области. В бывшем Целинном крае потери от нее в 1960 г. составили 26-31% урожая зерна, а на позднеспелых сортах происходило почти полное их уничтожение. В 1964 и 1967 гг. при эпифитотии болезни в отдельных хозяйствах Костанайской и Северо-Казахстанской областей урожай яровой пшеницы на отдельных полях не превышал 2-3 ц/га. В 1968 г. при сильном ее поражении (100%) болезнью недобор зерна составил 4-5 ц/га (Чумаков, Щекочихина, 1969; Джембаев, 1972).

По данным А. А. Эльчибаева (1972), на севере республики бурая ржавчина на яровой пшенице проявляется почти ежегодно. Так, в 1968 г. заболевание было выявлено на 60,4%, в 1969 г. — 34,3%, 1970 г. — 68,6% обследованной площади. На востоке республики М. Койшибаевым с соавторами (1997, 2000) установлено, что при пораженности листьев бурой ржавчиной в фазу колошения растений, умеренном их развитии, потери урожая составляли 15-16%, а при более сильном — достигали 20-23%.

Целью наших исследований являлось проведение постоянного фитосанитарного мониторин-

га (1994-2012 гг.) ржавчинных болезней на посевах пшеницы в Восточном Казахстане и в Восточно-Казахстанском НИИ сельского хозяйства. Многолетние исследования сезонной динамики развития бурой ржавчины на озимой и яровой пшенице показали значительное варьирование их индексов в зависимости от погодных условий и сортовых особенностей зерновых культур.

В Восточно-Казахстанской области бурая ржавчина проявляется во всех климатических зонах (сухостепная, предгорно-степная и горная лугово-степная), где имеются посевы озимой и яровой пшеницы. Так, на основании проведенного фитосанитарного мониторинга, за 18 лет исследований нами установлено, что на озимой и яровой пшенице развитие бурой ржавчины в 1994-1996 гг., 2000-2002 гг., 2004-2007 гг. и 2009-2012 гг. происходило от умеренной до сильной степени, в 1997-1998 и 2003 гг. — умеренно или слабо. В 1999 и 2008 гг. наблюдалась депрессия болезни.

В последние три года, начиная с 2010 г., в середине июля проведен мониторинг посевов зерновых культур в предгорной, степной и горно-луговой степной зонах Восточно-Казахстанской области (ВКО), с охватом территории семи районов. В период проведения мониторинга посевы озимой пшеницы и ржи находились в фазе молочно — восковой спелости зерна, яровая пшеница — в фазе колошения и цветения. В земельно-хозяйственных зонах этого региона бурая ржавчина распространялась и развивалась очень сильно, особенно в Шимонайхинском, Глубоковском, Зырянском, Бородулихинском, Уланском районах области. В это время пораженность посевов озимой пшеницы бурой ржавчиной составляла от 52,5 до 74,4%, ржи — 23,9-59,1%, а яровой пшеницы — 3,9-15,7%. Также на местных сортах озимой пшеницы и ржи проявлялась стеблевая ржавчина с пораженностью стеблей от 7,5 до 15,1%. В выше указанных регионах ВКО во второй декаде августа повторно проведен фитосанитарный мониторинг посевов зерновых культур. Так, в период молочно-восковой спелости яровой пшеницы пораженность листьев бурой ржавчиной в зависимости от зоны достигла 75-100%, за исключением сухо-степной зоны Уланского и Кокпектинского районов, где степень развития бурой ржавчины не превышала 5-10%. Кроме этого, обнаружено локальное распространение стеблевой ржавчины на посевах районированных сортов яровой пшеницы в Шимонайхинском и Глубоковском районах со степенью развития от 11,7 до 31,6%.

В 2011 году в начале третьей декады июня проанализировано фитосанитарное состояние посевов озимой пшеницы на динамику развития бурой, стеблевой ржавчины. На посевах озимой пшеницы виды ржавчины во всех зонах не обна-

ружены. В конце первой декады июля в Восточно-Казахстанской области с охватом территории семи районов повторно проводился анализ мониторинга болезней (бурой, стеблевой ржавчины) на посевах зерновых культур. В период проведения мониторинга посевы озимой пшеницы находились в фазе молочно-восковой спелости зерна, яровой пшеницы в конце цветения. В зависимости от зерносеющих зон этого региона, бурая ржавчина на посевах озимой пшеницы не выявлена, а на яровой — развивалась умеренно (9,7-14,9%) в Шимонайхинском, Глубоковском, слабо — в Зырянновском, Бородулихинском, Уланском (1,8-4,3%) районах. В фазе молочно-восковой спелости зерна пораженность посевов яровой пшеницы бурой

ржавчиной не превышала 10-20%. В засушливых Жарминском и Кокпектинском районах она не проявилась.

В 2012 году в Восточно-Казахстанской области в Глубоковском районе на стационарах Восточно-Казахстанского НИИСХ бурая ржавчина проявилась в фазе начала колошения озимой пшеницы. В период молочной спелости зерна развитие бурой ржавчины на озимой пшенице не превышало 9,5%, а на яровой достигла 47,8-74,9%. Аналогичные данные получены по Шимонайхинскому и Зырянновскому районам — 38,4-43,9%, а в засушливом Уланском районе она развивалась в слабой степени — 15,0-19,1%.

Литература

- Абиев С. А. Желтая ржавчина злаков Казахстана, Алма-Ата, 1993, 103 с.
- убенцов С. Т. Проблема борьбы с ржавчиной пшеницы в Казахстане // Вестн. сельхоз. науки, 1970, № 5, с. 39-42.
- Гешеле Э. Э. Болезни зерновых культур в Сибири, М., 1956, 127 с.
- Гешеле Э. Э. Ржавчина хлебных злаков в степях Приишимья // Тр. республи. станции защиты растений, Т. XI, Алма-Ата, 1955, с. 347.
- Джембаев Ж. Т. Виды ржавчины, поражающие хлебные злаки в Казахстане // Тр. КазНИИЗР, 1972, XI, с. 232-254.
- Джембаев Ж. Т. Главнейшие болезни зерновых культур в Казахстане и научные основы борьбы с ними // Автореф. дис., Л., 1972, 44 с.
- Запроматов Н. Г. Болезни культурных растений в Средней Азии, Ташкент, 1935, с. 145.
- Казенас Л. Д. Болезни сельскохозяйственных растений. Алма-Ата, 1974, 366 с.
- Койшибаев М. Болезни зерновых культур, Алматы, 2002, 367 с.
- Койшибаев М., Корчагин А. А. Интегрированная защита зерновых культур от вредителей и болезней в Восточном Казахстане // Новости науки Казахстана, 1997, 2, с. 49-51.
- Койшибаев М., Кочоров А. С., Курманов М. Динамика, вредоносность и прогноз болезней пшеницы с листово-стеблевой инфекцией в Восточном Казахстане // Вестник с.-х. науки Казахстана, 2000, 10, с. 32-36.
- Койшибаев М., Пономарева Л. А., Кочоров А. С. Динамика болезней зерновых культур с листово-стеблевой инфекцией в различных агроландшафтных зонах // Стратегия земледелия и растениеводства на рубеже XXI века, Алматы, 1999, с. 108-110.
- Кочоров А. С. Грибные болезни озимой и яровой пшеницы в Восточном Казахстане и факторы, ограничивающие их развитие и вредоносность // Автореф. канд. дис. Алматы, 2004. 31 с.
- Мостовой В. А. Развитие возбудителя стеблевой ржавчины пшеницы (*P. graminis Pers. f. sp. tritici Erikss. Et Nepp.*) в Средней Азии // Автореф. дисс., М., 1975, 21 с.
- Наумов Н. А. Методы микологических и фитопатологических исследований, М., Л., 1937, с. 76-105.
- Неводовский Г. С. Флора споровых растений Казахстана, Алма-Ата, 1956, 1, 482 с.
- Степанов К. М., Чумаков А. Е. Прогноз болезней сельскохозяйственных растений, Л., 1972, 271 с.
- Турапин В. П. Ржавчинные болезни зерновых культур и меры борьбы с ними, Алма-Ата, 1991, 48 с.
- Чумаков А. Е. Научные основы защиты пшеницы от ржавчины // Автореф. дис., Л., ВИЗР, 1966, 40 с.
- Чумаков А. Е., Щекочихина Р. И. Ржавчина пшеницы и борьба с ней, М., 1969, 9 с.
- Шварцман С. Р., Васягина М. П., Бызова З. М., Филимонова Н. М. Флора споровых растений Казахстана, Алма-Ата, 1973, кн. 1, 525 с.
- Эльчибаев А. А. Возобновление бурой ржавчины на пшенице в Северном Казахстане // Вестник с.-х. науки Казахстана, 1972, 11, с. 108-110.
- Эльчибаев А. А. Особенности проявления бурой ржавчины пшеницы в Казахстане // Вестник с.-х. науки Казахстана, 1975, 5, с. 117-119.
- Ячевский А. А. О значении селекции в деле борьбы с грибными болезнями культурных растений // Тр. бюро микологии и фитопатологии. Петербург, 1911, 38 с.

DISTRIBUTION OF WHEAT RUST DISEASES IN KAZAKHSTAN

Kochorov A. S., Sagitov A. O., Aubakirova A. T., Alisherov J. D.

*Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine,
Kazakhstan, kochorov@mail.ru*

In the East Kazakhstan region in years with favorable weather conditions for crops brown rust of winter and spring wheat appears annually and the disease reach up maximum as 75-100%. Over 18 years of study a leaf rust of wheat was not only manifested in the dry 1999 and 2008, when the depression of the disease has been detected. The source of infection for spring wheat is not the only winter wheat, but also wild grasses. The brown rust is a widespread disease of wheat in the east of Kazakhstan.

Key words: fungal diseases, winter and spring wheat, diagnostics, pathogen, phytosanitary assessment, monitoring.

РАЗНООБРАЗИЕ, РОСТ И МЕТАБОЛИЗМ ГРИБОВ В АНАЭРОБНЫХ УСЛОВИЯХ

Кураков А. В.

*Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова,
Биологический факультет, Москва, Россия, kurakov57@mail.ru*

Рассмотрено разнообразие и метаболизм хитридиомицетов, дрожжевых и мицелиальных зигомицетов, аскомицетов и базидиомицетов в анаэробных условиях. Наиболее подробно проанализированы микромицеты: приведены сведения о видах, способных к анаэробному росту, активности спиртового брожения, радиальной скорости роста и накоплению биомассы, культурально-морфологических особенностях, механизмах альтернативных путей получения энергии — диссимиляторному восстановлению нитритов и нитратов до закиси азота и аммония и серы до сероводорода.

Ключевые слова: грибы, анаэробный рост, спиртовое брожение, диссимиляторная нитратредукция.

Традиционно считается, что в дефицитных по кислороду местообитаниях активны только прокариоты, а о составе и функционировании грибов в таких эконисах сведений крайне мало. Поэтому исследования в этом направлении вызывают интерес, как с теоретической, так и практической точки зрения.

Сведения в литературе (Domsch et al., 1993) и проведенные нами исследования указывают, что многие виды грибов растут в микроаэробных условиях.

Анаэробный рост установлен у значительно меньшего числа видов. Существует группа облигатных анаэробов — хитридиевых грибов семейства Neocallimasticaceae родов *Caesomycetes*, *Piromycetes*, *Neocalimastix*, *Anaeromycetes*, *Ogrinomyces*. Их распространение в наземных экосистемах ограничено, они обнаружены только в рубце и фекалиях жвачных животных и некоторых крупных грызунов (Trinci et al., 1994). У них смешанно-кислотный профиль брожения, сходный с энтеробактериями, *Escherichia coli*. Они сбраживают гексозы в формиат, ацетат, лактат, сукцинат, этанол, CO₂ и H₂, а из моносахаридов

используют глюкозу, фруктозу и ксилозу, *Neocalimastix patriciarium* — и галактозу, из дисахаридов — целлобиозу, гентиобиозу, лактозу и мальтозу, а *N. patriciarium*, *N. frontalis*, *N. Hurleyensis* и сахарозу и трисахарид — раффинозу. Большинство видов анаэробных грибов рубца гидролизуют целлюлозу и ксилан, а рода *Neocalimastix* — крахмал и гликоген, синтезируют целлюлазы, гемицеллюлазы, протеазы, амилазы, амилогликозидазы, эстеразы и пектиназы.

Наиболее хорошо способность к анаэробному росту изучена у дрожжевых грибов — факультативно-анаэробных микроорганизмов. Из 62 родов аскомицетных дрожжей представители 21 рода являются активными бродильщиками; среди них есть виды, использующие глюкозу, сахарозу, галактозу, мальтозу, лактозу, раффинозу, трегалозу. 100% штаммов родов *Hanseniaspora*, *Kluveromyces*, *Saccharomyces*, *Schizosaccharomyces*, *Torulaspora* осуществляют брожение (Kurtzman, Fell, 1998). Некоторые дрожжи способны сбраживать полисахариды, *Kluveromyces fragilis* — инулин, а *Schwanniomyces occidentalis* и *Saccharomyces fibuliger* — крахмал. Наряду с этанолом и CO₂,

дрожжи при брожении образуют высшие спирты (пропиловый, изоамиловый, бутиловый, изобутиловый), летучие жирные кислоты (уксусную, пропионовую, масляную, изомаляную, изовалериановую), альдегиды и кетоны, особенно ацетонин и диацетил, длинноцепочечные жирные кислоты, эфиры и меркаптаны. Среди дрожжей-аскомицетов доля видов-бродильщиков составляет 54%, а для базидиомицетов не превышает 8%, к которым относятся слабые броуильщики — представители родов *Mrakia*, *Trichosporonoides*, *Xanthophyllumycetes*.

Среди микроскопических мицелиальных грибов, зигомицетов и митоспоровых аскомицетного аффинитета анаэробный рост установлен у *Aspergillus flavus*, *Asp. niger*, *Asp. terreus*, *Fusarium oxysporum*, *F. solani*, *Fusarium* sp., *Clonostachys grammicospora*, *C. rosea*, *Acremonium* sp., *Gliocladium penicilloides*, *Lecanicillium lecanii*, *Tolyposcladium inflatum*, *Gibberella fujikuroi*, *Cylindrocarpon tonkinense*, *Geotrichum candidum*, *Paecilomyces lilacinus*, *Trichoderma aureoviride*, *T. harzianum*, *T. polysporum*, *T. viride*, *T. koningii*, *Actinomyces elegans*, *Absidia glauca*, *A. spinosa*, *Mortierella* sp., *Mucor circinelloides*, *M. hiemalis*, *M. racemosus*, *Mucor erectus*, *M. fragilis*, *M. abundans*, *M. rouxii* (*Amylomyces rouxii*), *M. subtilissimus*, *Mucor* sp., *Rhizopus oryzae*, *Zygorrhynchus moelleri*, *Z. heterogamus*, *Z. vuilleminii*, *Umbelopsis isabellina* и ряда других (Domsch et al., 1993; Кураков и др., 2008, 2011). Выявлены различия в составе и представленности этих грибов в почвах разных типов, грунтах водоемов, болотах. Рост в отсутствие кислорода часто обнаруживали у штаммов (триходерм и др.), выделенных из местообитаний с восстановительным режимом.

Радиальная скорость роста у этих грибов снижалась в 1,5-4 раза в анаэробных условиях, но далеко не у всех, а накопление биомассы было в 20 раз ниже, чем в атмосфере воздуха. Мицелий, особенно у зигомицетов, в анаэробных условиях характеризовался неравномерной толщиной, а у *Rh. oryzae*, *M. circinelloides* имел многочисленные тонкие ризоидные гифы, средний диаметр его был меньше. Электронная микроскопия клеток *F. oxysporum* 11dn1 показала отсутствие митохондрий или упрощение их внутренней структуры — исчезновение крист.

Мицелиальные микромицеты, как и дрожжи, входят в группу факультативно-анаэробных организмов и при недостатке кислорода переходят к спиртовому и реже к молочнокислому брожению (хитридиомицеты и зигомицеты). Среди них есть, как и у дрожжей, виды, представленные преимущественно слабыми, умеренными и довольно активными броуильщиками. Наибольшую продукцию этанола, в ряде случаев близкую к уровню

накопления спирта (1,5-4,5%) дикими штаммами дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* и *Hanseniaspora* sp., продемонстрировали *A. spinosa*, *Aspergillus* sp. группы *flavus*, *Asp. terreus*, *Acremonium* sp., *M. circinelloides*, *Mucor* sp., *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. sambucinum*, *Rh. arrhizus* var. *arrhizus*, *T. atroviride*, *Trichoderma* sp. (Кураков и др., 2011). Многие штаммы этих грибов способны к ферментации 70-100% субстрата на средах с концентрацией глюкозы или сахарозы 3-10%. Помимо диоксида углерода и этанола среди продуктов брожения у них обнаружены ацетат, ацетальдегид и 3-х и 4-х углеродные летучие соединения (спирты, альдегиды и эфиры). Для микромицетов, в отличие от дрожжей, необходимо дальнейшее изучение состава летучих соединений, образуемых при анаэробии. Максимальную активность брожения они проявляли на глюкозе и сахарозе, затем следовали мальтоза, галактоза, ксилоза, трегалоза и раффиноза, и минимальный уровень накопления этанола наблюдали на средах с арабинозой и лактозой. Мицелиальные микромицеты способны к продукции этанола на более широком спектре сахаров (многие сбраживают 5-7 сахаров), чем дрожжи. Синтез гидролаз этими грибами при возникновении дефицита кислорода, по-видимому, прекращается, но исследований в этом направлении практически нет, несмотря на важность знаний по этому вопросу.

Зигомицеты в анаэробных условиях (N_2 атмосфера) на агаровых средах формировали мицелий, стелющийся по поверхности агара, а митотические грибы — небольшие колонии (диаметром около 0,5 см) с воздушным мицелием. При низкой концентрации глюкозы воздушный мицелий они практически не образовывали. У *M. circinelloides* наблюдали переход к дрожжевому росту с мультипочкованием в атмосфере N_2 с CO_2 . *Z. moelleri* образовывал одиночные, округлые, крупные (25-40 мкм) апикальные и интеркалярные клетки, напоминающие артроспоры. У митотических грибов отмечали редкие одиночные споры. Микромицеты росли в анаэробных условиях на минеральном агаре с низкой концентрацией глюкозы — 0,001%, а *F. solani* — и на отмытом силикагеле, т. е. жестких олиготрофных условиях (Кураков и др., 2008; Wainwright et al., 1993).

Довольно хороший рост в анаэробных условиях среди макромицетов- базидиомицетов обнаружен у *Laetiporus sulphureus* и слабый — у *Piptoporus betulunus* и *Trametes versicolor*. Большинство других штаммов ксилотрофных (*Ganoderma applanatum*, *Fomitopsis officinalis* и *Pleurotus ostreatus*) и гумусовых базидиомицетов в этих условиях не росли. То есть у них, как и у базидиомицетных дрожжей, способность к анаэробному росту не распространена.

Грибы, при недостатке кислорода, могут переходить не только к брожению, но и другим альтернативным путям получения энергии. *Fusarium oxysporum*, в частности, способен в присутствии нитрата или нитрита к диссимиляторному восстановлению их до закиси азота и аммония (Морозкина, Кураков, 2007), а также диссимиляторному восстановлению серы до сероводорода (Abe et al., 2007).

Денитрификация у грибов протекает с максимальной скоростью в узком диапазоне пониженного парциального давления кислорода, а для восстановления до аммония нужны более жесткие анаэробные условия. Денитрифицирующая система расположена в митохондриях, и начальные ее звенья, последовательно катализируемые нитратредуктазой и нитритредуктазой, ассоциированы с респираторной цепью и синтезом АТФ. Грибная NO-редуктаза, в отличие от бактериального фермента, использует НАДН в качестве непосредственного донора электронов, проводит

регенерацию НАД+ и детоксикацию окиси азота с образованием закиси азота. Восстановлению нитритов, реже нитратов, до закиси азота (конечно-го продукта денитрификации у грибов) проводят представители различных таксонов, и процесс имеет экологическое значение. Другой путь диссимляции нитратов грибами — восстановление нитратов в аммоний, сопряженно с образованием из этанола ацетата и субстратным фосфорилированием. Свойства НАДН-зависимых нитрат- и нитритредуктаз отличны от диссимиляторных митохондриальных *Nar* и *Nir*, но сходны с ассимиляторными редуктазами грибов. Итак, грибы для обеспечения жизнедеятельности в условиях аноксии и гипоксии имеют сложную систему регуляции и проводят не только спиртовое и молочнокислое брожение, но и способны к диссимиляторному восстановлению нитритов, нитратов, серы, и, возможно, других соединений.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 11-04-01313а.

Литература

- Кураков А. В., Лаврентьев Р. Б., Нечитайло Т. Ю., Гольшин П. Н., Звягинцев Д. Г. Разнообразие факультативно-анаэробных мицелиальных микроскопических грибов в почвах // *Микробиология*, 2008, 77, 1, с. 103–112.
- Кураков А. В., Хидиров К. С., Садыкова В. С., Звягинцев Д. Г. Способность к анаэробному росту и активность спиртового брожения у микроскопических грибов // *Прикладная биохимия и микробиология*, 2011, 47, 2, с. 169–173.
- Морозкина Е. В., Кураков А. В. Диссимиляторная нитратредукция у грибов в условиях гипоксии и аноксии // *Прикладная биохимия и микробиология*, 2007, 43, с. 607–613.
- Abe T., T. Hoshina, A. Nakamura, N. Takaya. Anaerobic Elemental Sulfur Reduction by Fungus *Fusarium oxysporum* // *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 2007, 71, 10, p. 2402–2407.
- Domsch K. H., W. Gams and T. Anderson. *Compendium of Soil Fungi*, 1993, Vols. 1. IHW-Verlag, p. 860.
- Kurtzman C. P., Fell S. W. (eds.). *The yeasts, a taxonomic study*. 4th ed. 1998, Elsevier Sci. B. V. Amsterdam, The Netherlands, p. 1055
- Trinci A. P. J., Davies D. R., Gull K., Lawrence M. I., Nielsen B. B., Rickers A., Theodorou M. K. Anaerobic fungi in herbivorous animals // *Mycol. Res.*, 1994, 98, 2, p. 129–152.
- Wainwright M., Ali T. A., Killham K. Anaerobic growth of fungal mycelium from soil particles onto nutrient-free silica gel // *Mycol. Res.*, 1994, 98, 7, p. 761–762.

DIVERSITY, GROWTH AND METHABOLISM OF FUNGI AT ANAEROBIC CONDITIONS

Kurakov A. V.

Moscow Lomonosov State University, Biological Faculty, Moscow, Russia, kurakov57@mail.ru

The diversity and methabolism of Chytridiomycetes, yeast and mycelial Zygomycetes, Ascomycetes and Basidiomycetes under anaerobic conditions were considered. The information about species that able to anaerobic growth, activity of ethanol fermentation, radial rate of growth and biomass accumulation, cultural-morphological specificities, mechanisms of alternative ways of obtaining energy (dissimilatory reduction of nitrite and nitrate to nitrous oxide and ammonium and sulfur to hydrogen sulfide) were given.

Key words: fungi, anaerobic growth, ethanol fermentation, dissimilatory nitrate reduction.

ВИДОВАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ГРИБОВ РОДА *MONILINIA* — ВОЗБУДИТЕЛЕЙ МОНИЛИОЗА ЯБЛОНИ В БЕЛАРУСИ

Лесик Е. В.

РУП «Институт защиты растений»,
аг. Прилуки, Белоруссия, ekaterina_lesik@tut.by

Изучены культурально-морфологические особенности 52 изолятов грибов рода *Monilinia*, выделенных из пораженных монилиозом образцов яблони. С помощью ключей различий Lane и Van Leeuwen определена видовая принадлежность выделенных изолятов, большинство из которых (83%) отнесено к виду *M. fructigena*. Впервые для Белоруссии, на основании молекулярных исследований, в качестве патогена яблони описан вид *M. laxa*.

Ключевые слова: яблоня, монилиоз, *Monilinia* spp., ключ различий, культурально-морфологические особенности.

Фитопатогенные грибы из рода *Monilinia* Honey поражают широкий круг растений, относящихся к семейству Rosaceae, вызывая гниль плодов, ожог соцветий, побегов и гибель плодовых образований. В качестве патогенов яблони в литературе упоминается не менее 5 видов монилиальных грибов (Côté et al., 2004; Gril et al., 2008).

На основании изучения морфологических признаков патогенов, особенностей их биологии и патогенеза грибы рода *Monilinia* были разделены на 2 секции: *Junctoriae* (юнкторные) и *Disjunctoriae* (дизъюнкторные) (Хохрякова, 1974). Из представителей монилиальных грибов юнкторной группы наиболее распространенными и изученными являются 3 вида — *M. fructigena* Honey, *M. laxa* (Aderh. et Ruhland) Honey и *M. fructicola* (Wint.) Honey (Côté et al., 2004). Необходимо отметить, что для стран Европы, в том числе и для Белоруссии, гриб *M. fructicola* является карантинным объектом. Однако в настоящее время зарегистрированы случаи инвазии патогена с импортируемой продукцией плодовых культур (Gril et al., 2008).

Из представителей секции *Disjunctoriae* (дизъюнкторные), поражающих яблоню, в литературе описан вид *Monilinia mali* (Tak.) Whetsel. Данный патоген встречается на Дальнем Востоке РФ, на территории Восточной Азии, в Японии и северо-восточном Китае и вызывает монилиальный ожог соцветий и побегов яблони, поражение которых в отдельные годы может достигать 60-100% (Хохрякова, 1974; Кудяев, 2004).

В последнее время в работах зарубежных исследователей появились сведения об обнаружении новых видов монилиальных грибов на плодовых культурах. В 2002 г. на основании генетических исследований венгерскими биологами был выявлен еще один возбудитель монилиоза яблони — гриб *Monilia polystroma*, генетически наиболее близкий виду *M. fructigena* (Petróczy, 2009).

В 80-е годы прошлого столетия в условиях Белоруссии Н. Г. Онуфрейчиком (1974) было уста-

новлено, что возбудителем монилиоза на яблоне является гриб *M. fructigena*. Однако в связи с появлением в странах Европы новых видов монилиальных грибов, в том числе карантинного, появилась необходимость уточнения данного вопроса в условиях Белоруссии.

Исходя из вышеизложенного, целью данной работы являлось уточнение видового состава грибов рода *Monilinia* на яблоне и оценка различных методов их идентификации.

Выделение изолятов грибов в чистую культуру проводили из пораженных монилиозом побегов, плодов и плодовых образований яблони, собранных в течение 2008-2012 гг. в ходе проведения маршрутных обследований яблоневых насаждений в различных регионах республики, по стандартным методикам (Lane, 2002). Для изучения культурально-морфологических особенностей грибов моноспоровые изоляты культивировали на картофельно-декстрозном агаре (КДА) при +22,5 °С. Предварительную видовую принадлежность выделенных изолятов определяли с помощью синоптического ключа различий Лэйна (2002) на основании 7-ми характеристик: цвет колонии, интенсивность роста, интенсивность споруляции, наличие концентрических кругов споруляции, описание края колонии, наличие розеточности в росте, наличие темных дуг и колец.

В течение 2008-2010 гг. из пораженных монилиозом образцов яблони было выделено 43 изолята *Monilinia* spp. По результатам предварительной диагностики на основании культурально-морфологических признаков все они были отнесены к виду *M. fructigena*, что подтвердило данные исследований Н. Г. Онуфрейчика (1974). В 2011 г. в садах Минской области нами были обнаружены пораженные монилиозом образцы плодов и кольчаток яблони с симптомами, не характерными для поражения данным патогеном. Выделенные 9 изолятов гриба по совокупности культуральных признаков и размеру конидий были идентичны

виду *M. laxa*. Однако, по данным отечественных исследователей гриб *M. laxa* в условиях Белоруссии поражает только косточковые культуры. В то же время зарубежные авторы отмечают встречаемость патогена и на семечковых культурах (Gril et al., 2008).

Результаты секвенирования ITS1 — 5,8S рРНК — ITS2 области рДНК выделенных изолятов гриба, проведенного в лаборатории генетики и биотехнологии ГНУ «Институт леса» НАН Белоруссии, подтвердили их принадлежность к виду *M. laxa*. Таким образом, на основании проведенных исследований было установлено, что в условиях Белоруссии видовой состав грибов рода *Monilinia* на яблоне представлен 2-мя видами — *M. fructigena* и *M. laxa*. За годы проведения исследований в яблоневых садах Белоруссии не выявлены монилиальные грибы *M. polystroma* и *M. fructicola*. Однако, в связи с расширением ареала их распространенности в Европе, существует вероятность появления данных патогенов и в Белоруссии. Поэтому наши дальнейшие исследования были направлены на более детальное изучение культуральных и морфологических особенностей выявленных грибов рода *Monilinia* и оценку возможности применения различных методов дифференциации монилиальных грибов, необходимых для последующей работы. В частности, изучена возможность использования синоптических ключей различий Лэйна (Lane, 2002) и Ливьена (Leeuwen, 1998).

Анализ результатов проведенных исследований показал, что с помощью синоптического ключа различий Лэйна не по всем описанным критериям оказалось возможным дифференцировать грибы *M. fructigena* и *M. laxa*, поскольку некоторые признаки значительно варьировали внутри вида или оказались не типичными.

Установлено, что важной отличительной особенностью у проанализированных изолятов монилиальных грибов, в соответствии с ключом различий, является цвет колоний и реверзума. Так, для изолятов гриба *M. fructigena* характерно образование колоний кремово-белого или желтоватого цвета, в то время как у гриба *M. laxa* они всегда серого цвета с оливковым оттенком. Для первого вида характерно образование реверзума светло-желтого или оливково-коричневого цвета с темно-бурыми зонами. В то же время у изолятов вида *M. laxa* реверзум серо-оливковый или темно-зеленый.

Согласно ключу различий Лэйна типичным признаком, характерным только для вида *M. laxa* является край колонии и розеточность в росте мицелия. В наших исследованиях эти признаки были характерны не только для изолятов данного вида, как описано в работах большинства исследовате-

лей (Lane, 2002, Бильдер, 2007). Данный признак присутствовал у 65% изолятов гриба *M. fructigena*, причем у некоторых из них наблюдалась также розеточность в росте. Принадлежность изолятов с такими характеристиками к виду *M. fructigena* была подтверждена в дальнейших исследованиях с помощью ПЦР-анализа. Полученные нами данные согласуются с результатами исследований М. Н. Petrczy (2009), на основании чего был сделан вывод, что данные признаки не являются диагностическими для идентификации видов *M. laxa* и *M. fructigena*.

По интенсивности роста диаметр колоний у изолятов изучаемых грибов варьировал как между видами, так и внутри них и составил 27,1–90 мм для вида *M. fructigena* и 49,1–90 мм для гриба *M. laxa*, в результате чего разделить виды по этому признаку не удалось. Интенсивность спороношения в наших исследованиях у изолятов гриба *M. laxa* ($0,1\text{--}4,7 \times 10^3$ спор/см²) была ниже, чем у вида *M. fructigena* ($9,3 \times 10^3\text{--}1,4 \times 10^6$ спор/см²), что позволяет использовать данный критерий как диагностический. Также следует отметить, что образование концентрических кругов споруляции было характерно только для отдельных изолятов гриба *M. fructigena*, тогда как у вида *M. laxa* они всегда отсутствовали.

Таким образом, с помощью ключа различий Лэйна анализируемые виды рода *Monilinia* удалось разграничить по признаку цвета колоний и реверзума, интенсивности спороношения, а также наличию концентрических кругов спороношения. По остальным описанным критериям виды можно было разделить условно. Полученные нами данные согласуются с результатами исследований И. В. Бильдер (2007), которая отмечает необходимость введения дополнительных критериев в существующий ключ различий для повышения точности разделения видов.

В качестве дополнительного критерия диагностики монилиальных грибов Leeuwen (1998) рекомендует использовать размер конидий грибов. В наших исследованиях эти параметры варьировали у вида *M. laxa* в пределах $7,7\text{--}17,7 \times 3,9\text{--}9,1$ мкм, в то время как у гриба *M. fructigena* конидии были в среднем в 1,5–2 раза крупнее, чем у предыдущего вида, и составили в пределах $13,2\text{--}28,7 \times 8,4\text{--}15,8$ мкм. В связи с этим по данному признаку оказалось возможным дифференцировать анализируемые виды в спорных случаях.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что в условиях Белоруссии видовой состав монилиальных грибов на яблоне представлен видами *M. fructigena* и *M. laxa*. Анализ культуральных особенностей изолятов грибов рода *Monilinia* выявил их межвидовое и внутривидовое различие по ряду признаков.

Однако результаты исследований показали, что на основании изучения только культуральных признаков грибов *M. fructigena* и *M. laxa*, не всегда можно точно идентифицировать анализируемые виды. Определение точной видовой принадлеж-

ности монилиальных грибов возможно при комплексном анализе культуральных и морфологических особенностей патогенов, с применением в случае спорных вопросов методов молекулярной диагностики.

Литература

- Бильдер И. В. Видовое разнообразие грибов рода *Monilinia* на плодовых культурах // Вестник защиты растений, 2007, с. 94–100.
- Кудаев Р. Х. Монилиальный ожог яблони в горных садах // Защита и карантин растений, 2004, 11, с. 45–46.
- Онуфрейчик Н. Г. Плодовая гниль яблони и усовершенствование химических мероприятий по борьбе с ней в восточной части Беларуси: автореф... дис. канд. с.-х. наук: 06. 01. 11 / Бел. НИИ Земледелия. Жодино, 1974, 22 с.
- Хохрякова Т. М. Дифференциация грибов рода *Monilinia* Honey по патогенности в связи с изучением устойчивости плодовых // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции / ВИЗР; под ред. Д. Д. Брежнева (гл. ред.). Ленинград, 1974, 53, 2, с. 195–205.
- Côté M-J et al. Identification of *Monilinia fructigena*, *M. fructicola*, *M. laxa*, and *Monilia polystroma* on Inoculated and Naturally Infected Fruit Using Multiplex PCR // Plant Disease, 2004, 88, 11, p. 1219–1225.
- Gril T. et al. AFLP Analysis of Intraspecific Variation Between *Monilinia laxa* from Different Hosts // Plant Disease, 2008, 92, 19, p. 1616–1624.
- Lane C. R. A synoptic key for differentiation of *Monilinia fructicola*, *M. fructigena* and *M. laxa*, based on examination of cultural characters // Bulletin OEPP / EPPPO Bulletin, 2002, 32, p. 489–493.
- Petróczy M. H. Appearance of *Monilinia fructicola* and *Monilinia polystroma* in Hungary and newer possibility of the protection: thesis of PhD dissertation / Corvinus University of Budapest, 2009, 15 p.
- Van Leeuwen G. C. M., van Kesteren H. A. Delineation of the three brown rot fungi of fruit crops (*Monilinia* spp.) on the basis of quantitative characteristics // Canadian Journal of Botany, 1998, 76, p. 2042–2050.

IDENTIFICATION OF MONILINIA SPECIES — THE PATHOGENS OF APPLE-TREE IN BELARUS

Lesik E. V.

RUC «Institute of plant protection», v. Priluki, Minsk district,
Minsk region, the Republic of Belarus, ekaterina_lesik@tut.by

The cultural and morphological features of 52 isolates of *Monilinia* genus isolated from apple-tree samples are presented. Specific identification of isolates has been done using the Lane and Van Leeuwen keys of differences. The majority of them (83%) were identified as *M. fructigena*. *M. laxa* was described on the basis of molecular researches as apple-tree pathogen for the first time for Belarus.

Key words: apple-tree, *Monilinia* spp., cultural-morphological features.

ИСТОЧНИКИ И ДОНОРЫ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К БОЛЕЗНЯМ

Лучная И. С., Черняева И. Н., Петренкова В. П., Боровская И. Ю.
Институт растениеводства им. В. Я. Юрьева г. Харьков, Украина, inluch@uandex.ua

Приведены результаты исследований по изучению образцов озимой пшеницы на инфекционных и провокационных фонах наиболее распространенных в регионе болезней (септориоз, твердая головня, бурая ржавчина, мучнистая роса), выделению источников устойчивости, определению их донорских свойств и созданию на их основе нового перспективного исходного материала для селекции на устойчивость к болезням.

Ключевые слова: устойчивость, септориоз, твердая головня, источники, доноры, инфекционный фон, провокационный фон, гибридизация.

В Украине ежегодный недобор урожая из-за вредного воздействия возбудителей болезней и вредителей составляет 12-14% (Петренко и др., 2012). В этих условиях особое значение приобретает внедрение в производство устойчивых к биотическим факторам сортов и гибридов (Явдоценко, 2003). Основное и необходимое условие для данного направления исследований — это наличие источников и доноров устойчивости. Генотипы, определенные как источники, могут быстро терять этот статус. Это происходит вследствие изменения вирулентности патогенов в определенном регионе и преодоления ими генетических систем защиты растений (Евтушенко и др., 2004). Поэтому постоянно существует потребность в новых источниках устойчивости к болезням, поиск которых всегда является актуальным направлением исследований. К тому же, для эффективной селекционной работы в направлении создания устойчивых к вредным организмам сортов сельскохозяйственных культур, необходимо определение донорских свойств источников устойчивости. Только при использовании такого исходного материала возможно создание сортов, приемлемых не только по показателям устойчивости, но и по другим ценным признакам (Петренко и др., 2012).

Ежегодно на инфекционных и провокационных фонах, созданных на полях научного севооборота Института растениеводства им. В. Я. Юрьева, исследовали устойчивость образцов озимой мягкой пшеницы. Методы исследований: микологические (выделение возбудителей болезней в чистую культуру, диагностика, наращивание инфекционного материала) (Дудка, 1982; Билай, 1988); фитопатологические (создание искусственных инфекционных и провокационных фонов, учеты пораженности растений) (Бабаянц, 1988; Кривченко, 1984; Пересыпкин, 1990); селекционные (отборы, гибридизация, определение донорских свойств). Для создания искусственных инфекционных фонов септориоза (*Septoria tritici* Rob. Et Desm., *S. nodorum* Berk.) и твердой головни (*Tilletia caries* Tul.) использовали инфекционный материал, собранный из коллекционных и селекционных образцов пшеницы мягкой озимой. Для искусственного заражения растений септориозом в качестве инокулюма использовали споры, полученные на питательных средах. Для достоверной оценки относительной устойчивости к септориозу, инокулюм создавали из 5-7 наиболее патогенных штаммов. Для приготовления суспензии спор в чашки Петри с культурой 7-10 суточного возраста добавляли дистиллированную воду и стеклянной палочкой соскребали споры с поверхности колоний. Полученную суспензию перемешивали, фильтровали и доводили до концентрации 1×10^7 спор/мл для *Septoria nodorum* и 1×10^6 спор/мл для

Septoria tritici. Инокуляцию пшеницы проводили в фазе трубкования растений после предварительного полива, вечером, в безветренную погоду, путем опрыскивания с расходом суспензии — 100 мл/м². После этого обработанные участки накрывали полиэтиленовой пленкой для создания влажной камеры с экспозицией в 12 часов.

Инокуляцию возбудителем твердой головни проводили сухим заспорением семян перед его посевом. Подготовка инокулюма заключалась в обмолаоте зерен, пораженных головней (сорусов). Инокуляцию проводили путем встряхивания семян пшеницы вместе с телиоспорами. Инфекционная нагрузка телиоспор — 1,0 г на 100 г семян. В пакетик с зерном засыпали умеренное количество спор и тщательно его встряхивали в течение 2-3 минут. Высевали инокулированные семена озимой пшеницы на глубину 7-8 см, в более поздние сроки.

Провокационные фоны бурой листовой ржавчины (*Puccinia recondita* F. sp. *tritici* Rob. Et Desm.) и мучнистой росы (*Blumeria graminis* (DC) Speer.) создавали путем посева восприимчивых к болезням сортов — накопителей инфекции вдоль опытных участков и через каждые 20 номеров. В частности, Agassis (эталон восприимчивости к мучнистой росе) и Sel/Elgin (эталон восприимчивости к бурой ржавчине).

Первым этапом для успешной селекционной работы на устойчивость к фитозаболеваниям является поиск первичных источников устойчивости среди коллекционных образцов и селекционного материала. По результатам последних трех лет изучения (2010-2012 гг.) определили источники устойчивости пшеницы озимой к наиболее распространенным и вредоносным в регионе болезням. Среди выделенных за последние годы источников — 6 с индивидуальной устойчивостью к септориозу: 5 сортов происхождения из Украины: L 71-04 KH (№ IR14824), Ассоциативная (№ IR14261), Благо (№ IR14997), L 71-13 KH (№ IR15113), Гелиос и один — из Франции: ПН 04-12, 2 источника — к мучнистой росе Заграва Одесская (№ IR14781), Новокиевская (№ IR14443) из Украины, 7 источников устойчивости к твердой головне: 5 образцов из Украины: Ласточка Одесская (№ IR15008), Спасивка (№ IR15002), Княгиня Ольга (№ IR15007), Славная (№ IR14858), Эритроспермум 1192-07, по одному образцу из Грузии — Altai 2000 (№ IR14338) и Румынии — 98039-Z 2-1 (№ IR4707). Также выделены 4 источника групповой устойчивости к септориозу и мучнистой росе — по одному образцу из Украины, Германии, Чехии и Болгарии (табл. 1).

Выделенные источники в течении трех лет при разных уровнях инфекционного фона были устойчивыми (балл 7) и высокоустойчивыми

Таблица 1. Источники групповой устойчивости к мучнистой росе и септориозу (2010-2012 гг.).
Table 1. Sources of group resistance to powdery mildew and septoria leaf blotch (2010-2012)

№ IR	Название	Происхождение	Устойчивость к болезням, балл	
			к септориозу	к мучнистой росе
14769	Вильшана	Украина	7	7
14796	Dromos	Германия	7	7
14886	Meritto	Чехия	7	7
14771	Корнет	Болгария	7	7

(балл 8) к вышеупомянутым болезням. Сорт Спасивка из Украины был иммунным к твердой головне на протяжении всех лет изучения и характеризовался баллом устойчивости 9.

С целью определения донорских свойств источников устойчивости ежегодно проводили скрещивания их с восприимчивыми сортами-тестерами с последующим гибридологическим анализом растений F₂. Так, на инфекционном фоне твердой головки в 2008 году испытано 70 гибридов F₁, F₂ и их родительские формы — источники устойчивости, выделенные в предыдущие годы (2003-2005 гг.). Методом гибридологического анализа определено наличие одного доминантного гена устойчивости в генотипе линии OR 9630167 из США, двух доминантных независимых генов у линии CO 900166 из США, одного доминантного и одного рецессивного генов у источников Эритроспермум 24220 из Украины, Tyler и OR 9630157 из США. Проявление этих генов во всех прямых и обратных комбинациях с различными восприимчивыми формами свидетельствует о независимости их действия от генетической среды и направления скрещивания.

Характер распределения растений F₂ по баллам устойчивости к септориозу позволил предположить наличие доминантных факторов устойчивости в родительских формах OR 961474, AC-182, Эритроспермум 26221, Л. 1493/9. Соотношение фенотипов, отнесенных к категориям устойчивых (оцененных баллами 7-6) и восприимчивых (5-3) в популяциях гибридов F₂ свидетельствует о том, что в потомстве линий AC-182 и Эритроспермум 26221 наблюдается проявление одного доминант-

ного гена устойчивости к *Septoria tritici*, в потомствах линий 1493/9 и OR 961474 — проявление совокупного действия доминантного и рецессивного генов устойчивости.

С целью создания нового перспективного, устойчивого к болезням исходного материала озимой пшеницы ежегодно проводили гибридизацию. Привлекали

к скрещиваниям выделенные в процессе работы источники устойчивости к болезням с выраженными донорскими свойствами и адаптированные к определенным условиям районированные сорта. В результате проведенной работы создано 25 линий пшеницы мягкой озимой с групповой устойчивостью к болезням и неблагоприятным абиотическим факторам. Из них 17 линий с групповой устойчивостью к мучнистой росе (7-8 баллов), бурой листовой ржавчине и септориозу и 8 линий, устойчивые к твердой головне и бурой ржавчине (7-9 баллов), к тому же засухоустойчивые, зимостойкие и способные к восстановлению продуктивного стеблестоя после повреждения клопом черепашкой в фазе трубкования. Пять линий с лучшими показателями ценных хозяйственных признаков и групповой устойчивостью к болезням в 2011 году зарегистрированы в Национальном центре генетических ресурсов растений Украины с получением свидетельств о регистрации: линия 829-10 (№ свидетельства 824), линия 831-10 (№ 825), линия 833-10 (№ 826), линия 924-10 (№ 827), линия 981-10 (№ 828). Полученный исходный материал может быть использован для целенаправленной селекции на устойчивость к болезням и неблагоприятным абиотическим факторам.

Таким образом, схема селекционной работы на устойчивость к болезням заключается в выделении источников устойчивости, определении их донорских свойств и создании на их основе нового исходного материала с комплексом ценных хозяйственных признаков.

-Литература

- Бабаянц Л. Т. и др. Методы селекции и оценки устойчивости пшеницы и ячменя в странах — членах СЭВ., Прага, 1988, с. 193-208.
- Билай В. И., Гвоздяк Р. И., Скрипаль И. Г. и др. Микроорганизмы — возбудители болезней растений. Киев, Наукова думка., 1988, 552 с.
- Дудка И. А., Вассер С. П., Элланская И. А. и др. Методы экспериментальной микологии. Киев, Наукова думка, 1982, 550 с.
- Евтушенко М. Д., Лисовий М. П. Імунітет рослин. К., Колобіг, 2004, 303 с.
- Кривченко В. И. Устойчивость зерновых колосовых к возбудителям головневых болезней. М., Колос, 1984, 306 с.

Методика Державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Київ, 2000, вип. 1, 100 с.
 Пересыткин В. Ф. Болезни сельскохозяйственных культур. Київ, Урожай, 1990, Т. 1, 246 с.
 Явдоценко М. П. І врожайні, і стійкі // Захист рослин, 2003, № 1, с. 9.

SOURCES AND DONORS FOR BREEDING OF WINTER WHEAT RESISTANCE TO DISEASES

Luchnaya I. S., Chernyaeva I. M., Petrencova V. P., Borovska I. Yu.

*Plant Production Institute nd. a. V. Ya. Yuriev of Ukrainian Academy
of Agrarian Sciences, Kharkiv, Ukraine, inluch@yandex.ua*

It was shown the results of studies on winter wheat samples on infectious and inflammatory backgrounds of the most common diseases in the region (septoria leaf blotch, smut, brown rust, powdery mildew) the results of resistance sources allocation, identifying their donor properties and creation of new promising source material for breeding for resistance to diseases on their basis.

Key words: resistance, diseases, breeding, infectious background, provocative background, hybridization

МОЛЕКУЛЯРНЫЕ И ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ О ВОЗМОЖНОЙ ГИБРИДНОЙ ПРИРОДЕ И ПЕРЕСТРОЙКЕ ПОПУЛЯЦИЙ ВОЗБУДИТЕЛЯ СТЕБЛЕВОЙ РЖАВЧИНЫ ЗЛАКОВ НА ЯЧМЕНЕ

Малеева Ю. В., Волкова В. Т.

*Биологический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова,
Москва, Россия, yulya_maleeva@mail.ru*

В конце XX в. и после 2010 г. в популяциях возбудителя стеблевой ржавчины злаков в Московской области отмечены изменения молекулярных и физиолого-биохимических признаков. По суммированным данным ПЦР-анализа рибосомных IGS и ITS спейсеров, а также по набору RAPD-фрагментов ДНК и изоферментным спектрам малатдегидрогеназы изолятов гриба, выделявшихся с ячменя и родственных злаков, в комплексе с определением специализированных форм гриба высказано предположение о возможной гибридной природе ячменной формы. Обсуждается возможная роль *Elytrigia repens* и *Bromopsis inermis* в качестве естественных многолетних резервуаров инфекции как для индивидуальных, так и для гибридных форм *P. graminis*, избирательно накапливающихся в популяциях в зависимости от климатических условий.

Ключевые слова: Puccinia graminis, Hordeum, Elytrigia, Bromopsis, гибриды, специализированные формы, молекулярный полиморфизм.

Исследования вирулентности возбудителя стеблевой ржавчины злаков в СССР, как подчеркнуто в статье С. Н. Лекомцевой с соавторами (2007), были начаты в 20-30-е гг. прошлого века в Лаборатории микологии им. А. А. Ячевского ВИЗРа. Итоги этих работ отражены в фундаментальной монографии Н. А. Наумова «Ржавчина хлебных злаков в СССР» (1939). По данным ряда авторов (например, Наумов, 1939; Азбукина, 1974) среди злаков, на которых могут развиваться как ржаная, так и пшеничная формы гриба, приводятся *Hordeum* sp., *Elytrigia repens* (L.) Nevski

(*Agropyrum repens* (L.) Beauv.) и *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub (*B. inermis* Leyss.).

Наши многолетние данные подтверждают эти наблюдения (табл. 1). Единичные экземпляры зараженного стеблевой ржавчиной ячменя в Подмосковье встречаются практически ежегодно, хотя в отдельные годы такое поражение становится массовым. Например, в 1996 г. в начале августа был выделен 21 образец ржаной формы из 35 образцов *P. graminis*, выделенных с ячменя на подмосковных полях в Немчиновке. Ржаная форма гриба обычно обнаруживается и на соседних посевах озимой ржи.

Таблица 1. Динамика встречаемости изолятов *P. graminis* на ячмене
Table 1. Dynamics of occurrence of *P. graminis* isolates for barley

Год	Число образцов с ячменя, поражающих			Общее число образцов с ячменя	Общее число образцов со злаков
	рожь	пшеницу	как рожь, так и пшеницу		
1973	2	—	—	3	23
1996	21	—	—	35	
1997	14	—	—	14	15
2002	—	3	—	3	18
2003	—	3	—	3	9
2004	—	3	—	3	12
2005	—	6	—	6	24
2006	—	6	—	6	39
2007	—	—	—	-	21
2008	—	3	—	3	24
2010	—	—	—	—	2
2011	—	—	—	1	29

Периодически изоляты, способные заразить ячмень, выделяются с барбариса. Например, в 1973 г. из 20 образцов с барбариса, собранных в Ботаническом саду МГУ, 6 были слабо вирулентны для ячменя; при этом из 6-ти образцов у 2-х была выделена только ржаная форма гриба, а у 4-х — как ржаная, так и пшеничная.

В начале XXI века отмечается популяционная перестройка возбудителя стеблевой ржавчины в Центральном регионе России. Среди изолятов пшеничной формы начинает преобладать 15-я раса по Стекману. Она считалась более холодостойкой (Katsua, Green, 1997; Сколотнева и др., 2010) по сравнению с 11-й и 34-й, предпочитающими высокие температуры и терпимыми к засухе (Волкова, 1978). Собранные в 2008 г. 3 образца с ячменя также относились к 15-й расе пшеничной формы гриба (Сколотнева и др., 2010). По рибосомным IGS-спектрам (рис. 1) отмечена перестройка популяций гриба после засухи 2010 г.

Обычно пшеничная форма *P. graminis* на ячмене чаще встречается в более южных районах нашей страны, где большие площади посевов заняты пшеницей. Например, в 1976 г. из 10 образцов *P. graminis*, выделенных с ячменя в г. Кинель Самарской обл., 7 относились к ржаной форме, 2 — к пшеничной, а из 3-х были

выделены как ржаная, так и пшеничная формы гриба. С 7-ми образцов, собранных с растений тритикале (ржано-пшеничный гибрид), в 6-ти случаях выделялись изоляты, сильно вирулентные как для пшеницы, так и для ячменя, но практически не поражающие рожь. Только один образец был представлен изолятами, активно поражающими рожь, но слабо вирулентными для ячменя.

Интересно отметить, что ячмень в 1973 г. был поражен одним из 2-х изолятов с дикорастущего костра безостого, с которого были выделены как ржаная, так и пшеничная

форма гриба. Обратная ситуация, когда костер безостый заражается спорным материалом с ячменя, описана у З. М. Азбукиной (1974).

Молекулярный анализ позволяет предположить, что изоляты *P. graminis* с ячменя (рис. 1) имеют гибридное происхождение. «Пшеничная» форма *P. graminis*, выделенная в Московской и Ростовской обл. в 2004 и 2005 гг. с ячменя, значительно отличалась по рибосомным IGS и ITS спейсерам, а также по RAPD-спектрам и изоферментным спектрам малатдегидрогеназы от образцов, выделенных непосредственно с пшеницы, и,

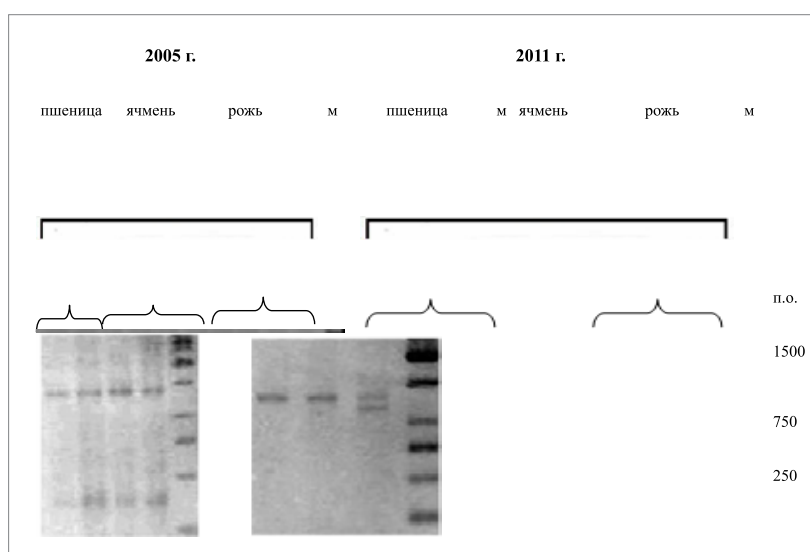


Рисунок 1. Изменение амплификационных спектров рибосомных IGS спейсеров изолятов *P. graminis*, выделенных с пшеницы, ячменя и ржи до и после теплового шока 2010 г.
Figure 1. Change of the ribosomal IGS spacer amplification spectra in isolates of *P. graminis* collected from wheat, barley and rye before and after heat shock in 2010 berries; b – lodge on the fruit; c – lodge with conidia; d – macroconidia; e – microconidia.

в основном, кластеризовалась с образцами с пырея и барбариса (Сколотнева и др., 2008). Такое распределение изолятов хорошо согласуется с филогенетической схемой взаимоотношений основных растений-хозяев ржавчины из сем. Poaceae (рис. 2).

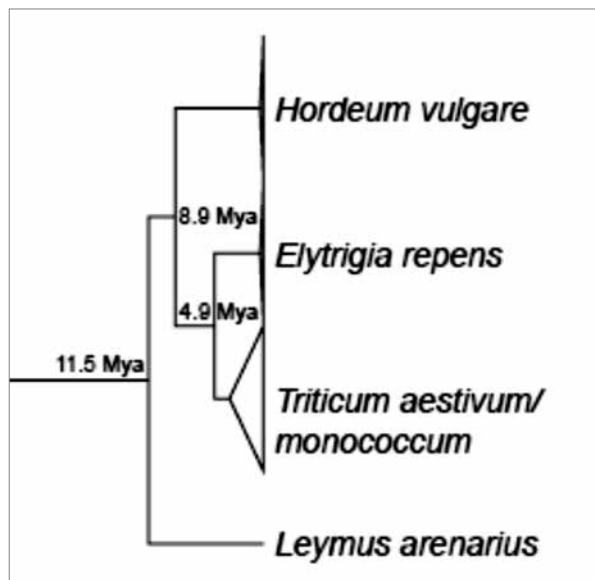


Рисунок 1. Филогенетическая схема взаимоотношений растений-хозяев ржавчины из сем. Poaceae по данным анализа локусов *rbcL* и *matK* с расчетом времени дивергенции видов (по Berlin, 2012 с изменениями)

Figure 2. Phylogenetic relationship between the grass host of *P. graminis* (Fam. Poaceae) based on *rbcL* and *matK* loci with time of species divergence (Berlin, 2012, as modified)

Нужно отметить, что накопление спор как на самом ячмене, так и на восприимчивых сортах пшеницы и ржи при искусственной инокуляции растений спорами с ячменя идет достаточно медленно и требует нескольких пассажей. Считается, что расширение круга хозяев при снижении инфекционной способности характерно именно для гибридов между специализированными формами ржавчинных грибов (Green, 1971).

Искусственная гибридизация форм *P. graminis* на барбарисе была показана еще в 30-е годы XX века (Stakman et al., 1930; Johnson et al., 1932). Гибридные изоляты гриба, полученные от скрещивания *P. graminis* F. sp. *secalis* и *P. graminis* F. sp. *tritici*, даже относили к отдельной синтетической форме *P. graminis* F. sp. *hordei* (Levine, Cotter, 1931; Levine et al., 1934). Однако существование в природе злаков, восприимчивых к нескольким специализированным формам гриба, барбариса,

на котором проходит половая стадия всех этих форм, и при этом редкость природных гибридов позволили предположить, что существуют барьеры, препятствующие скрещиванию, и что гибриды не могут конкурировать на злаках с родительскими формами (Anikster, 1984). Причина этого — разрушение у гибридов коадаптивных комплексов генов, сформировавшихся у гриба определенной специализированной формы при длительной коэволюции со своим питающим растением (Hiura, 1978).

В литературе есть данные об успешной соматической гибридизации мицелиев *P. graminis*, которая может приводить к формированию новой, достаточно агрессивной расы. Это австралийская гибридная форма «scabrum», поражающая ячмень и рожь, но не пшеницу, и образующаяся в природе на *Agropyrum scabrum* Beauv. (синоним — *Anthosachne scabra* (R. Br.) Nevski), являющимся хозяином как пшеничной, так и ржаной форм гриба (Burdon et al, 1985). По другим данным искусственные соматические гибриды 1-го поколения ржаной и пшеничной форм гриба авирулентны для коммерческих сортов пшеницы и ржи, а форма «scabrum» с *A. scabrum* проявляет промежуточные характеристики между *P. graminis* F. sp. *tritici* и *P. graminis* F. sp. *secalis* (Luig, Watson, 1976). Поражение ржавчиной барбарисов, разбросанных на территории Нового Южного Уэльса в Австралии, и наличие рядом с ними пораженных урединальной стадией гриба *Agropyrum scabrum* и *Bromus racemosus* L. было отмечено еще в 1934 г. (Waterhouse, 1934). Работы последних лет показали, что по молекулярным данным с использованием AFLP, STMs и SSR маркеров (Keiper et al., 2006; Haque et al., 2008; Karaoglu et al., 2013) новые расы образуются чаще за счет мутаций, но соматическая гибридизация вносит в этот процесс свой вклад, хотя и значительно меньший.

В нашей зоне на восприимчивых многолетних злаках гриб может существовать до нескольких лет в дикариотической урединальной стадии без слияния ядер в клетках, например, ржаная форма *P. graminis* на пырее (Гарибова, Лекомцева, 2005). По-видимому, в условиях Средней полосы многолетние злаки *Elytrigia repens* и *Bromopsis inermis*, активно воспроизводящиеся вегетативно, могут служить естественным многолетним резервуаром как для активно спороносящих индивидуальных, так и для слабо спороносящих гибридных форм *P. graminis*.

MOLECULAR AND PHYSIOLOGICAL-BIOCHEMICAL DATA ABOUT THE POSSIBLE HYBRID NATURE AND POPULATIONS RESTRUCTURING OF THE STEM RUST PATHOGEN FROM BARLEY

Maleeva J. V., Volkova V. T.

Biological faculty of Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia,
yulya_maleeva@mail.ru

In the end of XX century and after 2010 in the populations of the stem rust pathogen of cereals change of molecular and physiological-biochemical characters were observe in the Moscow region. Based on the combined data of ribosomal IGS and ITS spacers PCR analysis, as well as on a set of RAPD-DNA fragments and malate dehydrogenase isoenzymes spectra of the fungal isolates collected from barley and related cereals in conjunction with the definition of specialized forms of the fungus, a possible hybrid nature of barley form was suggested. It is discussed a possible role of *Elytrigia repens* and *Bromopsis inermis* as natural perennial infection reservoirs for both individual and hybrid *P. graminis* forms that selectively accumulate in the populations depending on climatic conditions.

Key words: hybrids, specialized forms, molecular polymorphism.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БУРОЙ РЖАВЧИНЫ ПШЕНИЦЫ В НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ И СТРУКТУРА ЕЕ ПОПУЛЯЦИИ

Маркелова Т. С., Иванова О. В., Нарышкина Е. А., Бауменова Э. А.

ГНУ НИИСХ Юго-Востока,
Саратов, Россия, raiser_saratov@mail.ru

Приведены данные по составу и динамике фитопатогенного комплекса наиболее вредоносных заболеваний пшеницы в Нижнем Поволжье. В климатических условиях данного региона изучены биологические особенности возбудителя бурой ржавчины пшеницы. Исследована динамика структуры поволжской популяции бурой ржавчины. Выявлены патотипы, дифференцирующие популяцию. Впервые в Нижнем Поволжье выделен патотип рр9.

Ключевые слова: грибные болезни пшеницы, бурая ржавчина, популяция, гены устойчивости, патотипы вирулентности.

Большую угрозу урожаю пшеницы в Нижнем Поволжье представляет комплекс фитопатогенов, среди которых бурая ржавчина занимает далеко не последнее место. Возбудитель заболевания базидиальный гриб порядка Uredinales — *Puccinia recondita* Rob. ex Desm F. sp. tritici Erikss. et Henn) является облигатным патогеном, дающим до 6 уредогенераций за вегетационный период и распространяющимся воздушными потоками на большие расстояния, что часто приводит к развитию эпифитотий.

Анализ динамики фитопатогенного комплекса наиболее вредоносных заболеваний в зоне Нижнего Поволжья, начиная с 2001 года, показал, что в 2006-2008, в 2011 и в 2012 гг. поражение посевов пшеницы бурой ржавчиной возросло в среднем на 20%, по сравнению с 2001-2005 гг.

2009-2010 годы были неблагоприятными для развития ржавчины, данное заболевание находилось в депрессии. Это нормальное явление для ржавчинного гриба, очень требовательного к условиям развития. Однако неблагоприятные условия это еще не панацея в борьбе с данным заболеванием. Ржавчинные грибы очень пластичны. Этим объясняется появление вирулентных патотипов в популяции в ответ на внедрение в производство сорта с комплементарным геном устойчивости, выживание отдельных патотипов в экстремальных условиях температуры и влажности воздуха. Вегетационный период 2010 года характеризовался рекордно высокими температурами и отсутствием осадков. Однако в июле-августе весенние посевы озимой пшеницы были поражены бурой ржавчиной до 100%.

Степень изученности проблем изменчивости популяции бурой ржавчины достаточно высока, но, тем не менее, она не теряет своей актуальности до настоящего времени. Внутрипопуляционные процессы, происходящие в популяции бурой ржавчины, заставляют исследователей вновь обращать внимание на данный объект, контролировать появление новых вирулентных патотипов.

Изучение динамики структуры популяции бурой ржавчины проводится в лаборатории иммунитета ГНУ НИИСХ Юго-Востока с 70-х годов. Изначально исследования проводились на сортах-дифференциаторах Майнса и Джексона. Затем для изучения состава популяции бурой ржавчины *P. recondita* F. sp. *tritici* стали использоваться моногенные линии сорта Thatcher, так как сорта-дифференциаторы утратили способность дифференцировать популяцию бурой ржавчины (D. J. Samborski, 1981, 1985; McIntosh et al., 1995). Идентификацию проводили по общепринятой методике (Михайлова и др., 2000). По реакции растений на соответствующий изолят бурой ржавчины определяли патотипы вирулентности каждого образца. По частоте встречаемости патотипов с определенной степенью вирулентности устанавливался уровень вирулентности данной популяции.

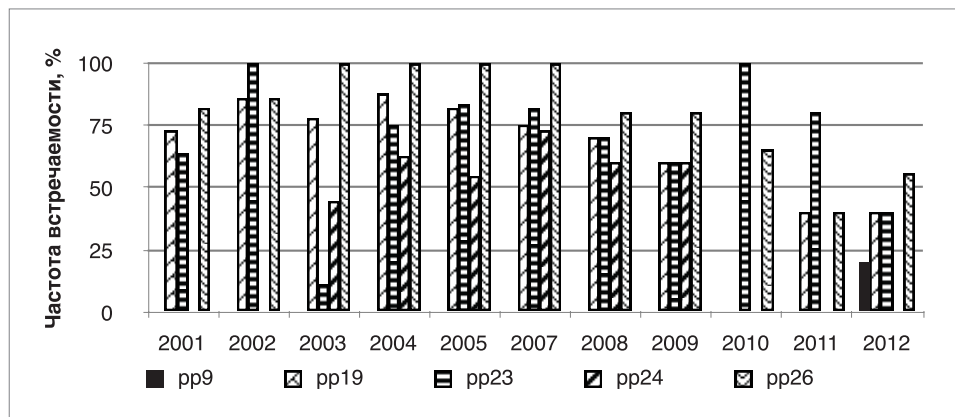


Рисунок 1. Динамика клонов вирулентности поволжской популяции возбудителя бурой ржавчины (2001-2012 гг.)

На сегодняшний день в поволжской популяции бурой ржавчины идентифицирован 41 ген вирулентности. Из всего количества вирулентных патотипов наибольший интерес представляют пять патотипов, дифференцирующих популяцию. Это патотипы pp9, 19, 23, 24 и 26 (рис. 1).

В поволжской популяции новый клон вирулентности pp19 был выявлен сотрудниками лаборатории иммунитета еще в 1985 году. В 2002-2006 годах ген Lr19 практически потерял эффективность. Вероятно, причиной этому послужило распространение в производстве сортов яровой мягкой пшеницы с геном Lr19 — Л503, Добрыня.

Резкое увеличение посевных площадей под этими сортами в разных регионах страны привело к быстрому накоплению клона вирулентности (pp19) в популяции и, как следствие, к потере сортами устойчивости. Об этом свидетельствует Е. Д. Коваленко соавторами (2002, 2003).

Однако следует отметить, что в последние годы (2008-2010) частота встречаемости данного клона сначала стабилизировалась, а затем заметно сократилась, поскольку площади под Л503 сократились, что привело к снижению частоты встречаемости данного клона. Также известно, что клон pp19 не переносит высоких температур. Неблагоприятный температурный режим вегетационного периода 2009 года привел к снижению частоты встречаемости данного клона в 2010 г. до 60%. А условия 2010 года оказались для клона pp19 критическими, то есть в популяции он отсутствовал. Однако температурный режим 2011 и 2012 годов оказался для данного клона более благоприятным, поскольку он опять идентифицирован в структуре популяции бурой ржавчины. Частота встречаемости его достигла 40%.

Вирулентный клон pp26 проявился в популяции бурой ржавчины в начале 70-х годов, когда в производстве довольно широко стали возделываться сорта озимой пшеницы Аврора и Кавказ.

С расширением посевных площадей под этими сортами ген Lr26 потерял эффективность. Поскольку в Саратовской области в производстве отсутствовали сорта с геном Lr26, становится очевидным, что состав местной популяции во многом определяется миграцией инфекции из южных и юго-западных районов России. Этот вывод

подтверждается исследованиями И. Г. Одинцовой и Л. Ф. Шеломовой (1977). Доля сортов-носителей гена Lr26, включенных в Госреестр селекционных достижений, составляет около 13% и наибольшее их количество (9%) сосредоточено в Северо-Кавказском регионе (Гульятеева, 2012).

Количество вирулентных клонов pp26 в годы эпифитотий резко возрастает и значительно уменьшается в сухие жаркие годы, когда бурая ржавчина находится в депрессии. По-видимому, в годы эпифитотий инокулюм, приспособленный к развитию при повышенной влажности юго-западных и западных районов России, заносится

в Поволжье и при благоприятных условиях накапливается в местной популяции. В сухие жаркие годы эти клоны выпадают из популяции как менее конкурентоспособные в жестких условиях Юго-Востока.

До последнего времени высокоэффективным против бурой ржавчины в Поволжье был ген Lr9. В настоящее время ген Lr9 начинает утрачивать свою эффективность. В результате исследований структуры популяции 2012 года впервые были выявлены вирулентные клоны к Lr9. Частота встречаемости их достигла 20%.

Литература

- Гулятьева Е. И. Методы идентификации генов устойчивости пшеницы к бурой ржавчине с использованием ДНК-маркеров и характеристика Lr-генов. СПб., 2012, 70 с.
- Коваленко Е. Д., Коломиец Т. М., Киселева М. И., Жемчужина А. И. Значение популяционных исследований возбудителей болезней для разработки стратегии селекции сортов зерновых культур с продолжительной устойчивостью // Первая Всероссийская конференция по иммунитету растений к болезням и вредителям. СПб., 2002, с. 91–92.
- Коваленко Е. Д., Жемчужина А. И., Кражева Н. Н. Структура популяций возбудителя бурой ржавчины пшеницы на территории РФ в 2000-2001 гг. // Современные системы защиты растений от болезней и перспективы использования достижений биотехнологии и генной инженерии. Голицыно, 2003, с. 11–12.
- Михайлова Л. А., Гулятьева Е. И., Мироненко Н. В. Методы исследований структуры популяций возбудителя бурой ржавчины пшеницы *Puccinia recondita* Rob. ex Desm. F. sp. tritici; ВИЗР. СПб., 2000, 26 с.
- Одинцова И. Г., Шеломова Л. Ф. Пути селекции на устойчивость в связи с миграцией возбудителя бурой ржавчины пшеницы // Тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции, ВИР, 1977, 58 (3), с. 41–44.
- McIntosh R. A., Wellings C. R., Park R. F. Wheat rusts (An Atlas of resistance genes). CSIRO. Australia. 1995, 208 p.
- Samborski D. J. Occurrence and virulence of *Puccinia recondita* in Canada in 1981 // *Canad. J. Plant Pathol.* 1982, 4, p. 291–294.
- Samborski D. J. Wheat leaf rust // *Cereal rusts. 2. Disease, Distribution, Epidemiology and control.* New York: Acad. Press., 1985, p. 39–60.

BIOLOGICAL FEATURES OF BROWN RUST OF WHEAT IN THE LOWER VOLGA REGION AND THE STRUCTURE OF POPULATION

Markelova T. S., Ivanova O. V., Naryshkina E. A., Baukenova E. A.
Scientific research institute South-East, Saratov, Russia, raiser_saratov@mail.ru

The data of the composition and dynamics of phytopathogenic complex of the most damaging diseases of wheat in the Lower Volga Region is presented. Biological characteristics of the wheat brown rust pathogens were studied in the climatic conditions in this region. The dynamics of the structure of the Volga Region population of brown rust was studied. It was identified the pathotypes differentiating population. Pathotype pp9 was distinguished in the Lower Volga region.

Key words: fungal diseases of wheat, brown rust, population, resistance genes, virulence pathotypes.

НОВЫЕ И РЕДКИЕ АНАМОРФНЫЕ ГРИБЫ В МИКОБИОТЕ ЮЖНОГО ВЬЕТНАМА

Мельник В. А.¹, Александрова А. В.^{2,3}

¹ Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН,
Санкт-Петербург, Россия, *vadim.melnik@mail.ru*

² Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва, Россия

³ Совместный Российско-Вьетнамский тропический научно-исследовательский
и технологический центр, южное отделение, Хошимин, Вьетнам

Начиная с 2009 г. российскими микологами проводится изучение микобиоты Южного Вьетнама. Особенное внимание уделяется агарикоидным, афиллофороидным, сумчатым и анаморфным грибам, исследуются также и миксомицеты. По материалам исследований на растительном субстрате, в образцах почвы, опада листьев, веточек, цветков, плодов, семян выявлено 446 видов из 174 родов анаморфных грибов; подавляющее число их относится к гифомицетам. 5 видов оказались новыми для науки. Десятки видов гифомицетов относятся к редким в мире грибам, многие являются вторыми-третьими находками в мире. Не менее половины выявленных анаморфных грибов оказались новыми для микобиоты Южного Вьетнама. Представленные материалы в значительной мере расширяют прежние представления об анаморфных грибах этого региона юго-восточной Азии.

Ключевые слова: анаморфные грибы, микобиота, Вьетнам.

Благодаря работам, проводимым Совместным Российско-Вьетнамским Тропическим научно-исследовательским и технологическим центром, начиная с 2009 г. в южном Вьетнаме ведется комплексное изучение микобиоты. Получены данные о агарикоидных, афиллофороидных, сумчатых грибах, большое внимание уделяется миксомицетам. Основные материалы были собраны в заповедниках и национальных парках, расположенных в провинциях Донг Най, Лам Донг, Дак Лак и Бинь Фуок, сотрудниками Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН (БИН РАН) А. Е. Коваленко, Ю. К. Новожиловым, Е. С. Поповым, О. В. Морозовой и А. В. Александровой (Московский государственный университет).

Изучение микроскопических грибов проводили как выделяя их из почвы и попавшего на нее опада (листья, веточки, цветки, плоды, семена), так и наблюдая их непосредственно на растительном субстрате.

Идентификацию анаморфных грибов на растительном субстрате проводили В. А. Мельник и А. В. Александрова; почвенные грибы определяла А. В. Александрова, существенную помощь в подготовке материала для исследования оказала аспирантка кафедры микологии и альгологии МГУ К. А. Калашникова. Гербарные образцы депонированы в микологический гербарий БИН РАН (LE). Культуры почвенных грибов хранятся в коллекции кафедры микологии и альгологии МГУ, штаммы особенно ценных культур переданы во Всероссийскую коллекцию микроорганизмов ВКМ и другие учреждения соответствующего профиля.

По результатам проведенных исследований опубликован ряд статей, содержащих списки

выявленных анаморфных грибов этого региона (Александрова, Сидорова, 2011; Александрова и др., 2011; Мельник, 2011; Мельник и др., 2012; Alexandrova et al., 2013; Mel'nik, 2012a, b; Mel'nik et al., 2013a;). В печати находятся рукописи статей, также содержащие информацию об анаморфных грибах Вьетнама (Мельник, 2013; Mel'nik et al., 2013b; Мельник и др., 2013a, б; 2014). Материалы опубликованных и находящихся в печати статей позволяют провести некоторое обобщение сведений об анаморфных грибах Южного Вьетнама по состоянию на первую половину 2013 г.

Список анаморфных грибов, выявленных только на образцах растительного субстрата, включает 184 вида из 113 родов гифомицетов и 2 вида из 2 родов целомицетов. Выявленные почвенные микромицеты, включающие аскомицеты, зигомицеты и анаморфные грибы, насчитывают 355 видов из 105 родов. Преобладают, как и следовало ожидать, гифомицеты — 286 видов из 78 родов, целомицетов значительно меньше — 14 видов из 9 родов. В совокупности можно говорить, что по результатам исследований, проводившихся в Южном Вьетнаме с 2009 г., сейчас здесь известно 446 видов из 174 родов гифомицетов и 16 видов из 11 родов целомицетов. Некоторые виды и роды присутствуют в списках обеих групп изучавшихся анаморфных грибов, поэтому указанные сведения не являются арифметической суммой данных по каждой группе этих грибов.

Оценивая таксономический состав выявленных микромицетов, следует отметить, что 5 видов гифомицетов оказались новыми для науки. Это *Ardhachandra vietnamensis* Melnik, *Dactylaria mucoglobifera* Melnik, U. Braun et A. V. Alexandrova,

Heliocephala vietnamensis Melnik, R. F. Castañeda, *Phaeosaria vietnamensis* Melnik и *Pyricularia contorta* Melnik, U. Braun et A. V. Alexandrova. Многие анаморфные грибы, зарегистрированные на субстрате растительного происхождения, впервые обнаружены во Вьетнаме. Десятки видов относятся к редким в мире грибам, нередко это вторые-третьи, кроме «locus classicus», места их обнаружения. Список таких анаморфных грибов сейчас включает 51 вид из 47 родов гифомицетов. Это *Actinocladium amazonicum* Matsush., *Albosynnema elegans* E. F. Morris, *Atractilina parasitica* (G. Winter) Deighton et Piroz., *Bahusutrabeeja globosa* Bhat et W. B. Kendr., *Beltrania santapau* Piroz. et S. D. Patil, *Berkleasium micronesiacum* Matsush., *B. taishanense* G. Z. Zhao et T. Y. Zhang, *Chaetopsina polyblastia* Samuels, *Chalara distans* McKenzie, *Circinoconis paradoxa* Boedijn, *Circinotrichum rigidum* B. Sutton, *C. papakurae* S. Hughes et Piroz., *Conioscypha hoehnelii* P. M. Kirk, *Cordana uniseptata* L. Cai, McKenzie et K. D. Hyde, *Coronospora uniseptata* Matsush., *Corynesporopsis isabelicae* Hol-Jech., *Craspedodidymum nigroseptatum* Yanna, W. H. Ho, Goh et K. D. Hyde, *C. proliferans* V. Rao et de Hoog, *Cryptophiale enormis* B. Sutton, Nawawi et Kuthub., *Cryptophialoidea secunda* (Kuthub. et B. Sutton) Kuthub. et Nawawi, *Dactylosporium macropus* (Corda) Harz, *Dictyochaeta assamica* (Agnihotr.) Aramb., Cabello et Mengasc., *D. plovercovensis* Goh et K. D. Hyde, *Dictyosporium zeylanicum* Petch, *Excipulariopsis narsapurensis* (Subram.) P. M. Kirk et Spooner, *Exserticlava triseptata* (Matsush.) S. Hughes, *Fusariella hughesii* Chab.-Frydm., *Gangliostilbe costaricensis* Mercado, Gené et Guarro, *Gliomastix novae-zelandiae* S. Hughes et C. H. Dickinson, *Grallomyces portoricensis* F. Stevens, *Helicomycetes colligatus* R. T. Moore, *Helicoon richonis* (Boud.) Linder, *Hermatomyces amphispurus* R. F. Castañeda et Heredia, *Humicola queenslandica* Matsush., *Lacellinopsis sacchari* Subram., *Lauriomyces heliocephalus* (V. Rao et de Hoog) R. F. Castañeda et W. B. Kendr., *Lemkea sphaerospora* Morgan-Jones et R. C. Sinclair, *Monodictys abuensis* (Chouhan et Panwar) V. Rao et de Hoog, et Masee) M. B. Ellis, *Monotosporella. rhizoidea* V. Rao et de Hoog, *Mycoentorolobium platysporum* Goos, *Nodulisporium gregarium* (Berk. et M. A. Curtis) J. A. Mey. (обнаружен также среди выявленных почвенных грибов), *Paraceratocladium seychellarum* Whitton, McKenzie et K. D. Hyde, *P. silvestre* R. F. Castañeda, *Phaeostalagmus arbusculus* C. J. K. Wang et B. Sutton, *Phragmocephala hughesii* W. P. Wu, *Podosporium beccarianum* (Ces.) Seifert et G. Okada, *Sporidesmiella claviformis* P. M. Kirk, *Stromatographium stromaticum* (Berk.) Höhn., *Subulispora longirostrata* Nawawi et Kuthub., *Vanakripa minutiellipsoidea* Pinnoi.

Рассматривая данные о почвенных грибах и грибах на связанном с почвой опаде, надо сказать, что значительная часть из выявленных 300 видов из 87 родов анаморфных грибов (гифомицеты — 286 видов из 78 родов; целомицеты — 14 видов из 9 родов) впервые зарегистрирована в Южном Вьетнаме, т. к. до 2009 г., когда начались работы российских микологов, почвенными грибами Вьетнама систематически не занимались, были только отдельные упоминания в работах прикладного характера. В списке выявленных грибов значительную долю составляют гифомицеты, которые классифицируются как тропические. Это как типичные, так и редкие виды. Сюда входят *Acremonium biseptum* W. Gams, *A. blocchii* (Matr.) W. Gams, *A. brachypenium* W. Gams, *A. polychromum* (J. F. H. Beyma) W. Gams, *A. potronii* Vuill., *A. pteridii* W. Gams et J. C. Frankland, *Aspergillus gorakhpurensis* Kamal et Bhargava, *A. janus* Raper et Thom, *A. longivesica* L. H. Huang et Raper, *A. nomius* Kurtzman, B. W. Horn et Hesselt., *A. raperi* Stolk et J. Mey., *A. subolivaceus* Raper et Fennell, *A. unguis* (Émile-Weill et L. Gaudin) Thom et Raper, *Beltraniella portoricensis* (F. Stevens) Piroz. et S. D. Patil, *Cladophialophora devriesii* (Padhye et Ajello) de Hoog, Kwon-Chung et McGinnis, *Clonostachys byssicola* Schroers (теперь частый во Вьетнаме), *C. grammicospora* Schroers et Samuels, *C. lasiacidis* Schroers, *C. pityrodes* Schroers, *C. pseudochroleuca* Schroers, *Curvularia eragrostidis* (Henn.) J. Mey., *C. pallescens* Boedijn, *C. prasadii* R. L. Mathur et B. L. Mathur, *Cylindrocladiella camelliae* (Venkataram. et C. S. V. Ram) Boesew., *Gliocladiopsis tenuis* (Bugnic.) Crous et M. J. Wingf., *Gliocladium penicillioides* Corda, *Heterocephalum aurantiacum* Thaxt., *H. taiense* Persiani et Maggi, *Humicola parvispora* Gambogi, *Idriella variabilis* Matsush., *Leptographium hughesii* K. Jacobs, M. J. Wingf. et T. C. Harr., *Mariannaea camptospora* Samson, *Microdochium phyllanthi* B. Sutton, Piroz. et Deighton, *Nodulisporium gregarium* (Berk. et M. A. Curtis) J. Mey. (нередкий во Вьетнаме, отмечен также на древесном субстрате), *Penicillium atrofulvum* Houbraken, Frisvad et Samson, *P. dendriticum* Pitt, *P. erythromellis* D. Hocking, *P. johnkrugii* K. G. Rivera, Houbraken et Seifert, *P. loliense* Pitt, *P. primulinum* Pitt, *P. tropicoides* Houbraken, Frisvad et Samson, *Phaeoisaria clematidis* (Fuckel) S. Hughes, *Pleurostomophora richardsiae* (Nannf.) L. Mostert, W. Gams et Crous, *Rasamsonia brevistipitata* Houbraken et Frisvad, *Rhizostilbella hibisci* (Pat.) Seifert, *Scopulariopsis carbonaria* F. J. Morton et G. Sm. *Stachybotrys breviuscula* McKenzie, *Tubercularia harpostipitata* Seifer, *Verticillium tricorpus* I. Isaac, *Volutella ramkumarii* K. Sarbhoy, *V. lini* Mukerji, J. P. Tewari et J. N. Rai, *Zygosporium masonii* S. Hughes. Назовем еще и редкие, хотя

и не связанные с тропиками виды, обнаруженные здесь: *Aspergillus viridinutans* Ducker et Thrower, *Chaenopus alba* W. Gams, *Endocalyx melanoxanthus* var. *melanoxanthus* (Berk. et Broome) Petch, *Fusarium stilboides* Wollenw., *Paecilomyces clavisporus* Hammill, *Pseudobotrytis terrestris* (Timonin) Subram.

Микроскопические грибы тропиков изучены довольно слабо (McKenzie, 2001; Hawksworth, 2002; Mueller, Schmit, 2007). Хоксворт (Hawksworth, 2002) приводит следующие причины необходимости исследования микроскопических грибов, особенно в тропиках: их малая изученность, значительный вклад в функционирование экосистем, практическая польза или вред с точки зрения человека, а также любопытство исследователя. Кроме этого, знания о биоразнообразии микромицетов важны в связи с тем, что деятельность человека приводит к все большему сокращению ненарушенных местообитаний. С такой точкой зрения нельзя не согласиться. Обобщающих сводок по микромицетам тропических стран и их отдельных территорий мало. Но в качестве примера можно привести сведения по национальному парку Таи в Кот-д'Ивуаре (Африка). Здесь обнаружено около 250 видов почвообитающих микромицетов и более 300

видов на листовом опаде и поверхности растений (Persiani et al., 1998; Mulas, Rambelli, 1995; Rambelli et al., 2004). Как видим, уже известные сведения по микромицетам почвы и растительных субстратов Южного Вьетнама, полученные в результате проводившихся с 2009 г. исследований (446 видов только анаморфных грибов), в известной мере сопоставимы с данными для указанного национального парка Таи в Кот-д'Ивуаре. По экспертным оценкам (Mueller, Schmit, 2007), регионы Юго-Восточной Азии должны иметь очень высокое видовое богатство грибов со значительной долей эндемичных видов. Приведенный выше список новых для науки и редких анаморфных грибов, уже известных в Южном Вьетнаме, а так же то, что найденные здесь некоторые гифомицеты из родов *Atractilina*, *Chalara*, *Craspedodidymum*, *Cryptophalloidea*, *Hemicorynespora*, *Neosporidesmium*, *Ramaraomyces* (*Pseudogliophragma*) и *Stanjehughesia*, несомненно, также являются новыми таксонами (их описания подготавливаются к опубликованию), лишь подтверждает мнение о таксономическом богатстве микобиоты этого региона. Совершенно очевидно, что изучение как всей микобиоты, так и анаморфных грибов Южного Вьетнама должно быть продолжено.

Литература

- Александрова А. В., Сидорова И. И. Микроскопические грибы почвы и опада // В кн.: Структура и функции почвенного населения тропического муссонного леса (Национальный парк Кат Тьен, южный Вьетнам). М., КМК, 2011, с. 166–189.
- Александрова А. В., Сидорова И. И., Тиунов А. В. Микроскопические грибы почв и листового опада в национальном парке Кат Тьен (Южный Вьетнам) // Микология и фитопатология, 2011, 45, 1, с. 12–25.
- Мельник В. А. Анаморфные грибы Вьетнама. I // Микология и фитопатология, 2011, 45, 4, с. 323–331.
- Мельник В. А. Три новых для микобиоты Вьетнама вида гифомицетов // Новости систематики низших растений, 2013, 47 (в печати).
- Мельник В. А., Новожилов Ю. К., Попов Е. С., Александрова А. В. Анаморфные грибы. Вьетнам. II // Микология и фитопатология, 2012, 46, 4, с. 247–256.
- Мельник В. А., Новожилов Ю. К., Попов Е. С., Александрова А. В., Коваленко А. Е. Анаморфные грибы. Вьетнам. III // Микология и фитопатология, 2013, 47, 5 (в печати).
- Мельник В. А., Александрова А. В., Новожилов Ю. К., Попов Е. С., Кузнецов А. Н., Коваленко А. Е. анаморфные грибы Вьетнама. IV // Микология и фитопатология, 2014, 48 (в печати).
- Alexandrova A. V., Braun U., Mel'nik V. A. *Pyricularia contorta* sp. nov. — a new species from Vietnam // *Schlechtendalia*, 2013, 25, p. 73–76.
- Hawksworth D. L. Why study tropical fungi? In: Watling R., Frankland J. C., Ainsworth A. M., Isaac S., Robinson C. H. (Eds.): *Tropical Mycology 2, Micromycetes*. 2002, New York, CABI, p. 1–11.
- McKenzie E. H. C. *Fungi Anamorphici in Australasia* // *Austr. Syst. Bot.*, 2001, 14, p. 485–500.
- Mel'nik V. A. A new species of *Ardhachandra* (hyphomycetes) from Vietnam // *Mycosphere*, 2012a, 3, 6, p. 922–924.
- Mel'nik V. A. *Phaeoisaria vietnamensis* sp. nov. and *P. clematidis* (hyphomycetes) from Vietnam // *Mycosphere*, 2012b, 3, 6, p. 957–960.
- Mel'nik V. A., Braun U., Alexandrova A. V. *Dactylaria mucoglobifera* sp. nov. — a new species from Vietnam // *Schlechtendalia*. 2013a, 25, p. 47–52.
- Mel'nik V. A., Casta eda-Ruiz R. F., Granadas M. A new species of *Heliocephala* from Vietnam // *Mycotaxon*. 2013b, 123 (в печати).
- Mueller G. M., Schmit J. P. Fungal biodiversity: what do we know? What can we predict? // *Biodivers. Conserv.*, 2007, 16, p. 1–5.

Mulas B., Rambelli A. Contribution to the study of the microfungi in the saprotrophic specialization in tropical forest litter // *Plant Biosystems*, 1995, 129, p. 1225–1232.

Persiani A. M., Maggi O., Cassado M. A., Pineda F. F. Diversity and variability in soil fungi from a disturbed tropical rain forest // *Mycologia*, 1998, 90, p. 206–214.

Rambelli A, Mulas B, Pasqualetti M. Comparative studies on microfungi in tropical ecosystems in Ivory Coast forest litter: behaviour on different substrata. // *Mycol. Res.*, 2004, 108, p. 325–336.

NEW AND RARE ANAMORPHIC FUNGI IN MYCOBIOTA OF SOUTH VIETNAM

Mel'nik V. A.¹, Alexandrova A. V.^{2,3}

¹ Komarov Botanical Institute, Russian Academy of Sciences,
St.-Petersburg, Russia, vadim.mel'nik@mail.ru

² Moscow State University, Moscow, Russia

³ Joint Russian-Vietnamese Tropical Research and Technological Center;
Southern Branch, Ho Chi Minh City, Vietnam

Beginning with 2009 Russian mycologists start to study a mycobiota of South Vietnam. Special attention was given to anamorphic fungi. Examination of samples of leaf, twig, flower, fruit and seed, and their litter combined with soil samples had yielded information about composition of anamorphic fungi in this territory. List of recorded fungi includes 446 species from 174 genera of anamorphic fungi. Among these 5 species turned out to be the new taxa of hyphomycetes. Dozens species of hyphomycetes are rare finding in the world, much of them are only the second or third records in the world. Not less than half of anamorphic fungi were recorded in South Vietnam for the first time. Presented data are broadening the former knowledge on mycobiota of South Vietnam.

Key words: anamorphic fungi, mycobiota, Vietnam.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИАГНОСТИКИ ФИТОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ

Мироненко Н. В.

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений (ВИЗР),
Санкт-Петербург — Пушкин, Россия, nina2601mir@mail.ru

Молекулярные методы идентификации и диагностики грибов, разработанные за последние 20 лет, используются для решения фундаментальных и прикладных проблем микологии и фитопатологии: изучения эволюционных взаимоотношений грибов, включая не растущие на искусственных средах, определения их видового статуса, а также разрешения спорных вопросов таксономии грибов. Для практической диагностики фитопатогенных грибов используют метод ПЦР и ПЦР в реальном времени с видоспецифичными праймерами на консервативные участки генома. Внедряются методы автоматизации определения вида возбудителя болезни без выделения его в чистую культуру на основе микрочипов. С применением метагеномных технологий расширяются возможности исследования видового состава микробных ассоциаций, включающих вирусы, бактерии, грибы и другие организмы на различных природных субстратах.

Ключевые слова: молекулярная диагностика, грибы, ПЦР, ПЦР в реальном времени, секвенирование, микрочипы, баркодинг, метагеномика.

Методы идентификации видов грибов и интерпретация полученных с их помощью результатов напрямую зависят от принятой исследователем концепции вида грибов. Наиболее

распространены 4 концепции вида у грибов: 1) морфологическая; 2) экологическая и физиологическая (Agarow et al., 2004); 3) биологическая (Maug, 1942); 4) эволюционная и филогенетиче-

ская (Moncalvo, 2005). Все известные определения и критерии вида грибов имеют свои недостатки и ограничения, что связано со сложностью жизненных циклов и пластичностью генома грибов (Dewar, Bernier, 1995). Тем не менее, общепризнанно, что вид как биологическая реальность у грибов существует, и методы идентификации видов изменяются вместе с развитием научно-технических и информационных технологий в биологических исследованиях.

Какова практическая значимость идентификации видов фитопатогенных грибов? В первую очередь такая необходимость возникает при направленной селекции на устойчивость к болезням, что обусловлено комплементарностью генов авирулентности паразита и устойчивости растения-хозяина. Выявление возбудителя болезни в тканях растения, когда он находится в латентном периоде развития, важно для своевременного применения химических средств защиты (Kolombet et al., 2006). Появление новых болезней растений, в том числе, в результате смены растения-хозяина или распространения в новые регионы, также требует четкой идентификации патогена. Анализ морфологических таксономически-значимых признаков не всегда позволяет справиться с поставленными задачами вследствие их значительной внутривидовой изменчивости, наличия видов-двойников и появлением в популяциях фитопатогенных грибов мутаций и модификаций в результате агрессивного влияния окружающей среды. Молекулярные методы идентификации видов грибов оказались высокоэффективными, хотя тоже не лишены своих недостатков. Они убедительно доказывают свою эффективность и преимущество перед традиционными методами в случаях выявления латентной инфекции в тканях растения-хозяина, например, *Ramularia* (Афанасенко и др., 2012) или при отсутствии значимых морфологических различий, например, между формами *Pyrenophora teres* F. *teres* и *P. teres* F. *maculata* (Анисимова и др., 2011). Идентификацию нового возбудителя пятнистости листьев пшеницы гриба *Pyrenophora teres* F. *teres*, выявленного на Северо-Западе России, также проводили с помощью молекулярных признаков (Михайлова и др., 2010).

Молекулярные признаки не противопоставляются морфологическим, но дополняют их, а использованные в рамках филогенетической концепции вида, позволяют преодолеть ряд недостатков, связанных с морфологическими признаками: их изменчивость, параллелизм и гомоплазию — сходство, возникающее в результате эволюционной конвергенции. В качестве молекулярных признаков для идентификации вида у грибов можно использовать спектры ДНК, амплифицированной как с анонимными (RAPD,

УП-ПЦР), так и со специфичными к определенным последовательностям праймерами, а также размер продуктов амплификации отдельных генов или участков ДНК.

Генотипирование. В настоящее время в фундаментальных исследованиях преобладает филогенетический подход в определении видов (Taylor et al., 2000), в основу которого положена филогенетическая концепция вида. Использование многочисленных методик генотипирования (УП-ПЦР, RAPD, AFLP, RFLP, SNP, SSR и др.) основанных на ПЦР, позволяет выяснить генетическое родство между изолятами грибов. Включение в исследуемую выборку типовых изолятов определенных видов позволяет определить принадлежность изолята к тому или иному виду. В результате, в ряде случаев в пределах одного морфологического вида были выявлены множественные филогенетические виды. Например, в пределах вида *Fusarium graminearum* (O'Donnell et al., 2004) на основании нуклеотидных различий были идентифицированы 9 филогенетических видов.

Видоспецифичная ДНК. Для практических целей более удобны методы идентификации на основе видоспецифичной ДНК, т. е. тех участков ДНК, наличие которых у гриба коррелирует с его видовым статусом. В литературе описаны многочисленные примеры клонирования видоспецифичных ДНК для практических целей — диагностики. Чаще всего, это гены фактора элонгации, цитохром-оксидазы, бета-тубулина и участки генов рибосомного кластера (White et al., 1990). Этот подход использован для идентификации видов возбудителей болезней зерновых — *Fusarium* (Moller et al., 1999), *Pyrenophora* (Mavragani, 2011), болезней деревьев (Guglielmo et al., 2007) и многих других. Однако этот подход имеет свои недостатки и может дать в некоторых случаях неадекватный ответ, поскольку, при выборе видоспецифичной ДНК пробы, часто не учитывается сложность популяционной структуры патогена и гомологичность данной ДНК, пробы с ДНК родственных видов грибов.

ДНК баркодинг (штрих-кодирование ДНК) — это система быстрого, точного автоматического узнавания видов на основе коротких генных последовательностей, которые выбраны как внутренние мишени вида, например, — ген цитохром оксидазы 1. Впервые была предложена Хебертом и соавт. (Hebert et al., 2003) для идентификации животных на основе разнообразия митохондриального гена цитохром оксидазы 1 (CO1). Для ДНК баркодинга грибов также используют как ген CO1 (Seifert et al., 2007). В последнее время более эффективными для баркодинга грибов признали участки внутренних транскрибируемых спейсеров рибДНК (ITS) (Nilsson et al., 2008; Seifert, 2009).

Для базидиомицетных грибов были успешно использованы в качестве баркод-маркера митохондриальные гены (Vialle et al., 2009). Разработан европейский проект по штриховому кодированию ДНК важных карантинных патогенов растений (Bonants et al., 2009).

ПЦР в реальном времени. Метод обычной ПЦР диагностики не позволяет оценить присутствие патогена в количественном выражении, что в ряде случаев необходимо, например, для выяснения степени зараженности растения еще до проявления симптомов болезни. Для этих целей была разработана ПЦР с использованием флуоресцентных красителей и модифицированных ДНК-зондов, которые флуоресцируют после гибридизации с комплементарными участками ДНК, так называемая ПЦР в реальном времени (real time PCR). Использование этой техники для обнаружения и диагностики фитопатогенных грибов рассматривается в обзоре L. Schena с соавторами (2004). Например, для количественной оценки возбудителя рака картофеля *Synchytrium endobioticum* в почве метод ПЦР в реальном времени оказался в 100 раз чувствительнее обычной ПЦР с видоспецифичными праймерами (van Gent-Pelzer et al., 2010).

Микрочипы. Сельскохозяйственные культуры могут поражаться несколькими разными патогенами, поэтому важна оценка потенциального риска развития той или иной болезни растения. В этих целях разработаны диагностики одновременного обнаружения и количественной оценки нескольких патогенов. Технология ДНК микрочипов (DNA microarray technology) первоначально была разработана для изучения экспрессии генов. В 2007 году насчитывалось 50 работ по использованию микрочипов для изучения экспрессии генов у мицелиальных грибов (Breakspear, Momany, 2007). В настоящее время эта технология используется для диагностики патогенов, что открывает неограниченные возможности одновременного тестирования на множество патогенов (Mumford et al., 2006). Микрочипы основаны на гибри-

зации флуоресцентно-меченых последовательностей ДНК с комплементарными им последовательностями (пробами), нанесенными на твердые носители (платформы). Таким образом, микрочип — это комбинация техник гибридизации ДНК и микроскопической флуоресценции.

Были сделаны попытки создать микрочип для диагностики возбудителя рака картофеля (на основании секвенированной последовательности 18S рДНК *S. endobioticum*) и некоторых вирусов картофеля (Abdullahi et al., 2005). В настоящее время разрабатываются микрочипы для быстрой и точной диагностики целого спектра основных патогенов картофеля, включающих грибы, бактерии, вирусы, нематоды.

Метагеномные технологии. Термин «метагеномика» можно перевести как «сверхгеномика». Метагеномика заключается в анализе геномной ДНК целого сообщества организмов, например, почвенной микробиоты или облигатных паразитов растений, включающих вирусы, бактерии, грибы, микоплазмы. После тотального выделения ДНК из исследуемого субстрата (почва, больные ткани и др.) проводят анализ геномной ДНК посредством амплификации участков 16S рДНК и последующего их секвенирования (Chen, Pachter, 2005). Этот подход особенно важен для изучения некультивируемых организмов, которые составляют 99% всего микробного разнообразия (Lee, 2005).

Существованию болезни растений, возбудители которых не известны, или симптомы болезни ассоциируются с различными патогенами или абиогическими факторами. В этом случае метагеномика предлагает новую рациональную и эффективную методологию для идентификации первичных возбудителей болезней, к которым могут относиться и некультивируемые организмы (Handelsman, 2004).

Вероятно, эта технология окажется полезной для изучения таксономического и функционального состава микробиоценозов поверхности листа растения.

Литература

- Анисимова А. В., Мироненко Н. В., Левитанов С. А. Первая находка гриба *Pyrenophora teres* F. *maculata* в Краснодарском крае // *Вестник защиты растений*, 2011, 3, с. 53-56.
- Афанасенко О. С., Хэвис Н., Беспалова Л. А., Аблова И. Б., Марьенко В. И. Рамуляриоз — новая для России болезнь ячменя // *Защита и карантин растений*, 2012, 1, с. 11-13
- Михайлова Л. А., Тернюк И. Г., Мироненко Н. В. *Pyrenophora teres* — возбудитель пятнистости листьев пшеницы // *Микология и фитопатология*, 2010, 44, 1, с. 63-70.
- Abdullahi I., Koerbler M., Stachewicz H., Winter S. The 18s rDNA of *Synchytrium endobioticum* and its utility in microarrays for the simultaneous detection of fungal and viral pathogens of potato // *Applied Microbiology and Biotechnology*, 2005, 68 (3), p. 368-375.
- Agapow P. M., Bininda-Emonds O. R. P., Crandall K. A. et al. The impact of species concept on biodiversity studies // *Quarterly Review of Biology*, 2004, 79, p. 161-179.

- Breakspear A., Momany M. The first fifty microarray studies in filamentous fungi // *Microbiology*, 2007, 153, p. 7–15.
- Bonants P., Groenewald E., Resplu J. et al. QBOL: a new EU project focusing on DNA barcoding of quarantine organisms // *OEPP/EPPO Bull.*, 2010, 40, p. 30–33.
- Chen K., Pachter L. Bioinformatics for whole-genome shotgun sequencing of microbial communities // *PLoS Comp. Biol.*, 2005, 1, p. 24.
- Dewar K., Bernier L. Inheritance of chromosome-length polymorphisms in *Ophiostoma ulmi* (sensu lato) // *Curr. Genet.*, 1995, 27, p. 541–549.
- Guglielmo F., Bergemann S. E., Gonthier P., Nicolotti G., Garbelotto M. A multiplex PCR-based method for the detection and early identification of wood rotting fungi in standing trees // *J. of Applied Microbiology*, 2007, p. 1–18.
- Handelsman J. Metagenomics: application of genomics to uncultured microorganisms // *Microbiol. Mol. Biol. Rev.*, 2004, 68(4), p. 669–685.
- Hebert P. D. N., Cywinska A., Ball S. L. et al. Biological identifications through DNA barcodes // *Proc. R. Soc. Lond. B.*, 2003, 270, p. 313–21.
- Kolombet L. V., Kolessova D. A., Chmyr P. G. Diagnostics of phytopathogen infection in agricultural plants as a necessary condition for optimizing current fungicide application technologies // *J. of Agricultural Technology*, 2006, 2(1), p. 99–110.
- Lee S-W. Metagenome, the untapped microbial, toward discovery of novel microbial resources and applications into the plant pathology, mini-review // *Plant Pathol. J.*, 2005, 21(2), p. 93–98.
- Mayr E. *Systematics and the origin of species*. Columbia University Press, New York, 1942, p. 1–334.
- Mavragani D., Hamel C., Vujanovic V. Species-specific PCR-DGGE markers to distinguish *Pyrenophora* species associated to cereal seeds // *Fungal biology*, 2011, 115, p. 169–175.
- Moncalvo J-M. Molecular systematics: major fungal phylogenetic groups and fungal species concepts. In: *Evolutionary genetics of Fungi* (ed. J. P. Xu). Horizon Scientific Press, Norfolk: 2005, p. 1–33.
- Moller E. M., Chelkowski J., Geiger H. H. Species specific PCR assays for the fungal pathogens *Fusarium moniliforme* and *Fusarium subglutinans* and their application to diagnose maize ear rot disease // *J. Phytopathology*, 1999, 147, p. 497–508.
- Mumford R., Boonham N., Tomlinson J., Barker I. Advances in molecular phytodiagnostics — new solutions for old problems // *European J. of Plant Pathology*, 2006, 116, p. 1–19.
- Nilsson R. H., Kristiansson E., Ryberg M. et al. Intraspecific ITS variability in the kingdom Fungi as expressed in the International Sequence Databases and its implications for molecular species identification // *Evolutionary Bioinformatics*, 2008, 4, p. 193–201.
- O'Donnell K., Ward T. J., Geiser D. M. et al. Genealogical concordance between the mating type locus and seven other nuclear genes supports formal recognition of nine phylogenetically distinct species within the *Fusarium graminearum* clade // *Fungal Genetics and Biology*, 2004, 41, p. 600–623.
- Schena L., Nigro F., Ippolito A., Gallitelli D. Real-time quantitative PCR: a new technology to detect and study phytopathogenic and antagonistic fungi // *EuroP. J. Pl. Pathol.*, 2004, 110, p. 893–908.
- Seifert K. A. Progress towards DNA barcoding of fungi // *Mol. Ecol. Resources.*, 2009, 9 (Suppl. 1), p. 83–89.
- Seifert K. A., Samson R. A., deWaard J. R. et al. Prospects for fungus identification using CO1 DNA barcodes, with *Penicillium* as a test case // *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, 2007, 104, p. 3901–3906.
- Taylor J. W., Jacobson D. J., Kroken S. et al. Phylogenetic species recognition and species concepts in fungi // *Fungal Genetics and Biology*, 2000, 31, p. 21–32.
- Van Gent-Pelzer Marga P. E., Krijger M., Bonants P. J. M. Improved real-time PCR assay for detection of the quarantine potato pathogen, *Synchytrium endobioticum*, in zonal centrifuge extracts from soil and in plants // *European Journal of Plant Pathology*, 2010, 126, 1, p. 129–133.
- Vialle A., N. Feau, M. Allaire, et al. Evaluation of mitochondrial genes as DNA barcode for Basidiomycota // *Mol. Ecol. Resources.*, 2009, 9 (Suppl. 1), p. 99–113.
- White T. J., Bruns T., Lee S., Taylor J. W. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: Innis MA, Gelfand DH, Sninsky JJ, White TJ, editor. *PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications*. New York: Academic Press Inc; 1990, p. 315–322.

MODERN METHODS OF MOLECULAR DIAGNOSTICS OF PHYTOPATHOGENIC FUNGI

Mironenko N. V.

All-Russian Institute of Plant Protection (VIZR), St.-Petersburg — Pushkin, Russia, nina2601mir@mail.ru

Molecular methods for the identification and diagnostics of fungi developed over the past 20 years, are used to address fundamental and applied problems of mycology and plant pathology: the study of the evolutionary

relationships of fungi, including not growing on artificial media, identify their species status, as well as dispute resolution taxonomy of fungi. For practical diagnostics of phytopathogenic fungi the PCR method and real-time PCR with species-specific primers on conserved regions of the genome are used. Automated methods of pathogen species determination without isolating it in pure culture on the basis of microchips are introduced. With the application of metagenomic technologies research capabilities of the species composition of microbial associations, including viruses, bacteria, fungi and other organisms in different natural substrates are expanding.

Key words: molecular diagnostics, fungi, PCR, real-time PCR, sequencing, microarrays, barcoding, metagenomics.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ И ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ ИЗОЛЯТОВ PYRENOPHORA TERES F. TERES К ПШЕНИЦЕ

Мироненко Н. В., Михайлова Л. А., Коваленко Н. М.

ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений
Россельхозакадемии, Санкт-Петербург, Пушкин, nina2601mir@mail.ru

Среди возбудителей листовых пятнистостей пшеницы на Северо-западе России, в Западной Сибири и Южном Урале выявлен гриб *Pyrenophora teres f. teres*, который является обычным возбудителем сетчатой пятнистости ячменя. Всего 118 изолятов *P. teres f. teres* разного происхождения (45 «ячменных» и 73 «пшеничных») сравнили по вирулентности к набору сортов пшеницы, конидиальным признакам и генотипическим характеристикам (RAPD и UP-PCR). Показано, что «пшеничные» изоляты *P. teres f. teres* обладают большей вирулентностью к пшенице, по сравнению с «ячменными» изолятами. Также отмечены различия в размере конидий и количестве клеток в них у изолятов, обитающих на ячмене и пшенице. Коэффициент генетической дивергенции *F_{ST}* между популяциями гриба *P. teres f. teres* разного происхождения по растению-хозяину составил 0,18. Выявленные различия свидетельствуют о возможном начале процесса генетической и физиологической специализации гриба *P. teres f. teres* в качестве нового патогена пшеницы.

Ключевые слова: Pyrenophora teres f. teres, пшеница, ячмень, вирулентность, конидии, генетическое родство, специализация.

В 2000-х годах появились сообщения о нахождении на посевах пшеницы в европейских странах пятнистости, вызываемой наряду с *Pyrenophora tritici-repentis*, близкородственным грибом, возбудителем сетчатой пятнистости ячменя *P. teres*. Данный вид был выделен из пшеницы в Канаде (Turkington et al., 2002), Чехии (Šarova et al., 2003), Венгрии (Tóth et al., 2008) и России (Михайлова и др., 2010).

P. teres был найден преимущественно на яровой пшенице на Северо-Западе и в Западной Сибири, но отсутствовал на территории Северного Кавказа (Михайлова и др., 2010). Частота встречаемости *P. teres* среди изолятов рода *Pyrenophora* в 2007 г. составила 29%, в 2009 г. — 60%.

Гриб *P. teres* является обычным патогеном ячменя, распространенным практически во всех районах производства этой культуры. В связи с обнаруженным новым свойством этого патогена — поражать листья пшеницы, возникла не-

обходимость изучения морфологических и генетических особенностей изолятов, поражающих разные растения-хозяева.

Цель исследований: изучить вирулентность, морфологические признаки конидий и генетическое родство изолятов *P. teres* пшеничного и ячменного происхождения, собранных в Северо-западном регионе РФ.

Материалы и методы. Пораженные листья ячменя и пшеницы (яровой и озимой) были собраны в 2009 г. на полях Батецкого ГСУ Новгородской обл. Выделение гриба из пораженных листьев ячменя и пшеницы проводили по методу Л. А. Михайловой и соавторов (2002). Для молекулярной идентификации вида *P. teres* и его двух форм использовали праймеры, специфичные к *P. teres f. teres* и *P. teres f. maculata* — РТТ и РТМ (Williams et al., 2001). Диагностический продукт амплификации для *P. teres f. teres* составляет 378 п. н., для *P. teres f. maculata* — 411 п. н. Для по-

Таблица 1. Характеристика конидий «ячменных» и «пшеничных» изолятов *Pyrenophora teres f. teres* (Ptt)

Растение-хозяин	Число изолятов Ptt	Средняя длина конидии	Средняя ширина конидии	Среднее число
ячмень	клеток в конидии	94,6±2,4	18,8±0,3	4,6±0,1
пшеница	29	101,9±1,8	19,2±0,4	4,9±0,1

зитивного контроля были взяты изоляты v-432 и v-337 из коллекции МТТ (Финляндия, Йокиойнен), относящиеся к *P. teres f. maculata*, любезно предоставленные М. Jalli (МТТ, Финляндия).

Для оценки вирулентности использовали сорта пшеницы, ранее подобранные нами для проведения исследований популяций *P. tritici-repentis*. Суспензией спор каждого изолята гриба заражали отрезки листьев проростков, жизнеспособность которых поддерживалась на 0,004% растворе бензимидазола. Тип инфекции изолята учитывали через 5-7 суток на сортах-дифференциаторах по 5-балльной шкале, основанной на величине пятен некроза и хлороза (Михайлова и др., 2002).

Измерение конидий проводили с помощью микроскопа Carl Zeiss (модель Axio Scope, программа для измерения микрообъектов Axio Vision) при увеличении $\times 400$. Измеряли длину, ширину конидий и подсчитывали число клеток в каждой из них. Для каждого изолята измеряли не менее 50 конидий. Статистическую обработку данных проводили с использованием однофакторного дисперсного анализа пакета программ «Статистика для windows». Для выявления достоверности различий использовали t-критерий Стьюдента.

ДНК выделяли из мицелия 7-10 суточной культуры моноконидиальных изолятов гриба по известному методу (Bulat et al., 1998). Генотипирование изолятов проводили с помощью методов RAPD и УП-ПЦР. Использовали 5 случайных (OPA-08, OPA-09, OPA-10, OPI-9, OPI-10 (Operon Technologies, Inc.)) и 2 универсальных праймера (AS4 и AS15inv (Bulat et al., 1998)). Коэффициент генетической дивергенции FST рассчитывали с помощью пакета Arlequin v. 2.0.1.1. Для построения дендрограмм генетического родства изолятов *P. teres* использовали программу Treecon v. 3.

Результаты и обсуждение. Из пораженных пятнистостью листьев ячменя и пшеницы были выделены 118 изолятов вида *P. teres*. Принадлежность выделенных из листьев пшеницы изолятов к виду *P. teres* была доказана методом молекулярного генотипирования (RAPD и УП-ПЦР) с последующей оценкой генетического родства. С помощью видоспецифичной ПЦР (Williams et al., 2001) была доказана принадлежность выделенных изолятов к одной из форм гриба — *f. teres*. Изоля-

тов *P. teres f. maculata* обнаружено не было.

Тип инфекции изолятов *P. teres*, выделенных из пшеницы, на наборе сортов-дифференциаторов к возбудителю желтой пятнистости *P. tritici-repentis* был выше, чем у изолятов, выделенных из ячменя. Большинство сортов-дифференциаторов оказались более восприимчивыми к «пшеничным» изолятам, чем к «ячменным». По нашему мнению, это явление должно свидетельствовать об эволюционных изменениях *P. teres*, повышающих его адаптированность к пшенице.

Сравнивали морфологические признаки конидий изолятов *P. teres f. teres* выделенных из ячменя, яровой и озимой пшеницы, выращенных в Батецком ГСУ.

Поскольку достоверных различий между показателями средних значений изучаемых признаков для изолятов, выделенных из яровой и озимой пшеницы, обнаружено не было, мы объединили «пшеничные» изоляты в одну группу. В таблице приведены средние значения признаков конидий для «ячменных» и «пшеничных» изолятов.

С использованием t-критерия Стьюдента показано, что «ячменные» изоляты имеют достоверно более короткие конидии, чем «пшеничные» ($t=2.603, p=0.01$) и меньшее число клеток (уровень значимости различий $p=0,056$); по ширине различий не наблюдается ($t=2.066, p=0.04$). Достоверные различия между конидиями «ячменных» и «пшеничных» изолятов, имеющих общее географическое происхождение, свидетельствуют, на наш взгляд, о генетической дифференциации изолятов связанной с паразитированием на различных видах растений-хозяев.

Нами охарактеризована также генетическая дифференциация образцов изучаемых популяций *P. teres*. В результате генотипирования 60 изолятов была составлена бинарная матрица различий по 24 полиморфным анонимным локусам (продуктов амплификации). На построенной дендрограмме четких кластеров для «пшеничных» и «ячменных» изолятов выявлено не было. Однако различия между образцами популяции были обнаружены по частотам отдельных аллелей, выявленных с помощью программы AMOVA (пакет программ Arlequin). Коэффициент генетической дифференциации между образцами популяции с ячменя и яровой пшеницы составил 0,18; между образцами популяции с ячменя и озимой пшеницы — 0,21, что свидетельствует о наличии генетических различий между «ячменной» и «пшеничными» популяциями *P. teres f. teres*.

Мы считаем, что полученные результаты свидетельствуют о возможном начале процесса

генетической и физиологической специализации гриба *P. teres* f. *teres* в качестве нового патогена пшеницы.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 11-04-00877а.

Литература

- Михайлова Л. А., Тернюк И. Г., Мироненко Н. В. *Pyrenophora teres* — возбудитель пятнистости листьев пшеницы // Микол. и фитопатол., 2010, 44, 1, с. 63-68.
- Михайлова Л. А., Гулятьева Е. А., Кокорина Н. М. Лабораторные методы культивирования возбудителя желтой пятнистости пшеницы *Pyrenophora tritici-repentis* // Микол. и фитопатол., 2002, 36, 1, с. 63-67.
- Bulat S. A., Lubeck M., Mironenko N., Jensen D. F., Lubeck P. S. UP-PCR analysis and ITS1 ribotyping of strains of *Trichoderma* and *Gliocladium* // Mycol. Res., 1998, 102, p. 933-943.
- Šarova J., Hanzalova A., Bartos P. Incidence of wheat leaf spot pathogens in the Czech Republic // Cereal Res. Communication, 2003, 31, p. 145-151.
- Tóth B., Csosz M., Kopránke D., Varga J. First report on *Pyrenophora teres* causing lesions of wheat leaves in Hungary // Plant Pathology, 2008, 57, p. 385.
- Turkington T. K., Clear R. M., Burnett P. A., Patrick S. K., Orr D. D., Xi K. Fungal plant pathogens infecting barley and wheat seed from Alberta, 1995-1997 // Canadian J. of Plant Pathology, 2002, 24, p. 302-308.
- Williams K. J., Smyl C., Lichon A., Wong K. Y., Wallwork H. Development and use of an assay based on the polymerase chain reaction that differentiates the pathogen causing spot form and net form of net blotch of barley // Austral. Plant Pathol., 2001, 30, p. 37-40.

PHYSIOLOGICAL AND GENETIC SPECIALIZATION OF PYRENOPHORA TERES F. TERES ISOLATES TO WHEAT

Mironenko N. V., Mikhailova L. A., Kovalenko N. M.

All-Russia Research Institute of Plant Protection, St.-Petersburg, Pushkin, Russia, nina2601mir@mail.ru

Pyrenophora teres f. *teres* known as causal agent of barley net blotch was discovered among fungi causing wheat leaf spots in North-West, Western Siberia and Southern Ural. In whole 118 *P. teres* isolates allocated from wheat and barley leaves (45 «barley» and 73 «wheat» ones) were compared with virulence to wheat cultivars, conidial traits and genotypic characteristics (RAPD и UP-PCR). «Wheat» isolates exhibited higher type infection in wheat cultivars in compare to «barley» ones. Significant difference was revealed between groups in conidia size and number of cells. FST coefficient of genetic divergence between populations of the *P. teres* f. *teres* from different hosts was equal to 0. 20. The differences suggest possibility of the beginning of the genetic and physiological specialization of *P. teres* f. *teres* as a new pathogen of wheat.

Key words: *Pyrenophora teres* F. *teres*, wheat, barley, virulence, conidia, genetic relationship, specialization.

БАКТЕРИАЛЬНАЯ ВОДЯНКА ХВОЙНЫХ В БАЙКАЛЬСКОЙ СИБИРИ

Морозова Т. И., Сурдина В. Г.

ФГБУ ИМВЛ, Иркутская межобластная ветеринарная лаборатория,
Иркутск, Россия, ti.morozova@mail.ru

При многолетних исследованиях фитопатологической ситуации в лесах нами разработаны методы, рекомендуемые для использования в лесной фитопатологии в Байкальской Сибири. Однако в их описании нами не учитывались симптомы повреждений, вызванные бактериальными болезнями. При этом в последние годы с территории Байкальской Сибири приходят сообщения специалистов лесного хозяйства, заповедников об усыхании хвойных древостоев. Нами проводилась диагностика образцов с пораженных деревьев кедра, пихты и сосны из разных районов

Байкальской Сибири и по симптомам повреждений была определена бактериальная водянка хвойных.

Ключевые слова: фитопатологические исследования, грибные болезни, бактериальная водянка, хвойные породы.

Фитопатологические обследования лесов проводятся в Байкальской Сибири более 30 лет. Опубликовано ряд статей и монографий, посвященных грибным заболеваниям (Попов, 1964; Соколова, 1988; Петров, 1991; Morigozova, Tkacz, 1997). Выявлено более 200 видов фитопатогенных грибов.

В России заболевания древесных пород, вызванные бактериями, описаны ведущими учеными А. А. Ячевским (1935), С. И. Ваниным (1933), А. Л. Щербин-Парфененко (1963), И. И. Журавлевым, Д. В. Соколовым (1979). Бактериальные заболевания хвойных пород Сибири наиболее полно изучены Т. М. Рыбалко и А. Б. Гукасяном (1986). Авторы считают, что бактериоз является самым вредоносным заболеванием для хвойных пород и снижает качество древесины на 100%. Бактериозы проявляются в виде некрозов, раковых разрастаний, трещин, которые способствуют проникновению и дальнейшему заражению деревьев грибными болезнями. Зараженные деревья также заселяются стволовыми вредителями.

При многолетних изучениях фитопатологической ситуации в лесах нами разработаны методы исследований, применяемые в лесной фитопатологии в Байкальской Сибири. В их описании не учитывались симптомы повреждений, вызванные бактериальными болезнями (Морозова, 2003). Не применялись методы оценки состояния зараженных древостоев бактериозами. Отсутствие бактериологической лаборатории, полного комплекса специалистов в данной области не давало возможности проводить данные исследования.

При обследовании отмечались типы поражения древесных пород фитопатогенными бактериями на протяжении всего периода исследований (Морозова, 2011). Наблюдались ярко выраженные симптомы бактериальной водянки на пихте — отмирание нижней части кроны на подросте, растрескивание коры вдоль ствола средневозрастных деревьев; на кедре отмирание начинается с нижней части ствола (Плешанов, Морозова, 2009). Обильное смолотечение на стволах зараженных деревьев выявлено у хвойных пород. Массовое усыхание хвойных древостоев, с симптомами бактериальной водянки, отмечалось в 80-х годах прошлого столетия; и в ослабленных древостоях происходили вспышки размножений стволовых вредителей.

В последние годы с территории Байкальской Сибири приходят сообщения специалистов лесного хозяйства, заповедников об усыхании хвойных древостоев. Нами проводилась диагностика

образцов с пораженных деревьев — кедра, пихты, сосны из разных районов Байкальской Сибири. По симптомам повреждений определена бактериальная водянка хвойных. Выделялось несколько типов повреждения. На пихтовом подросте — отмирание нижней трети кроны, на стволах образуются продольные трещины, язвы, вздутия, отмечается истечение смолы и экссудата. Хвоя на поврежденных ветвях провисает и усыхает, но не осыпается в течение вегетационного периода. Серые «флаги» висят до следующего вегетационного периода. На кедре отмирание начинается снизу, образуется отслаивание коры с обнажением заболони, клиновидные раны, обильное смолотечение, растрескивание вдоль ствола, крупные морозобойные трещины образуются с наступлением зимы. Бактерии заполняют проводящую систему дерева, и происходит нарушение водного обмена. Насыщенный водой ствол, в начале зимы при замерзании растрескивается, и из трещин вытекает экссудат. На деревьях, ослабленных бактериозом, сохраняется хвоя одно- и двухлетняя, и начинает отмирать одна треть хвоинок — повреждение типа — ожог хвои.

С поврежденных деревьев были отобраны образцы по типу поражения и бактериологическими анализами подтверждена визуальная диагностика. Ткани пораженных деревьев помещали в накопительную среду, где проходило размножение бактерий. Бактериальные культуры идентифицировали по морфологическим, тенкториальным, культуральным и биохимическим свойствам. На МПА вырастают колонии мелкие, 2-3 мм в диаметре, полупрозрачные, блестящие, гладковыпуклые, с уплощенным центром, у отдельных колоний чуть вдавлен; край валлообразный, практически ровный. Хорошо растет на естественных средах с добавлением сахаров без изменения цвета. Клетки изолятов грамотрепетельные, полиморфные, кокковидные палочки размером 0,6-0,7 x 0,8-1,0. Клетки одиночные, в парах, чаще в группах, спор не образуют, подвижные. Бактерии энергично сбраживают углеводы с образованием кислоты и газа. При комнатной температуре изменение pH среды с индикатором наблюдается через 18-24 часа; отмечено медленное усвоение рамнозы и инозита; совсем не усваивается дульцид; кислотообразование происходило на 5-7 сутки. При утилизации фруктозы наблюдается резкое подкисление на первые сутки роста с образованием газа, затем концентрация водородных ионов понижается, и на десятые сутки среда становится

нейтральной; образование кислоты и газа на лактозе отмечено на пятые сутки. Культуры растут на глюкозе в анаэробных условиях с образованием кислоты и газа, не разжижают желатин, не используют инозит. Не отмечено образование оксидазы, бактерии образуют каталазу и уреазу.

Полученные результаты подтверждают данные о причинах одного из наиболее опасных заболеваний лесных пород — бактериальной водянки *Erwinia nimipressuralis* (Carter). Наряду с этой бактерией, выделялись и другие микроорганизмы, что дает возможность предположить наличие имеющейся ассоциированной инфекции. В настоящее время проводятся работа с выделенными культурами и их дальнейшая идентификация. Более полная картина идентификации данного комплекса видов будет представлена при изучении образцов из разных природных условий Байкальской Сибири, а также различных пород деревьев.

Таким образом, болезни леса могут быть обусловлены действием целого ряда возбудителей. Для их выявления необходима организация не-

прерывного лесопатологического мониторинга, который должен основываться на использовании широкого спектра современных методов.

Бактериальное заболевание лесов проявляется при начальном ослаблении их засухами. В последующие годы при увеличении количества осадков, теплых зим с обильными снегопадами, происходит накопление инфекции. Ослабленные деревья затем заселяются стволовыми вредителями, хвоя и ветви пораженных лесов заселяются грибами. Распространению инфекции способствуют биотические факторы: насекомые, млекопитающие, птицы, рекреационная нагрузка и различные механические повреждения ветвей и стволов деревьев.

В годы с благоприятными климатическими условиями для развития бактериозов отмечено поражение леса бактериальной водянкой и в местах с более низкими показателями количества осадков в год. В Байкальской Сибири следует провести комплексное обследование лесов на выявление очагов бактериальной водянки и разработать методы мониторинга данного заболевания в регионе.

Литература

- Ванин С. И. Курс лесной фитопатологии. Часть II. Бактериальные и непаразитарные болезни древесных пород. Государственное изд-во колхозной и совхозной литературы. М.-Л., 1933, 151 с.
- Журавлев И. И., Селиванова Т. Н., Черемисинов Н. А. Определитель грибных болезней деревьев и кустарников. Справочник. М.: Лесная промышленность, 1979, 247 с.
- Исаев А. С., Рожков А. С., Киселев В. В. Черный пихтовый усач *Monochamus uralis* (Fisch.). Новосибирск: Наука, 1988, 271 с.
- Морозова Т. И. Методы исследований, применяемые в лесной фитопатологии в Байкальской Сибири. ООО оперативная типография «На Чехова», Иркутск, 2003, 35 с.
- Морозова Т. И. Болезни древесных и кустарниковых пород в городских насаждениях Иркутской области // Научно-практический журнал «Вестник ИРГСХА», 2011, 44, с. 88–95.
- Морозова Т. И., Петров А. Н., Вершинина С. Э. и др. Дополнение к микобиоте бассейна реки Олекмы (Юго-Западная Якутия) // Известия Иркутского государственного университета, 2012, 5, 2, с. 70–74.
- Петров А. Н. Конспект флоры макромицетов Прибайкалья. Новосибирск: Наука, 1991, 81 с.
- Плешанов А. С., Морозова Т. И. Микромицеты пихты сибирской и атмосферное загрязнение лесов. Новосибирск. НП Академическое изд-во «Гео», 2009, 116 с.
- Попов Л. В. К географии дереворазрушающих грибов Приангарья // Материалы о лесах Средней Сибири. Иркутск: Вост.-Сиб. отд. геогр. об-ва СССР, 1964, с. 25–31.
- Рожков А. С. Соков М. К., Массель Г. И. и др. Усыхание горных темнохвойных лесов южного и юго-восточного побережий оз. Байкал. Иркутск: СИФИБР СО АН СССР, 1983, 61 с.
- Рыбалко Т. М., Гукасян А. Б. Бактериозы хвойных Сибири. Новосибирск: Наука, 1986, 79 с.
- Соколова Э. С. Фитопатогенные грибы древесных пород Байкальского заповедника // Растительность хребта Хамар-Дабан. Новосибирск: Наука, 1988, с. 105–112.
- Щербин-Парфененко А. Л. Бактериальные заболевания лесных пород. М: Гослесбумиздат, 1963, 148 с.
- Ячевский А. А. Бактериозы растений. М.-Л.: Огиз, 1935, 712 с.
- Morozova T. I., Tkacz B. Eastern Siberia and the Russian Far East // Compendium of conifer diseases. Amer. Phytopatol. Soc., 1997, p. 77–79.

BACTERIAL DROPSY CONIFEROUS TREES IN BAIKAL SIBERIA

Morozova T. I., Surdina V. G.

FSBA Irkutsk Interregional Veterinary Laboratory, Irkutsk, Russia, ti.morozova@mail.ru

In the result long-term studying of a phytopathologic situation in the forests we developed the methods of researches, applied in forest phytopathology in the Baikal Siberia. In last years on the territories of Baikal Siberia the experts of forestry reserves observe a drying of coniferous forests. We carried out diagnostics of samples from the struck trees a cedar, a fir, a pine from different regions of the Baikal Siberia. By symptoms of damages we determined bacterial dropsy of the coniferous.

Key words: bacterial dropsy, conifers, bacteriosis.

БОЛЕЗНИ ХВОЙНЫХ ПОРОД В ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Морозова Т. И.

*ФГБУ ИМВЛ, Иркутская межобластная ветеринарная лаборатория,
г. Иркутск, Россия, ti.morozova@mail.ru*

Фитопатологические обследования лесов проводятся нами в Байкальской Сибири с 1980-х годов. Результаты исследований изложены более чем в 100 публикациях. Для региона актуальны исследования насекомых-вредителей и грибных болезней леса, поскольку они являются существенным фактором, повреждающим древесные породы. На ряде лесопокрываемых территорий нередки массовые грибные эпифитотии и размножение насекомых-дендрофагов. Выявлено более 200 видов грибов, имеющих фитопатогенную значимость, исследована динамика вызываемых ими патологических процессов, разработаны методы диагностирования некоторых болезней.

Ключевые слова: фитопатологические исследования, грибные болезни, бактериальная водянка, хвойные породы.

Фитопатологические обследования лесов проводятся в Байкальской Сибири более 30 лет. Опубликовано более 100 статей посвященных грибным заболеваниям (Попов, Соколова, 1988; Петров, 1991; Morozova, Tkacz, 1997; Пензина, 2003). При многолетних изучениях фитопатологической ситуации в лесах нами разработаны методы исследований, применяемые в лесной фитопатологии в Байкальской Сибири. В их описании нами не учитывались симптомы повреждений, вызванные бактериальными болезнями (Морозова, 2003). Для региона актуальны исследования грибных болезней леса и насекомых-вредителей, поскольку они являются существенным фактором, повреждающим древесные породы. На ряде лесопокрываемых территорий нередки массовые грибные эпифитотии и размножения насекомых-дендрофагов.

Выявлено более 200 видов паразитических грибов на хвойных породах: сосне обыкновенной *Pinus sylvestris* L., кедре сибирском *Pinus sibirica* De Tour, лиственнице сибирской *Larix sibirica* L., ели сибирской *Picea obovata* Ledeb, пихте сибирской *Abies sibirica* Ledeb (Васильева, Морозова, 2004;

Морозова, 1996, 2001, 2004, 2008). Обследования на выявление грибов проводились в различных типах леса. При выявлении паразитов имеющих фитопатогенную значимость, исследовалась динамика вызываемых ими патологических процессов, разрабатывались методы диагностирования некоторых болезней.

Показано, что в ослабленных древостоях создаются благоприятные условия для размножения черного пихтового усача *Monochamus urusovi* Fisch. (Рожков, Морозова, 1986), при дополнительном питании которого в кронах деревьев открываются ворота грибным и бактериальным инфекциям, вследствие чего усиливается зараженность хвойных деревьев. Кроме того, стволовые вредители распространяют сосновую нематоду *Bursaphelenchus mucronatus* Mamia & Enda. Этот возбудитель нематодной болезни хвойных деревьев в Иркутской области впервые был выявлен и определен нами в 2000 г. Нематода была обнаружена в древесине хвойных пород — сосны, лиственницы, пихты, кедра, ели (Морозова, Ломакин, 2005).

Следует отметить, что поражение древесных пород Байкальского региона фитопатогенными

бактериями отмечалось нами неоднократно, начиная еще с 1980-х годов. Так, при обследовании древостоев темнохвойных пород мы наблюдали ярко выраженные симптомы бактериальной водянки. Выделялось несколько типов повреждения: на пихтовом подросте отмирание нижней трети кроны, на стволах продольные трещины, образуются язвы, вздутия, отмечается истечение смолы и экссудата. Хвоя на поврежденных ветвях провисает и усыхает, но не осыпается в течение вегетационного периода. Серые «флаги» висят до следующего вегетационного периода. На кедре отмирание начинается снизу, образуется отслаивание коры с обнажением заболони, клиновидные раны, обильное смолотечение, растрескивание вдоль ствола. Происходит нарушение водного обмена дерева при размножении бактерий в древесине. Насыщенный водой ствол при замерзании сильно растрескивается, и в начале зимы, когда ствол не полностью промерз, из трещин вытекает экссудат. На деревьях, ослабленных бактериозом, сохраняется хвоя одно — двух лет, и начинает отмирать одна треть хвоинок, повреждение типа — ожог хвои. Обильное смолотечение на стволах зараженных деревьев наблюдается у всех хвойных пород.

С поврежденных деревьев были отобраны образцы по типу поражения и визуальная диагностика дополнена бактериологическими анализами. Полученные результаты подтвердили данные о наличии одного из наиболее опасных заболе-

ваний лесных пород — бактериальной водянки хвойных *Erwinia nimipressuralis* (Carter).

Бактериальное заболевание лесов проявляется при начальном ослаблении лесов засухами. В последующие годы происходит увеличение количества осадков, теплые зимы с обильными снегопадами являются благоприятными для накопления бактериальной инфекции. Ослабленные деревья затем заселяются стволовыми вредителями, сосновой нематодой; хвоя и ветви пораженных лесов заселяются грибами.

Распространению инфекции способствуют биотические факторы: насекомые, млекопитающие, птицы, рекреационная нагрузка и различные механические повреждения ветвей и стволов деревьев.

Таким образом, болезни леса могут быть обусловлены действием целого ряда возбудителей. Для их выявления необходима организация непрерывного лесопатологического мониторинга, который должен основываться на использовании широкого спектра современных методов — биохимических, микологических, энтомологических, бактериологических, гельминтологических.

Следует провести комплексное обследование лесов на выявление очагов поврежденного леса вторичными повреждающими факторами и выявить эколого-биологические особенности развития разных организмов, разработать методы мониторинга в лесах Иркутской области.

Литература

- Васильева Лар. Н., Морозова Т. И. Сумчатые грибы Сибири II Виды рода *Lophodermium* на *Pinus ssp.* // Микология и фитопатология, 2004, 38, 5, с. 42–44.
- Морозова Т. И. Фитопатологическая ситуация в Тункинском национальном парке // Сохранение биологического разнообразия в Байкальском регионе: Проблемы, подходы, практика. Т. 1 Улан-Удэ, 1996, с. 91–93.
- Морозова Т. И. Методы исследований, применяемые в лесной фитопатологии в Байкальской Сибири. ООО оперативная типография «На Чехова», Иркутск, 2003, 35 с.
- Морозова Т. И. Фитопатологическое обследование лесов // Сибирский вестник экологического образования. 2001, 3-4, с. 38–40.
- Морозова Т. И. Грибные болезни *Pinus sylvestris* L. в Байкальской Сибири // Структурно-функциональная организация и динамика лесов. Красноярск, 2004, с. 183–184.
- Морозова Т. И. Микромицеты кедров сибирского *Pinus sibirica* De Tour. в Байкальской Сибири. // Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века. Петрозаводск — Санкт Петербург. РБО. 2008, с. 134–135.
- Морозова Т. И. Микромицеты лиственницы сибирской *Larix sibirica* L. в Байкальской Сибири // Экосистемы Центральной Азии: исследования, проблемы охраны и природопользования: Мат-лы IX Убсу-Нурского между. симпозиума. Кызыл: ГУП «Тываполиграф», 2008, с. 302–304.
- Морозова Т. И., Ломакин А. Н. Распространение хвойной древесной нематоды в Иркутской области // Природная и антропогенная динамика наземных экосистем. Иркутск: Изд-во Иркутского государственного технического университета, 2005, с. 107–110.
- Morozova T. I., Müller M., Korhonen K. Повреждение ели сибирской *Picea obovata* Ledeb грибами болезнями в Байкальской Сибири // Каразинские естественнонаучные студии: Материалы международной научной конференции (Харьков, 1-4 февраля 2011 г.). Харьков: Харьковский национальный университет им. В. Н. Каразина, 2011, с. 62–64.
- Морозова Т. И., Плешанов А. С. Проблемы лесной фитопатологии // Исследования флоры и растительности Забайкалья. Улан-Уде, 1998, с. 52–55.

Пензина Т. А. Экологическая структура комплексов дереворазрушающих грибов Северного Прибайкалья // Автореф. дисс... канд. биол. наук. Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 2003, 20 с.

Петров А. Н. Конспект флоры макромицетов Прибайкалья. Новосибирск: Наука, Сиб. Отд., 1991, 81 с.

Плешанов А. С., Морозова Т. И. Микромицеты пихты сибирской и атмосферное загрязнение лесов. Новосибирск. НП Академическое изд-во «Гео», 2009, 116 с.

Рожков А. С., Морозова Т. И. Роль черного пихтового усача в усыхании Прибайкальских темнохвойных лесов, ослабленных промышленными выбросами // Экологическая роль горных лесов. Бабушкин. 1986, с. 162–163.

Соколова Э. С. Фитопатогенные грибы древесных пород Байкальского заповедника // Растительность хребта Хамар-Дабан. Новосибирск: Наука, 1988, с. 105–112.

Morozova T. I., Tkacz B. Eastern Siberia and the Russian Far East // Compendium of conifer diseases. Amer. Phytopathol. Soc., 1997, p. 77–79.

DISEASES OF CONIFEROUS TREES IN THE IRKUTSK REGION

Morozova T. I.

FSBA Interregional Veterinary Laboratory,
Irkutsk, Russia, ti.morozova@mail.ru

Plant pathological investigation of the forests in the Baikal Siberia conducted beginning from the 1980 's. The obtained results have been published in more than 100 publications. There are over 200 species of pathogenic fungi. The dynamics of diseases processes caused by fungi and bacteria have been studied. A methods of examination of certain diseases of trees are developed.

Key words: coniferous trees, fungi, bacteria, diseases.

ВИДОВОЙ СОСТАВ И СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ ФИТОПАТОГЕНОВ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР БЕЛАРУСИ И СЕЛЕКЦИЯ НА БОЛЕЗНЕУСТОЙЧИВОСТЬ

**Налобова В. Л., Войтехович И. М., Налобова Ю. М.,
Шайгуро И. В., Ивановская М. В., Максименя Е. В.**

РУП «Институт овощеводства»,
Самохваловичи, Республика Беларусь, labimm@mail.ru

Представлен видовой состав фитопатогенов овощных культур и структура популяций *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, *Cladosporium fulvum* Cooke и *Cladosporium cucumerinum* Ell. et Arth. Приведены сорта и гибриды томата, огурца, капусты, моркови, гороха, обладающие устойчивостью к болезням.

Ключевые слова: овощные культуры, патотип, вид, раса, штамм, популяция, болезнь.

Известно, что в каждой агроэкологической зоне возделывания овощных культур необходимо иметь свои сорта и гибриды, адаптированные к специфическим условиям внешней среды, а также обладающие устойчивостью к конкретным патогенам и к все возрастающей их дифференциации. В связи с этим, селекция на иммунитет требует постоянного контроля за фитопатологической ситуацией и появлением потенциально

опасных видов, рас и штаммов возбудителей болезней, и отбором наиболее вирулентных и агрессивных из них, с учетом которых и должна вестись селекция на болезнестойчивость. Ежегодно, с целью создания искусственных инфекционных фонов для оценки на болезнестойчивость сортообразцов овощных культур, осуществляется контроль за видовым, расовым и штаммовым составом фитопатогенов.

В течение 1990-2012 гг. идентифицированы следующие возбудители болезней овощных культур в открытом и защищенном грунте: на культуре огурца — *Pseudoperonospora cubensis* (Berk, et Curt.) Rostovz. (пероноспороз), *Cladosporium cucumerinum* Ell. et Arth. (оливковая пятнистость), *Sphaerotheca fuliginea* Poll. F. *cucumidis* Jacz. (мучнистая роса); на культуре томата — *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary (фитофтороз), *Cladosporium fulvum* Cooke (бурая пятнистость листьев или кладоспориоз).

На растениях капусты выявлены *Xanthomonas campestris* Dows (Pamm.) — возбудитель сосудистого и *Erwinia carotovora* Dye. — возбудитель слизистого бактериозов. На растениях моркови в качестве возбудителя бурой пятнистости листьев зафиксирован гриб *Alternaria dauci* Kuehn., на растениях свеклы возбудителем церкоспороза является гриб *Cercospora beticola* Sacc. На растениях гороха идентифицированы: *Erysiphe communis* Grev. — мучнистая роса и *Ascochyta pisi* Libert. — аскохитоз гороха. На бобах овощных зафиксирована черноватая пятнистость или макроспориоз бобов, вызываемая грибом *Stemphylium sarciniforme* Wiltsh., на растениях фасоли *Colletotrichum Lindemuthianum* Br. et Cav. — антракноз.

Идентифицирован видовой состав вирусных патогенов с использованием иммуноферментного метода. На культуре томата и перца сладкого выявлены вирус табачной мозаики TMV (*Tobacco Mosaic Virus*) и картофельные вирусы — PVX (*Potato Virus X*), PVM (*Potato Virus M*), PVS (*Potato Virus S*), на культуре огурца — вирус обыкновенной огуречной мозаики CMV (*Cucumber Mosaic Virus*), на культуре лука репчатого и чеснока озимого — вирус желтой карликовости OYDV (*Onion Yellow Dwarf Virus*) и общий латентный вирус чеснока GCLV (*Garlic Common Latent Virus*).

Анализ расового состава фитофтороза томата открытого грунта показал, что популяция возбудителя *P. infestans* состоит из 2 рас — T1 (из растений томата) и T0 (из растений картофеля), с преимущественным распространением расы T1. В популяции *C. fulvum* — кладоспориоза томата защищенного грунта в годы исследований имели распространение как простые, так и сложные расы: 1. 2, 1. 3, 1. 4, 2. 3, 2. 4, 1. 3. 4, 2. 3. 4, 1 2 3. 4, 2. 3(5. 6), 1. (2) 3. 4 9. К концу вегетационного периода в популяции преобладают в основном сложные расы. Структура расового состава зависела от года исследований и генотипа выращиваемых гибридов.

При изучении структуры природных популяций *P. cubensis* не отмечено четкой градации определенных рас патогена на сортах огурца; получен скользящий тип совместимости, различающийся по степени поражения. Выделены лишь региональные патотипы. Популяция *P. cubensis* состояла из патотипа 1, совместимого только с растениями сортов огурца вида *Cucumis* subs. *Sativus* (огурец посевной). Патотип 2 совместим с растениями огурца вида *Cucumis* subs. *Sativus* и растениями сортов тыквы вида *Cucurbita maxima* D. (тыква крупноплодная). Полученные данные свидетельствуют о гетерогенности популяции *P. cubensis*, что обуславливает возможность появления новых патотипов, преодолевающих достигаемый селекцией уровень устойчивости.

Анализ структуры популяций *C. cucumerinum* указывает на отсутствие физиологических рас у данного возбудителя болезни, так как не наблюдалось специфической реакции штаммов патогенна с сортами растения-хозяина, различной степени устойчивости. Популяция *C. cucumerinum* неоднородна и состоит из штаммов разной агрессивности. Наиболее агрессивные штаммы приходятся на сорта с высокой степенью устойчивости; из растений восприимчивых сортов выделяются штаммы, обладающие слабой агрессивностью. Из популяции *X. campestris* по физиолого-биохимическим свойствам выделено 4 штамма.

При селекции на болезнестойчивость с учетом видовой, расового и штаммового состава фитопатогенов создан ряд сортов и гибридов овощных культур, обладающих устойчивостью к болезням. Сорта огурца открытого грунта Верасень, Зарница, Свитанак и гибрид F1 Вяселка отличаются комплексной устойчивостью к оливковой пятнистости, мучнистой росе и пероноспорозу; партенокарпический гибрид огурца для защищенного грунта F1 Брагинка высокоустойчив к оливковой пятнистости, обладает повышенной устойчивостью к мучнистой росе и пероноспорозу. Сорта томата открытого грунта Пралеска, Агат и Изумруд относительно устойчивы к фитофторозу, гибриды томата защищенного грунта F1 Старт, Евро, Бум, Шторм, Комфорт — устойчивы к отдельным расам кладоспориоза. Сорт гороха овощного РОС-1 обладает повышенной устойчивостью к мучнистой росе, сорт моркови столовой Литвинка — к бурой пятнистости листьев. Сорта капусты белокочанной Надзея, Жнивеньская, Бартлан отличаются по устойчивости к слизистому бактериозу.

COMPOSITION OF SPECIES AND POPULATION STRUCTURE OF THE PHYTOPATHOGENS OF VEGETABLE CROPS OF BELARUS FOR USING IN DISEASE RESISTANCE BREEDING

Nalobova V. L., Voitekhovich I. M., Nalobova Y. M.,
Shaitura I. V., Ivanovskaya M. V., Maksimenya E. V.

RUE «Institute of Vegetable Crops,»
Samokhvalovichy, Belarus, labimm@mail.ru

The composition of vegetable crop pathogens species and population structure of *Phytophthora infestans* (Mont.) de Vary, *Cladosporium fulvum* Cooke and *Cladosporium cucumerinum* Ell. et Arth are presented. Varieties of tomato, cucumber, cabbage, carrots, peas resistant to diseases are selected.

Key words: vegetables, agent, species, race, strain, pathotype, population, disease.

ВЛИЯНИЕ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ПЯТНИСТОСТИ ЛИСТЬЕВ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ЯЧМЕНЯ НА ИНФЕКЦИОННОМ ФОНЕ

Науанова А. П., Айдаркулова Р. С., Назарова А. Ж.,
Жетибайкызы Н., Иманмади Д.

Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина (КАТУ),
Астана, Казахстан, nauanova@mail.ru

Изучена вредоносность возбудителей пятнистости листьев ячменя на инфекционном фоне. Выявлены симптомы болезни, наиболее агрессивные штаммы возбудителей пятнистости листьев ячменя, а также устойчивые и восприимчивые сорта ячменя к отмеченному заболеванию.

Ключевые слова: ячмень, пятнистость листьев, устойчивые сорта.

Ячмень обладает высокими пищевыми, кормовыми и агробиологическими достоинствами и является важнейшей зернофуражной культурой. Существенным фактором, вызывающим недобор урожая ячменя, является пораженность посевов пятнистостью листьев. Это обусловлено, главным образом, расширением посевных площадей, занятых под генетически однородными восприимчи-

выми сортами. Поэтому для выявления вредоносности возбудителей пятнистости листьев, а также устойчивости сортов к отмеченному заболеванию в ТОО «Кироль-Сарыарка» Акмолинской области создан инфекционный фон (рис. 1). Для создания инфекционного фона использованы наиболее патогенные штаммы возбудителей, такие как *Alternaria tenuissima* (Alt. tm. 5), *Alternaria*



1 — общий фон опыта



2 — инфицирование растений ячменя фитопатогенами

Рисунок 1. Инфекционный фон в полевых условиях

triticina (Alt. tr. № 8), Drechslera graminea (Dr. gr. №9), Alternaria alternata (Alt. alt. 10) и Bipolaris sorokiniana (B. sor. №16), выделенные из больших листьев ячменя в условиях Северного Казахстана.

В засушливых условиях 2012 года при недостатке влаги в большей степени страдали генеративные органы из-за неблагоприятных условий абиотических и биотических факторов. Усиление вредоносности фитопатогенов в засушливые годы связано с тем, что возбудители пятнистости листьев активнее развиваются в условиях дефицита влаги. С одной стороны, при низкой влажности воздуха патогенные грибы не имеют конкурентов-антагонистов в воздухе, и, с другой стороны, у растений в засушливых условиях ослаблен иммунитет к болезням.

Рассматриваемые болезни пятнистости относятся к категории вызываемых многими фитопатогенными представителями из различных семейств и классов грибов. При гелиминтоспори-

озно-альтернариозной пятнистости листьев зерновых культур на листьях появлялись округлые, удлиненные, темно-коричневые бурые пятна с распылчатыми краями. Максимальное развитие болезни наблюдалось в период колошения-цветения растений. В некоторых случаях сильное поражение привело к полной некротизации листьев и их усыханию, что являлось причиной снижения массы зерна. Потери урожая вследствие уменьшения ассимиляционной поверхности листьев, а также ускоренного старения самого растения, составили у сортов и линии ячменя от 47,1% до 89,8%. Это оказывало отрицательное влияние на такие показатели качества, как масса тысячи зерен, и в конечном итоге на урожайность.

Проведены фенологические наблюдения за ростом и развитием растений, а также определены распространение и развитие пятнистости листьев на посевах зерновых культур. Первые признаки болезни появлялись в период кущени-

Таблица 1. Распространение и развитие пятнистости листьев ячменя на инфекционном фоне (2012 г.)

Вариант	Распространение болезни, %	Развитие болезни, %
Инфицировано суспензией штамма <i>Alt. tm.5</i>		
Комплексный (К)	21,1	11,1
Комплексный	96,3	53,1
Донецкий 9 (К)	32,5	15,5
Донецкий 9	89,2	45,3
Астана 2007 (К)	22,6	11,6
Астана 2007	56,8	36,5
Инфицировано суспензией штамма <i>Alt. tr. №8</i>		
Линия 26 (К)	66,2	27,3
Линия 26	97,3	53,3
Карагандинский 5 (К)	74,7	43,6
Карагандинский 5	93,6	34,1
Инфицировано суспензией штамма <i>Dr. gr. №9</i>		
Целинный (К)	32,5	17,5
Целинный	79,7	57,4
Медикум 307 (К)	9,7	5,7
Медикум 307	88,0	44,0
Целинный 91(К)	36,3	21,1
Целинный 91	81,0	50,3
Инфицировано суспензией штамма <i>Alt. alt.10</i>		
Целинный 30(К)	17,8	9,8
Целинный 30	54,8	29,0
Линия 28 (К)	11,9	7,9
Линия 28	36,8	22,1
Солонцовый (К)	17,4	9,4
Солонцовый	19,4	11,4
Инфицировано суспензией штамма <i>B. sor. №16</i>		
Астана 2000 (К)	22,7	22,7
Астана 2000	82,2	50,6
Целинный 93 (К)	20,1	12,9
Целинный 93	41,4	27,9

Примечание: (К) – контроль, без инфицирования растений

я-стеблевания от инфекции, сохранившейся на пожнивных растительных остатках. Нарастание болезни происходило до фазы молочной спелости зерна. На контрольном варианте, без инфицирования растений возбудителями болезни, к фазе молочно-восковой спелости распространение болезни колебалось в пределах от 9,7% до 66,2%. Развитие болезни на естественном фоне несколько ниже на посевах сортов Комплексный, Астана 2007, Медикум 307, Целинный 30, Солонцовый, Целинный 93, где данный показатель не превышает 15% (табл. 1).

Выявлены наиболее агрессивные штаммы возбудителей пятнистости листьев ячменя в полевых условиях. При инфицировании суспензией штамма Alt. tm. 5 распространение болезни на посевах ячменя превышало 2,5-4,5 раза пораженность растений чем на контроле. Инфицирование суспензией фитопатогенов привело высокой пораженности растений, распространение болезни по некоторым вариантам на инфекционном фоне достигало 82,2-97,3%.

Анализируя результаты оценки сортов по интенсивности развития болезни нам удалось дифференцировать сорта по устойчивости. Выявлены три группы растений — устойчивые во все фазы развития, умеренно устойчивые и восприимчивые. Группа образцов, устойчивых во все фазы развития, немногочисленны. К устойчивым можно отнести сорт Солонцовый, этот сорт характеризовался низким поражением растений на протяжении онтогенеза.

К умеренно устойчивым отнесены сорта Донецкий 9, Астана 2007, Карагандинский 5, Медикум 307, Целинный 30 и Целинный 93. Развитие болезни на инфекционном фоне колебалось в пределах от 22,1% до 45,3%.

Основная доля образцов отнесена к восприимчивым; в эту группу вошли районированные сорта ячменя Комплексный, Целинный, Целинный 91, Астана 2000, у которых развитие болезни на инфекционном фоне превышало 50% и выше.

EFFECT OF LEAF SPOT PATHOGENS ON GROWTH AND DEVELOPMENT OF BARLEY ON INFECTIOUS BACKGROUND

Nauanova A. P., Aidarkulova R. S., Nazarova A. Zh., Zhetibaikyzy N., Imanmadi D.
Kazakh Agro Technical University, Astana, Kazakhstan, nauanova@mail.ru

The harmfulness of leaf spot pathogens of barley on infectious background was shown. Revealed symptoms of the disease, the most aggressive strains of barley leaf spot and resistant and susceptible varieties of barley to the marked disease.

Key words: barley, leaf spot, resistant varieties.

ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НЕКОТОРЫХ РАЗНОВИДНОСТЕЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ (T. AESTIVUM) НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ГРИБНЫМ БОЛЕЗНЯМ В УСЛОВИЯХ АЗЕРБАЙДЖАНА

Нуриева С. А., Исаев Б. Г.
*Институт Генетических Ресурсов НАНА,
Баку, Азербайджан, sevindj_72@hotmail.com*

В статье приведены результаты фитопатологической оценки некоторых разновидностей мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) на устойчивость к грибным болезням в условиях Азербайджана. Были выделены высокоустойчивые и средневосприимчивые образцы к мучнистой росе, бурой и желтой ржавчине.

Ключевые слова: пшеница, мучнистая роса, бурая и желтая ржавчина.

Хлеб является основным продуктом питания в Азербайджане. Исключительное разнообразие почвенно-климатических условий способствова-

ло развитию здесь богатого растительного покрова, что позволяет включить Азербайджан в один из наиболее вероятных центров происхождения

пшеницы (Вавилов, 1967). Пшеница — самая важная и широко выращиваемая злаковая культура в Азербайджане, которая занимает 70% от общей площади, отведенной под зерновые культуры, что в 2011-2012 гг. составило 995,9 тыс. га. Как известно, в Закавказье и, в частности, в Азербайджане сосредоточено большое разнообразие зерновых злаков. Пшеницы Азербайджана это богатейший ботанико-географический и ценный генетический фонд, изучение которого позволит выявить среди них доноры неполегаемости, устойчивости к грибным заболеваниям, продуктивности. Одним из факторов, лимитирующих получение высоких и стабильных урожаев зерновых колосовых культур в Азербайджане, является заметное поражение возделываемых сортов болезнями.

Потери урожая зерна от фитопатогенов ежегодно составляют 25-30%, а в отдельные годы превышают 40% (Джафаров, 2009). Высокой вредоносности болезней зерновых культур способствуют благоприятные климатические условия (обильные осадки во второй половине вегетации в сочетании с повышенными температурами и влажностью воздуха), недостаточная устойчивость выращиваемых сортов. Важным звеном в защите растений является селекция и возделывание адаптированных, болезнеустойчивых сортов. Создание и внедрение в производство таких сортов позволит снизить потери урожая, повысить рентабельность семеноводства, улучшить качество получаемой продукции (Mcintosh et al.,

1995). В этой связи, на испытательной базе Института Генетических Ресурсов была проведена фитопатологическая оценка устойчивости некоторых разновидностей мягкой пшеницы (*T. aestivum* L.), представленных из различных географических зон республики, к мучнистой росе (*Blumeria graminis* DS), желтой (*P. striiformis* Westend F. sp. *tritici*.) и бурой ржавчинам (*P. triticina* Eriks) по методике ВИЗР.

Оценка образцов на устойчивость к мучнистой росе (*Blumeria graminis*), позволила выявить 17 устойчивых образцов таких разновидностей мягкой пшеницы как *Erythrospermum* и *Lutestens* (поражение 2 балла), 19 образцов — как среднеустойчивые (поражение 3 балла) и 14 образцов разновидностей *Milturum* и *Ferrugineum* — как восприимчивые (поражение 4 балла). Анализ оценки поражения бурой и желтой ржавчиной показал степень проявления заболевания. Выделены 8 устойчивых образцов разновидности *Lutestens* к бурой (*P. triticina*) и желтой (*P. striiformis* F. sp. *tritici*.) к ржавчинам (поражение 2 балла), 16 образцов — как среднеустойчивые (поражение 3 балла) и 26 образцов разновидности *Aran* и *Erythroleuson* — как восприимчивые. Таким образом, на основании фитопатологической оценки некоторых разновидностей мягкой пшеницы на естественном фоне заражения грибными болезнями, были выделены устойчивые и восприимчивые образцы, представляющие ценный исходный материал для селекции.

Литература

- Вавилов Н. И. *Научные основы селекции пшеницы* (под ред. Ф. Бахмеева). Л.:Наука, 1967, 2, 259 с.
Джафаров И. Х. *Болезни пшеницы*. Баку, 2009.
Mcintosh R. A, Wellings C. R., Park R. F. *Wheat Rusts, An Atlas of Resistance Gene*. Australia, 1995, p. 213.

PHYTOPATHOLOGICAL EVALUATION OF BREAD WHEAT (TRITICUM AESTIVUM) ACCESSIONS ON RESISTANCE TO FUNGAL DISEASES IN AZERBAIJAN

Nuriyeva S. A., Isayev B. G.
Genetic Resources Institute of ANAS,
Baku, Azerbaijan, sevindj_72@hotmail.com

The results of phytopathological evaluation of bread wheat (*T. aestivum*. L) accessions for resistance to fungal diseases in Azerbaijan have been shown. During of this research high resistant and susceptible accessions to *Blumeria graminis* DS, *P. striiformis* F. sp. *tritici* and *P. triticina*. were determined.

Key words: wheat, *B. graminis*, *P. striiformis* F. sp. *tritici*, *P. triticina*.

ФИТОПАТОГЕННЫЕ ГРИБЫ, ВЫЗЫВАЮЩИЕ КОРНЕВУЮ ГНИЛЬ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Овсянкина А. В.

*Российский государственный аграрный заочный университет,
г. Балашиха, Московская область, Российская Федерация, allaosa7@rambler.ru*

Изучалась видовая структура популяций самых опасных болезней (корневые гнили) зерновых культур в различных регионах Российской Федерации. Поражение гнилью зерновых в России вызывается патогенным комплексом. Чаще всего встречаются *Fusarium culmorum* (W. G. Sm.) Sacc., *F. oxysporum* (Schlecht.) Snyder et Hans., *F. heterosporum* Nees., *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem, *Alternaria* sp.

Ключевые слова: корневая гниль, зерновые культуры, патогенный комплекс.

Получение здорового и качественного урожая зерновых культур позволит обеспечить продовольственную безопасность продукции. Для того чтобы эффективно защищать посевы, необходимо, в первую очередь, знать от каких болезней их следует защищать. В России при ее большой географической протяженности и широкой амплитуде агроэкологических условий регионы отличаются по структурам опасных фитопатогенных комплексов (Санин, 2009). Монокультуры, севообороты с короткими ротациями, высокие нормы удобрений и другие приемы интенсификации растениеводства, внедряемые в последние годы в России без необходимой научной проработки, подняли огромный пласт фитосанитарных проблем. Для зерновых культур — это усиление развития корневых и прикорневых гнилей (Санин, 2010). Корневые гнили на посевах зерновых встречаются повсеместно. Высокая насыщенность севооборотов зерновых постоянно усиливает инфекционный фон (Баклушина, 1988). Возбудители корневых гнилей обладают широкой специализацией, способны поражать не только хлебные и дикорастущие злаки, но и растения из других семейств. Это свойство помогает патогенам выживать в течение многих лет в отсутствии основных хозяев (Жемчужина, Киселева, 2008).

Для разработки интегрированной системы защиты растений от возбудителей болезней, прежде всего, изучался видовой состав и закономерности формирования популяций патогенных грибов под влиянием биотических и абиотических факторов. В связи с этим, проводились обследования посевов зерновых культур, осуществлялось выделение и идентификация видового состава возбудителей, изучалась сезонная и многолетняя динамика развития болезни, проводилось выявление патогенных видов и изучение их биологических особенностей.

Фузариозная корневая гниль вызывается грибами *Fusarium culmorum*, *F. oxysporum*, *F. avenaceum* и другими. Поражает пшеницу, рожь, ячмень, злаковые травы, слабее — овес, и многие другие культуры. Болезнь проявляется в виде по-

бурения проростков, колеоптиля, узла кущения, первичных и вторичных корней. Характерным признаком заболевания является трухлявость корней, белостебельность, пустоколосость. При влажной погоде на пораженной ткани образуется розовый или желтоватый налет спороношения патогенов. Фузариозы способны существовать в почве в сапротрофной форме и накапливаться на растительных остатках, с переходом при определенных условиях к паразитной форме существования, что делает борьбу с этой болезнью весьма сложной.

Гельминтоспориозная корневая гниль (*Bipolaris sorokiniana*) поражает яровую пшеницу, ячмень, злаковые травы в сильной степени, озимую пшеницу и рожь — слабее, овес практически не поражается. При гельминтоспориозной инфекции на зараженной ткани развивается темно-оливковый или почти черный конидиальный налет. При сильном развитии болезни наблюдаются отмирание продуктивных стеблей, пустоколосость и щуплость зерна.

При офиоболезной корневой гнили (*Orhriobolus graminis*) происходит отмирание продуктивных стеблей в течение всего вегетационного периода. Характерные признаки заболевания: почернение корней, затем влагилиц прикорневых листьев в нижней части стебля и их постепенное отмирание. Растения отстают в росте, легко выдергиваются из почвы.

Возбудитель церкоспореллезной прикорневой гнили или глазковой пятнистости, *Pseudocercospora herpotrichoides*, поражает озимую пшеницу, рожь, ячмень и другие злаки. На надземных частях растений образуются светлые, эллипсовидные пятна в виде глазка с окаймлением темного цвета, иногда окольцовывающие стебель. Внутри соломы — серый налет спороношения гриба.

В последнее время, помимо вышеописанных возбудителей корневых гнилей, усиливается вредоносность грибов родов *Alternaria*, *Pethium* и *Rhizoctonia*, которые в отдельные годы могут на-

носить существенный вред зерновым культурам.

Основными источниками инфекции всех видов корневых и прикорневых гнилей служат почва, пожнивные остатки, семена. Факторами, усиливающими развитие гнилей, являются нарушение агротехники, несоблюдение севооборотов и степень их насыщенности зерновыми культурами.

Определить степень вредоносности корневых и прикорневых гнилей можно путем обследования посевов, которое проводится два раза за сезон: в фазах всходы — кущение для озимых посевов осенью, для яровых — весной и в фазе созревания зерна перед уборкой. В случае развития офиоблезной и церкоспореллезной гнилей учет проводят в период колошения — молочной спелости.

По результатам многолетнего мониторинга фитосанитарного состояния посевов определена видовая структура популяций возбудителей корневой гнили. Корневую гниль зерновых колосовых культур в различных регионах Российской Федерации вызывал комплекс патогенов, преобладающее положение в котором занимали грибы из рода *Fusarium*. Идентифицированы виды: *F. culmorum* (W. G. Sm.) Sacc., *F. oxysporum* (Schlecht.) Snyder et Hans., *F. heterosporum* Nees., *F. sporotrichiella* nom. nov. Bilai., *F. nivale* (Fr.) Ces., *F. gibbosum* App. et Wr. emend Bilai., *F. avenaceum* (Fr.) Sacc., *F. moniliforme* Sheld., *F. sambucinum* Fuck., *F. semitectum* Berk. et Rav., *F. redolens* Wr., *F. solani* (Mart.) App. et Wr., *F. javanicum* Koord., *F. lateritium* Nees. Одновременно были выявлены возбудители *B. sorokiniana* (Sacc.) Shoem и *Drechslera teres* (Sacc.) Shoem. Ito, *Alternaria* sp., сопутствующие сапрофитные грибы родов *Penicillium*, *Aspergillus*, *Rizopus*, *Gliocladium*,

Trichothecium и полусапрофитные бактерии сем. *Enterobacteriaceae* (род *Ervinia*, *Bacillus*). Частота встречаемости видов в изученных регионах была различной. Потери урожая от корневой гнили ежегодно составляли 10-15%.

Наиболее распространенным в патогенных комплексах всех регионов России являлись виды *F. culmorum* и *F. oxysporum*, отличающиеся большей адаптивностью к абиотическим факторам. Соотношение видов в различных регионах Российской Федерации было различным. Так, например, в Волго-Вятском, Нижневолжском и Центральном регионах на посевах зерновых чаще встречаются виды *F. culmorum* (до 30%), *F. oxysporum* (до 20%); в Центрально-Черноземном и Средневолжском регионах — *F. heterosporum*, *F. avenaceum*, *F. sporotrichiella*, *F. gibbosum*. Озимые зерновые культуры интенсивней поражаются фузариозными возбудителями, которые активно развиваются после перезимовки в холодный и влажный период. Яровые зерновые, особенно ячмень, чаще поражаются возбудителями *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem и *Drechslera teres* (Sacc.) Shoem. Ito. За последние 5-8 лет возросла частота встречаемости в популяциях грибов рода *Alternaria*. Овес менее подвержен поражению корневой гнилью.

Наблюдения показали, что соотношение возбудителей в популяциях корневой гнили зависят не только от растения-хозяина, но, в большей степени, от климатических и географических факторов. Удалось проследить изменения в соотношении видов в популяции в зависимости от эколого-географической зоны и погодных условий вегетационного периода.

Литература

- Баклушина В. В. Влияние предшественников и насыщения севооборотов зерновыми на поражаемости ячменя и овса корневыми гнилями // Сб. тр. ВНИИЗВ. Воронеж, 1988, 10, с. 68–74.
- Жемчужина Н. С., Киселева М. И., Коваленко Е. Д. Межвидовая и внутривидовая изменчивость фузариозных грибов по признакам патогенности и фитотоксичности // Сборник «50 лет на страже продовольственной безопасности страны», Большие Вяземы, 2008, с. 406–414.
- Санин С. С. Роль устойчивых сортов к болезням в интенсификации производства зерна пшеницы // Сборник «Современные иммунологические исследования, их роль в создании сортов и интенсификации растениеводства», Большие Вяземы, 2009, с. 1–15.
- Санин С. С. Контроль болезней сельскохозяйственных растений — важнейший фактор интенсификации растениеводства // Вестник защиты растений, 2010, 1, с. 3–14.

PHYTOPATHOGENIC FUNGI THAT CAUSE ROOT ROT GRAIN CROPS

Ovsyankina A. V.

Russian State Agrarian External University, allaosa7@rambler.ru

Researching the special structure in causative agent populations of the most dangerous diseases (root rots) of crops in various regions of the Russian Federation has been carried out. The defeat of crops root rots in Russia causes is a pathogenic complex. More often meet *Fusarium culmorum* (W. G. Sm.) Sacc., *F. oxysporum* (Schlecht.) Snyder et Hans., *F. heterosporum* Nees., *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem, *Alternaria* sp.

Key words: root rot, grain crops, pathogenic complex.

ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

Павлюшин В. А.

*Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений
Россельхозакадемии (ВИЗР), Санкт-Петербург — Пушкин, Россия, vizrspb@mail333.com*

Ассортимент средств защиты растений достигает более 15 тыс. на основе 1300 д. в., что приводит к ухудшению экологической ситуации. Отмечается нарастание фитосанитарных рисков вследствие глобализации сельскохозяйственного производства, изменения климата и технологической конвергенции. Указывается на многолетнюю фитосанитарную дестабилизацию в отдельных регионах РФ, и анализируются пути выхода из нее с использованием устойчивых сортов, современного ассортимента СЗР и средств биологической защиты растений.

Ключевые слова: защита растений, фитосанитарная дестабилизация, новые вредители, болезни, сорняки, биопрепараты.

Значимость защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков превращается в определяющий фактор повышения урожайности и качества растениеводческой продукции. В то же время стремительно возрастает значимость фитосанитарии в области проблемы экологической безопасности. Об этом убедительно говорят нарастающие объемы производства и применения пестицидов в мире. Так, к 2014 году оборот рынка средств защиты составит 52 млрд. долларов. Совокупный объем производства пестицидов в КНР в 2010 г. превысил 2,5 млн. т, что на 20% больше, чем в 2009 г. В 2012 г. российский рынок пестицидов составил 94 тыс. тонн с приростом в 7% по отношению к 2011 году. Ассортимент СЗР в США насчитывает более 15 тыс. препаратов, в Германии — набор препаратов базируется на 1300 д. в., в России — 912 препаратов.

В интенсивных технологиях возделывания зерновых, сахарной свеклы, картофеля, яблонь и других сельскохозяйственных культур количество обработок за сезон достигает 10-15, что ведет к нарастанию экотоксикологической нагрузки на 1 га в пределах 0,5-17 кг/га. Такая интенсивная защита приводит к значительному увеличению доли сохраненного урожая: на зерновых — 30-35%, на картофеле — 60-70%.

В материалах международной научной конференции (Сеул, Корея, 2012) указывается на нарастание фитосанитарных рисков вследствие глобализации сельскохозяйственного производства, изменения климата и технологической конвергенции. Так, по данным фирмы Байер и МСХ Японии в последние годы наблюдается нарастание резистентности у фитопатогенных грибов к фунгицидам. Так, у 20 видов фитопатогенов определена резистентность к 15 фунгицидам.

В современных условиях становится все более востребованным интегративный подход в защите растений для достижения гарантированной защиты урожая и повышения уровня экологической безопасности.

Важно подчеркнуть, что, применительно к растениеводству в РФ, выше обозначенные фитосанитарные проблемы осложнены многолетней фитосанитарной дестабилизацией сельскохозяйственных угодий, вызванной редуцией систем землепользования и другими негативными последствиями экономического кризиса в сельском хозяйстве. Фитосанитарная дестабилизация сопровождается нарастанием численности фитосанитарных объектов, большими потерями урожая и снижением качества растительной продукции. Выявлены закономерности такой дестабилизации:

- Интенсивное накопление фитопатогенов, сорных растений и фитофагов с максимальным размахом внутривидовой изменчивости;
- Игнорирование систем интегрированной защиты, приведшее к проявлению резистентных популяций фитофагов и фитопатогенов;
- Локальное восстановление биоценотической регуляции;
- Дефицит минерального питания растений, несертифицированный посевной материал привели к нарастанию неинфекционной патологии овощных, плодовых, зерновых и др. сельскохозяйственных культур;
- Формирование вторичных резерваций и очагов многоядных вредителей (саранчовые, луговой мотылек, мышевидные и др.) на заброшенных землях;
- Расширение групп доминантных видов до 40 и появление новых экономически значимых фитосанитарных объектов (более 45 видов).

Указана опасность возникновения трансформации агроэкосистем. Под последней понимается совокупность агробиоценозов сельскохозяйственных культур в пределах севооборота.

По данным ВИЗР, агробиоценозы, как искусственные системы, относятся к особой категории сложных монодоминантных биологических систем. Они отличаются от естественных по ряду показателей, а именно — обедненным биоразноо-

бразием, укороченными цепями питания, особенностями эмерджентных отношений между биотрофами и низкими динамическими качествами, что приводит к недостаточному уровню экологической регуляции.

Примером биоценологических последствий при трансформации агроэкосистем может служить отчетливое проявление новых экономически значимых возбудителей болезней, фитофагов и сорняков (табл.), которые 20 лет назад не имели практического хозяйственного значения. Речь идет о нарастании вредоносности фузариевых и альтернариевых грибов, особенно на зерновых, и, что крайне опасно, расширение ареалов происходит у токсин-продуцирующих видов. Появились новые внутривидовые формы желтой пятнистости пшеницы (*Puccinia teres tritici-repentis* и *P. teres*) и сетчатой пятнистости ячменя (*P. teres f. teres*, *P. teres f. gramineae*, *P. teres f. maculata*).

На сегодняшний день производственная служба защиты растений имеет дело с 350 вредоносными объектами, среди них наиболее экономически значимые: 30 видов насекомых, 47 возбудителей заболеваний и 23 вида сорных растений. Выделяется группа особо опасных видов — 35 объектов, которые могут приводить к недобору урожая более 30%. Это, безусловно, саранчовые, вредная черепашка, луговой мотылек, колорадский жук, хлопковая совка, хлебная жужелица и др. Повышенная вредоносность свойственна таким сорнякам как осот полевой, вьюнок полевой, бодяк и овсюг, от которых потери урожая зерновых колеблются в интервале 16-63%. К опасным возбу-

дителям болезней на зерновых культурах следует отнести фузариозно-гельминтоспориозную корневую гниль пшеницы, фузариоз зерна, бурую ржавчину пшеницы с частотой эпифитотий до 6 раз за 10 лет, гельминтоспориозные пятнистости листьев ячменя, овса и пшеницы, которые вызывают потери урожая до 40%.

Выдающийся вклад в выявление и определение возбудителей болезней сельскохозяйственных культур внес основоположник российской микологии и фитопатологии профессор А. А. Ячевский и его последователи. Им же было организовано Бюро по микологии и фитопатологии (1907 г.) в Департаменте земледелия, что послужило основой становления практической службы защиты растений в стране.

Для большей части доминантных видов, как показали современные исследования, характерно состояние «экологического взрыва», сопровождающееся существенными изменениями в цикличности многолетней динамики численности, расширением видовых ареалов и зон вредоносности.

Выход из этой тяжелой ситуации обозначен в концепции фитосанитарной оптимизации агроэкосистем, разработанной ВИЗР и принятой на II съезде по защите растений (Санкт-Петербург, 2005). Сутью и принципиальной особенностью современного этапа развития защиты растений является биоценологический подход к построению систем защитных мероприятий, основанный на использовании приемов и методов регулирования взаимодействием растений-продуцентов и консументов всех порядков в агробиоценозах.

Таблица. Новые экономически значимые вредоносные объекты на сельскохозяйственных культурах (РФ, 2011 г.)

Северо-Западный регион	Центрально-Черноземная зона	Краснодарский край
Свекловичная блошка <i>Chaetocnema laevicollis</i> Thoms. на столовой свекле; Щитовка <i>Cassida vittata</i> Willers. на столовой свекле; Западный цветочный трипс <i>Frankliniella occidentalis</i> ; Желтоногая блошка <i>Phyllotreta ochripes</i> на крестоцветных; Синяя блошка <i>Ph. nigripes</i> на крестоцветных; Возбудители фузариоза зерна: <i>Fusarium graminearum</i> , <i>F. verticilloides</i> , <i>F. langsethiae</i> ; Желтая ржавчина <i>Puccinia striiformis</i> ; Желтая пятнистость <i>Puccinia tritici-repentis</i> на пшенице; Золотистая картофельная нематода; Просо куриное <i>Echinochlae crusgalli</i> ; Щирица запрокинутая <i>Amaranthus retroflexus</i> .	Пятиточечный долгоносик (<i>Tychius quinquepunctatus</i> L.) на горохе; Пшеничная муха (<i>Phorbia fumiqata</i> Meigen.) на озимой пшенице; Гороховый трипс (<i>Kakothrips robustus</i> Uz.) на горохе; Листовой пилильщик (<i>Dolerus gonager</i> F.) на зерновых; Многоядный минер (<i>Phytomyza horticora</i> Gour.) на подсолнечнике; Хлопковая совка <i>Helicoverpa armigera</i> на кукурузе; Мелкопестник канадский; Дрема белая.	Японская виноградная цикадка (<i>Arboridia kakogawana</i> M.); Полевой клоп (<i>Lygus</i> sp.) на подсолнечнике; Калифорнийская щитовка <i>Diaspidiotus perniciosus</i> на яблоне; Картофельная моль <i>Phthorimaea operculella</i> на картофеле; Акациевая огневка на сое; Пятнистости на ячмене: <i>Puccinia teres f. maculate</i> , <i>Romularia collo-cygni</i> ; <i>Fusarium langsethiae</i> (продуцент Т-2 токсина) на зерновых; Стеблевая гниль (белосебельность) <i>Gibellina cerealis</i> на зерновых.

Наиболее важная роль в фитосанитарной оптимизации отводится сортам с комплексной и групповой устойчивостью к болезням и вредителям, поскольку они являются средообразующими. Например, на Северном Кавказе (Краснодарский и Ставропольский края, Ростовская обл.) доля устойчивых сортов пшеницы к таким опасным заболеваниям как бурая, желтая и стеблевая ржавчина колеблется в пределах 46-58%, а к пыльной головне — 83%, что значительно сокращает объем защитных мероприятий. Однако в других регионах страны доля устойчивых сортов пшеницы низка и варьирует от 8% до 17%, что недостаточно для снижения частоты эпифитотий.

Существует дифференциация сортов пшеницы на поврежденность вредной черепашкой. Такие сорта как Зерноградка-2, Донская юбилейная, Северодонецкая юбилейная поражаются клопом до 10%.

Успех в достижении фитосанитарной оптимизации агроэкосистем зависит от выполнения ряда условий и, особенно, от формирования ассортимента СЗР с учетом разнообразия препаративных форм (ПФ) и действующих веществ (д. в.). Как уже было сообщено, ассортимент СЗР в РФ насчитывает 912 препаратов в виде разнообразных ПФ (более 15) и основанных на 95 д. в. ВИЗР совместно с другими институтами-соисполнителями ежегодно проводит объемные государственные полевые испытания новых СЗР. Так, в 2012 году было испытано 167 препаратов против 212 вредоносных видов на 33 сельскохозяйственных культурах. Постепенно увеличивается доля биопрепаратов — в современном ассортименте их насчитывается более 80 с ежегодным объемом применения около 1 млн. га.

Следует подчеркнуть, что крупнейшие пестицидные корпорации активно скупают фитосанитарные биотехнологические разработки. Европейский рынок биопрепаратов для защиты растений в годовом исчислении оценивается примерно в 300 млн. долларов США.

В последние годы в РФ создано 20 биопрепаратов на основе микробов-антагонистов (бактофит, алирин-Б, гамаир, псевдобактерин, глиокладин, витоплан и др.), эффективных для защиты зерновых, овощных, плодовых культур и картофеля от возбудителей болезней.

Существует группа биопрепаратов (10 единиц), разработанных для фитосанитарной подготовки семян пшеницы и других зерновых культур. Одновременное наличие фитозащитных свойств с ростстимулирующими эффектами делает этот прием высокорентабельным и экологически чистым. Обязательное использование таких биопрепаратов в зональных системах защиты зерновых культур позволяет резко снижать уровень накопления микотоксинов в зерне.

В производственной защите растений, в основном в тепличных комбинатах, эффективно используется 29 видов и отселектированных популяций массово разводимых в биолaborаториях энтомофагов.

Созданные системы биологической защиты на основе совместного применения биопрепаратов и энтомофагов позволили практически полностью отказаться от химической защиты овощных культур в закрытом грунте и повысить удельный вес до 25-30% биозащиты на плодово-ягодных культурах и капусте. Фитозащитные биопрепараты и отселектированные массово разводимые энтомофаги крайне необходимы для расширенного использования систем биологической защиты сельскохозяйственных культур и лесных угодий в техногенно-загрязненных регионах страны. В первую очередь, это районы с повышенной радиационной опасностью (Брянская, Орловская, Тульская, Свердловская области), промзоны вокруг крупных городов, где, как правило, концентрируются овощеводческие хозяйства. Необходимо наращивать объемы биозащиты в районах-поставщиках сырья для детского и диетического питания (Краснодарский край, Ставрополье, Липецкая обл. и др.). Масштабное обеспечение фитосанитарными биотехнологическими средствами важно и для санаторно-курортных зон страны и водоохраных территорий.

Ориентировочно потребность в биологических средствах защиты растений от вредителей, болезней и сорняков достигает величины 45-50 тыс. тонн/год, что возможно при условии интенсивного развития промышленной биотехнологии в стране.

Уместно подчеркнуть, что биотехнологические направления в защите растений, кроме биологической защиты, включают молекулярную диагностику элементов агроэкосистем, а также генетическую защиту сельскохозяйственных культур от болезней и вредителей. На современном этапе удалось создать доноры и источники устойчивости зерновых и картофеля к фитопатогенным грибам, пополнить фитосанитарные коллекции энтомофагов, возбудителей болезней растений, энтомопатогенов и микробов-антагонистов. Осуществляется селекция перспективных штаммов-продуцентов и рас энтомофагов для систем биозащиты. Например, ВИЗР, ИСиЭЖ СО РАН (Новосибирск) и КазНИИЗКР (Алматы) получены высоковирулентные штаммы энтомопатогенных грибов (*Beauveria bassiana* и *Metarhizium anisopliae*) в отношении саранчовых, что позволило создать новые биопрепараты.

Узловой проблемой в современной защите сельскохозяйственных культур остается создание полномасштабных систем интегрированной

защиты, нацеленных на основной вредоносный состав и максимально полный учет экологических последствий.

MANAGEMENT STRATEGIES IN CROP PROTECTION

Pavlyushin V. A.

All-Russian Institute of Plant Protection (VIZR), St.-Petersburg — Pushkin, Russia, vizrspb@mail333.com

Assortment of commercial plant protection products reaches more than 15000 names on the base of 1300 compounds. The intensive use these pesticides for control of pest, diseases and weeds leads to deterioration of ecological safety. Some observations point on the phytosanitary destabilization in some regions of Russia. There is need to coordinated use of multiple tactics to assure stable crop production and maintain pest damage below the economic injury level while minimizing hazards to human, animals, plants, and the environment. Integrated management in the plant protection is a concept of crop production incorporating effective, stable, long-lasting crop protection components that minimize the negative side effects of control actions.

Kew words: plant protection, pesticides, control, pest, disease, weeds, biocontrol.

ОТБОР ТЕРМОСТОЙКИХ ШТАММОВ LECANICILLIUM MUSCARIUM (= VERTICILLIUM LECANII), ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПРЕПАРАТИВНЫХ ФОРМ ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ

Первушин А. Л., Митина Г. В., Сокорнова С. В.

*Всероссийский НИИ защиты растений Россельхозакадемии (ВИЗР),
Санкт-Петербург, Россия, lp901@mail.ru*

Изучено влияние температуры высушивания (35°C, 45°C, 50°C,) на жизнеспособность спор 12 штаммов энтомопатогенного гриба *Lecanicillium muscarium*, полученных в глубинных условиях. С увеличением температуры высушивания влажной биомассы показатель КОЕ уменьшался в среднем в 2 раза. Отобраны штаммы VI 72 и VI 61т, которые отличались высокой вирулентностью, термостойкостью и высокой споропродукцией.

Ключевые слова: микробиометод, энтомопатогенные грибы, Lecanicillium muscarium, препаративные формы, пропагулы, термоустойчивость.

Стабилизация инфекционного материала позволяет на длительное время предотвратить прорастание пропагул (единиц, способных к воспроизведению новой колонии). Самым распространенным способом стабилизации грибных пропагул для долгосрочного хранения является высушивание (Берестецкий, Сокорнова, 2009). Сохранение жизнеспособности инфекционного материала во время сушки во многом зависит от температуры. Например, жизнеспособность глубинных спор изолятов *Metarhizium flavoviride* и *M. anisopliae* при распылительной сушке была 90% при температуре на выходе 44°C и падала до 30% при увеличении температуры до 64°C (Stephan, Zimmermann, 2001). Существует несколько подхо-

дов, позволяющих сократить эти потери: отбор термостойких штаммов (Крюков и др., 2012), выбор наиболее устойчивых к сушке пропагул гриба (микроконидии, микросклероции и т. д.) (Jackson, Schisler, 1995; Müller-Stöver, 2004), использование различных типов сушки с применением защитных добавок (Stephan, Zimmermann, 2001; Daigle, Cotty, 1992; Daigle et al., 1998; Winder et al., 2003).

Целью данной работы было выявление термостойких штаммов энтомопатогенного гриба *Lecanicillium muscarium* (Petch) Zare & W. Gams. В работе было использовано 12 штаммов из коллекции ВИЗР. Образцы влажной биомассы были получены на основе бластоспор и мицелия путем глубинного культивирования в колбах Эрленмей-

Таблица 1. Влияние температуры высушивания на титр жизнеспособных спор штаммов гриба *L. muscarium*

№ штамма	Титр спор в 1 г сухой биомассы (× 10 ⁹)	Титр жизнеспособных спор (×10 ⁷) при разных температурах сушки, КОЕ/г		
		35°C	45°C	50°C
VI 72	7,9	6,93±0,02	4,33±0,02	3,50±0,01
VI 49	9,4	4,13±0,18	1,93±0,16	1,53±0,01
VI 61	14,1	10,03±0,05	4,60±0,02	1,66±0,01
VI 61г	10,6	10,06±0,03	10,06±0,02	4,53±0,02
VI 8	21,2	12,04± 0,01	12,40±0,01	4,06±0,02
VI 8г	15,0	11,30± 0,01	11,33±0,01	2,80±0,01

ера. Биомассу и споры гриба отделяли от культуральной жидкости фильтрованием и сушили при 35°C, 45°C, 50°C в течение суток. Термоустойчивость штаммов оценивали по изменению жизнеспособности пропагул до и после сушки путем определения количества жизнеспособных единиц (КОЕ). Рост штаммов оценивали по количеству биомассы (весовой метод) и титру спор на 4-е сутки. Вирулентность штаммов после высушивания при 50°C определяли по смертности виковой тли на 7 сутки после заражения тли споровыми суспензиями гриба (титр рабочей суспензии 5×10⁶ спор/мл).

Для всех 12 штаммов при увеличении температуры сушки в тонком слое наблюдали уменьшение жизнеспособности пропагул гриба. По результатам предварительных исследований были отобраны наиболее термоустойчивые штаммы VI 61, VI 8, VI 72, VI 49, споры которых сохраняли жизнеспособность при высушивании при 35°C, 45°C, 50°C. Затем были повторно проведено культивирование и высушивание отобранных штаммов. Также были отобраны колонии гриба, выросшие после высушивания при максимальной температуре VI 8г и VI 61г. Результаты показаны в таблице 1.

Для всех штаммов в результате высушивания при 35°C наблюдали снижение количества жизнеспособных единиц в 50-100 раз. А при более высокой температуре для большинства штаммов происходило дальнейшее снижение титра КОЕ примерно в 2 раза. Однако для штамма VI 72 в целом наблюдалось незначительное снижение КОЕ при повышении температуры сушки. Наиболее термостойкими штаммами оказались VI 61г и VI 8. При макси-

мальной температуре сушки титр для них составил 4,53×10⁷ и 4,06×10⁷ КОЕ/г, соответственно.

Показатели роста отобранных штаммов гриба приведены в табл. 2. Максимально высокий титр спор 4,3 и 4,4 × 10⁷ спор /мл был отмечен для штаммов VI 72 и VI 61. Отдельные штаммы росли с образованием мицелиальных пеллет (VI 49, VI 61).

Наиболее вирулентным после высушивания оказался штамм VI 72 (75,6% смертности виковой тли). Причем, отобранные термостойкие штаммы VI 8г и VI 61г показали более высокую вирулентность (на 20%), чем исходные VI 61 и VI 8.

Таким образом, на основании полученных результатов были отобраны штаммы VI 72 и VI 61г, которые отличались высокой вирулентностью, термостойкостью и высокой споропродукцией. На основе этих штаммов планируется разработка препаративных образцов путем внесения различных добавок, повышающих устойчивость спор в процессе высушивания.

Работа поддержана грантом РФФИ 13-04-01905.

Таблица 2. Показатели роста штаммов грибов при глубинном культивировании

№ штамма	Выход биомассы гриба, г/ мл	Титр культуральной жидкости (×10 ⁹), спор/мл	Примечания
VI 72	43,78	1,9	
VI 49	31,27	1,89	пеллеты
VI 61	31,37	1,4	пеллеты
VI 61г	32,94	1,3	
VI 8	40,06	1,2	
VI 8г	29,48	9,6	

Литература

- Берестецкий А. О., Сокорнова С. В. Получение и хранение биопестицидов на основе микромицетов //Микология и фитопатология, 2009, 43, 6, с. 473–489.
- Крюков В. Ю., Ярославцева О. Н., Елисафенко Е. А., Митьковец П. В., Леднев Г. Р., Дуйсембеков Б. А., Закиян С. М., Глунов В. В. Изменение температурных предпочтений изолятов *Beauveria bassiana* в широтном градиенте Сибири и Казахстана //Микробиология, 2012, 81, 4, с. 493–499.

- Daigle D. J., Cotty P. J. Production of conidia of *Alternaria cassiae* with alginate pellets // *Biological Control*, 1992, 2, 4, p. 278–281.
- Daigle D. J., Connick W. J., Boyette C. D., Jackson M. A., Dorner J. W. Solid-state fermentation plus extrusion to make biopesticide granules // *Biotechnol. Tech.*, 1998, 12, 10, p. 715–719.
- Jackson M. A., Schisler D. A. Liquid culture production of microsclerotia of *Colletotrichum truncatum* for use as bioherbicide propagules // *Mycological Research*, 1995, 99, 7, p. 879–884.
- Stephan D., Zimmermann G. Locust control with *Metarhizium flavoviride*: drying and formulation of submerged spores // *Formulation of microbial inoculants: COST action 830* / eds. E. Koch, P. Leinonen. — Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2001, p. 27–34.
- Müller-Stöver D.; Thomas H.; Sauerborn J.; Kroschel J. Two granular formulations of *Fusarium oxysporum* F. sp. *orthoceras* to mitigate sunflower broomrape *Orobanche cumana* // *BioControl*, 2004, 49, p. 595–602.
- Winder R. S., Wheeler J. J., Conder N., Otvos I. S., Nevill R., Duan L. Microencapsulation: a strategy for formulation of inoculum // *Biocontrol Science and Technology*, 2003, 13, p. 155–169.

**SELECTION OF THE HEAT-RESISTANT STRAINS
OF LECANICILLIUM MUSCARIUM (=VERTICILLIUM LECANII S. L.),
PERSPECTIVE FOR DEVELOPMENT OF THE LONG-STORAGE FORMULATIONS**

Pervushin A. L., Mitina G. V., Sokornova S. V.

All-Russian Institute for Plant Protection, St.-Petersburg, Russia, lp901@mail.ru

It was studied the effect of temperature of drying (35°C, 45°C, 50°C) on the viability of spores of entomopathogenic fungus *Lecanicillium muscarium*, obtained in submerged culture. The viability of spores (index of CFU) were decreased in two times in average with increasing of temperature of drying. Strains V1 72 и V1 61t were selected on the base of their high virulence, heat-resistance and spore production.

Key words: microbiomethod, entomopathogenic fungi, Lecanicillium muscarium, formulations, heat-resistance.

БОЛЕЗНИ РАССАДЫ ТАБАКА

Плотникова Т. В., Соболева Л. М.

*ГНУ Всероссийский НИИ табака, махорки и табачных изделий Россельхозакадемии,
г. Краснодар, Россия, vniitti1@mail.kuban.ru*

Дан краткий обзор актуальных почвенных микопатогенов, поражающих растения табака при выращивании рассады. Проведен мониторинг современного состояния табачных почвогрунтов и уточнен видовой состав почвенной микоты.

Ключевые слова: табак, рассада, ризосфера, микофлора, фитопатогены, рассадная гниль, супрессоры.

Получение высокого и качественного урожая табака ограничивается рядом определенных абиотических и биотических факторов среды, в частности, развитием комплекса вредоносных заболеваний. Табак подвержен болезням, вызываемым грибными, вирусными, бактериальными и микоплазменными возбудителями. Особенно восприимчивы растения к патогенам при выращивании рассады. Это очень ответственный этап агротехнологии, так как, от качества рассады в значительной степени зависит урожайность культуры. В парниковый период растения подвергаются воздействию погодных условий, особенно если выгонка проводится в необогреваемых парниках. Неблагоприят-

ные условия задерживают рост рассады, удлиняют продолжительность данного периода и способствуют прогрессированию корневых и стеблевых гнилей. Однако и благоприятные условия, создаваемые при выращивании рассады, могут содействовать активному развитию фитопатогенов.

Районированные сорта табака не всегда обладают необходимой болезнестойчивостью, что создает предпосылки для поражения рассады болезнями и развития эпифитотий. Вследствие этого гибель растений может составить 50-70% и более (Филипчук, 2000).

С момента наблюдения за болезнями табачной рассады наиболее актуальным микопатогеном

ном, вызывающим рассадную гниль являлся гриб *Thielaviopsis basicola* (Berk. et Br.) Ferr., возбудитель черной корневой гнили (ЧКГ) (Левых, 1934).

Создание устойчивых сортов к данному патогену явилось одной из причин существенного изменения видового состава микопатогенных представителей царства *Mycota* в ризосфере табачных растений. К концу 20 века доминирующая роль в рассадниках стала отводиться несовершенным грибам *Fusarium* spp. и *Rhizoctonia solani* Kuehn., в меньшей степени — низшему грибу рода *Pythium* spp. Очень редко рассаду поражают грибы родов *Asterocystis radialis* De Wild, *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem., *Verticillium albo-atrum* Reinke et Berth. и др. (Филипчук, Лысенко, 1999).

Исследованиями, проведенными в 1998–2006 гг., отмечено, что основным возбудителем рассадной гнили является несовершенный гриб *Fusarium culmorum* (W. G. Sm.) Sacc., поражающий корневую систему растений табака. Кроме того, определена сопутствующая микофлора почвогрунтов, включающая виды микроорганизмов-супрессоров, сдерживающих развитие фитопатогенов *Trichoderma* spp., *Aspergillus* spp., *Actinomyces* spp., *Cladosporium* spp. и др. (Клейменова, 2007). Аналогичную закономерность в смене доминант микобиоценоза табачных рассадников отмечают и болгарские ученые (Иванчева-Гарбацка, 1987).

Состав патогенов в агрофитоценозе табака продолжает меняться и сегодня. В настоящее время в условиях центральной зоны Краснодарского края установлено, что доминирующими видами *Fungi* являются возбудители рассадной гнили табака — микромицеты из рода *Pythium* spp. (частота встречаемости 40-60%), *Fusarium* spp. (17%) и *Verticillium* spp. (8%). Микроорганизмы-супрессоры занимают небольшую нишу в почвогрунте рассадника, среди них *Alternaria* spp., *Cladosporium* spp. и *Penicillium* spp. (рис. 1).

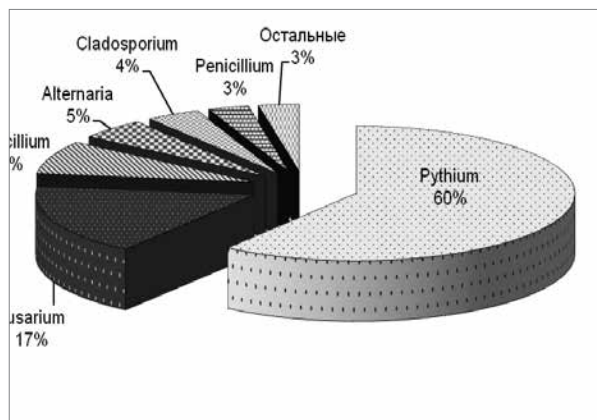


Рисунок 1. Соотношение микофлоры в питательной смеси ризосферной зоны
Figure 1. Mycoflora ratio in nutrient mixture of rhizosphere's zone бурой ржавчины (2001-2012 гг.)

Рассадная гниль распространена во всех районах возделывания табака как в России, так и за рубежом. По данным литературных источников симптомы, проявляемые в рассадный период в виде задержки в росте, пожелтения листьев, увядания, потемнения корневой системы, некроза тканей стебля непосредственно выше поверхности субстрата, и гибель растений становятся более актуальными в табаководстве разных стран мира. Причем, основными патогенами, вызывающими эти симптомы, являются грибы рода *Pythium* spp.



Рисунок 2. Очаги проявления рассадной гнили табака
Figure 2. Outbreaks of tobacco seedling decay

В течение вегетационного периода в период с 2004 по 2007 гг. из пораженных стеблей и корней табачных растений, выращенных в Бразилии, было выделено 56 штаммов грибов и подобных грибам организмов, среди которых доминировали грибы *Pythium dissotocum*, *Fusarium oxysporum*, *P. graminicola*, *Rhizoctonia solani*, *F. solani*, *P. ultimum*, *P. deliense*, *P. inflatum* и др. (Corrêa et al., 2011). В Германии *Pythium arhanidermatum* является широко распространенным патогеном на ряде важных сельскохозяйственных культур, в том числе и на табаке (Veit et al., 2001).

Болезнь, вызываемая грибами рода *Pythium* spp., проявляет агрессивность при выращивании рассады табака в теплицах с плавающими на воде лотками. В Зимбабве при таком способе выращивания наиболее вредоносными являются 15 изолятов данного патогена (Sigobdhla et al., 2010). В американском штате Северная Каролина корневая гниль, вызываемая микопатогеном рода *Pythium* — важнейший лимитирующий фактор в таких условиях производства рассады табака, причем, наибольшую агрессивность проявляют пять штаммов гриба: *P. myriotylum*, *P. dissotocum*, *P. irregulare*, *P. volutum* и *P. spinosum*. Данные возбудители очень приспособлены к жизни в воде (Gutierrez, Melton, 2001).

В рассадниках оптимальными условиями для развития грибов рода *Pythium* spp. являются температура воздуха +15 – +20°C и избыточная влажность почвы (выше 80% от ППВ), поэтому патоген чаще доминирует в дождливые и прохладные весны. При температуре воздуха выше +20°C или же в сухую погоду этот гриб не вызывает вспышек заболевания табака (Тарпан, 1970).

Считается, что основной причиной появления в рассадниках грибов рода *Pythium* spp. являются компоненты питательной смеси, а также поливная вода. Источником инфекции, вызываемой грибами родов *Fusarium* spp. и *R. solani* Kuehn., служит, в первую очередь, навоз с неперепревшей подстилочной соломой и недозрелые компосты (Рудаков, 2004).

В результате наблюдений, проведенных в период выращивания рассады в центральной зоне Краснодарского края, установлено, что поражение табака корневой гнилью начинается с фазы всходы в виде пожелтения семядольных листьев. В дальнейшем эти растения отстают в росте, хотя внешне имеют здоровую корневую систему.

Скрытое проявление заболевания на многих пораженных участках (очагах) сохраняется весь период выращивания рассады. Обычно растения, поврежденные корневой гнилью на ранней стадии развития, не достигают стандартных размеров.

Начало явного проявления стеблевой гнили отмечается в фазу развития растений «ушки», т. е. через 5-6 недель после посева, и заражение продолжается до момента выборки растений. Распространение стеблевой гнили табака идет от зараженных растений к здоровым, образуя очаги (рис. 2). К моменту выборки растений, в зависимости от условий выращивания (температура, влажность, питание) и патогенной нагрузки, количество погибших растений может увеличиваться.

Таким образом, всестороннее и детальное изучение видового состава микопатогенов, вызывающих корневые и стеблевые гнили рассады табака, позволяет сделать вывод о том, что необходим постоянный контроль табачных почвогрунтов, позволяющий вовремя установить изменения, происходящие в составе почвенных микромицетов с целью оперативного сдерживания их агрессивности.

Литература

- Клейменова А. А. Совершенствование системы защиты рассады табака от почвенных фитопатогенов: дис... канд. с.-х. наук. Краснодар, 2007, 142 с.
- Левых П. В. Корневая гниль табака // Сб. работ фитопатологического подотдела ВИТИМ. Краснодар, 1934, 115, с. 39-56.
- Рудаков В. О. Распространение микроорганизмов, вызывающих корневые гнили овощных культур и меры защиты от них // Гавриши, 2004, 3, с. 13-15.
- Тарпан Л. И. Питание и удобрение табака на выщелоченном и карбонатном зерноземах Молдавии // Некоторые проблемы табаководства Молдавии. Кишинев, Картия Молдовеняскэ, 1970, с. 43-73.
- Филипчук О. Д. Научные основы экологизированной защиты табака от вредных организмов: дис.... д-ра с.-х. наук. Краснодар, 2000, 518 с.
- Филипчук О. Д., Лысенко А. Е. Перспективные направления защиты табака 1. Защита табака от болезней // Агро XXI, 1999, 11, с. 16-17.
- Иванчева-Габровска Т., Благоева-Николаева В., Димитров А. Вирусни болести по тютюна // Бълг. тютюн, 1987, 32, 2, с. 30-34.
- Corrêa A. S., Corrêa A. S., Rocha A. B., Willani S. A. et al. Yellow Stunt, a Tobacco Disease Caused by *Pythium dissotocum*, in Southern Parts of Brazil // Plant disease, 2011, 3, p. 354.
- Gutierrez W. A., Melton T. A. *Pythium* Root Rot Greenhouses // Plant Pathology Extension, 2001 (Электронный ресурс). Режим доступа — <http://www.ces.ncsu.edu/>
- Sigobodhla T. E., Dimbi S., Masuka A. J. First Report of *Pythium myriotylum* Causing Root and Stem Rot on Tobacco in Zimbabwe // Plant disease, 2010, 8, p. 1067.
- Veit S., Wörle J. M., Nürnberger T. (et al.). A novel protein elicitor (PaNie) from *Pythium aphanidermatum* induces multiple defense responses in carrot, *Arabidopsis*, and tobacco // Plant Physiol, 2001, 127(3), p. 832-841.

TOBACCO SEEDLING DISEASES

Plotnikova T. V., Soboleva L. M.

State All-Russian scientific research institute of tobacco, makhorka and tobacco products, Krasnodar, Russia, agrotobacco@mail.ru

Brief review of prevalent soil mycopathogens, affecting the tobacco seedling is presented. Monitoring the current status of soils used for tobacco growing is carried and strains of soil mycoflora are specified.

Key words: tobacco, seedling, rhizosphere, mycoflora, seedling decay, phytopathogens, suppressors.

ЗАБОЛЕВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ, ВЫЯВЛЕННЫЕ ПРИ АНАЛИЗЕ КЛУБНЕЙ И В ПЕРИОД ВЕГЕТАЦИИ В АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Покусаева О. А., Шляхов В. А., Костягина Л. Н.
 Филиал ФГБУ «Россельхозцентр» по Астраханской области,
 г. Астрахань, Россия, pokusaeva89@mail.ru

В статье представлена динамика роста посевных площадей картофеля в Астраханской области, структура наиболее распространенных болезней в общей массе пораженных клубней, развитие фитофтороза и альтернариоза в вегетационный период роста картофеля.

Ключевые слова: Астраханская область, болезни картофеля, клубневой анализ, фитофтороз, альтернариоз.

Для населения нашей страны картофель является ценной сельскохозяйственной культурой разностороннего использования. В Астраханской области в последнее десятилетие наблюдается увеличение площадей, используемых для выращивания картофеля. В период с 2003 по 2012 годы площадь, используемая для выращивания картофеля, возросла с 6500 га до 14000 га. Рост площадей наблюдается как в абсолютном значении, так и в структуре общей посевной площади.

В связи с ростом посевов, особое значение приобретает повышение качества полученного урожая, борьба с болезнями и вредителями картофеля. Стоит подчеркнуть, что в связи с вступлением России в ВТО, требования к качеству и безопасности товаров, в т. ч. картофеля, значительно возрастают. В последнее время международные организации, контролирующие качество пищевых продуктов, особое внимание уделяют контаминации растительного сырья микотоксинами. В Астраханской области направление исследования зараженности картофеля микотоксинами развито недостаточно.

Целью данной статьи является изучение и попытка систематизации информации о заболеваниях картофеля в Астраханской области и условий, способствующих их возникновению.

Сотрудниками Россельхозцентра по Астраханской области ежегодно проводятся обзоры клубневых анализов урожая картофеля перед закладкой его на хранение. Результаты клубневого анализа за последние годы приведены на рис. 1.

Наиболее значимыми болезнями картофеля для Астраханской области являются серебристая парша (возбудитель — гриб *Helminthosporium solani* Durieu et Mont.), обыкновенная парша (возбудитель — актиномицет *Streptomyces scabies* (R. Thaxter) Lamber & Loria и др.), сухая фузариозная гниль (возбудитель — грибы *Fusarium* spp.), ризоктониоз (возбудитель — гриб *Rhizoctonia solani* J. G. Kuhn), фитофтороз (возбудитель — *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary). При анализе имеющихся данных обращает на себя

внимание тот факт, что количество и видовое разнообразие заболеваний, во многом связано с климатическими условиями, а также с другими факторами, такими как качество семенного материала, проведение защитных обработок и др.

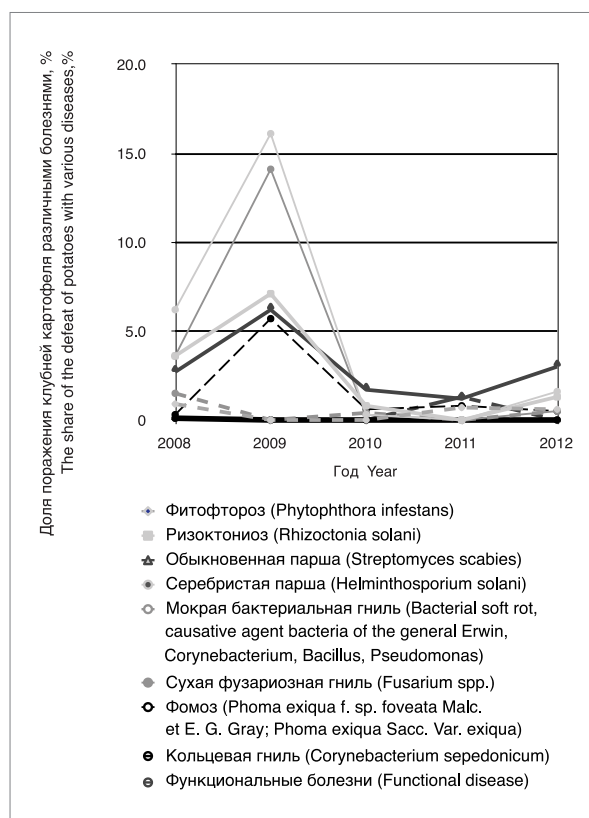


Рисунок 1. Основные болезни картофеля Астраханской области и динамика их развития

Figure 1. Main diseases of potato in Astrakhan region and the dynamics of their development

Особого внимания заслуживает такое грибное заболевание как фитофтороз, возбудителем которого является оомицет *Phytophthora infestans*. Фитофтороз — самое вредоносное заболевание картофеля в большинстве стран мира. Главная опасность болезни — это высокая скорость ее развития (Анисимов и др., 2009). Динамика развития фитоф-

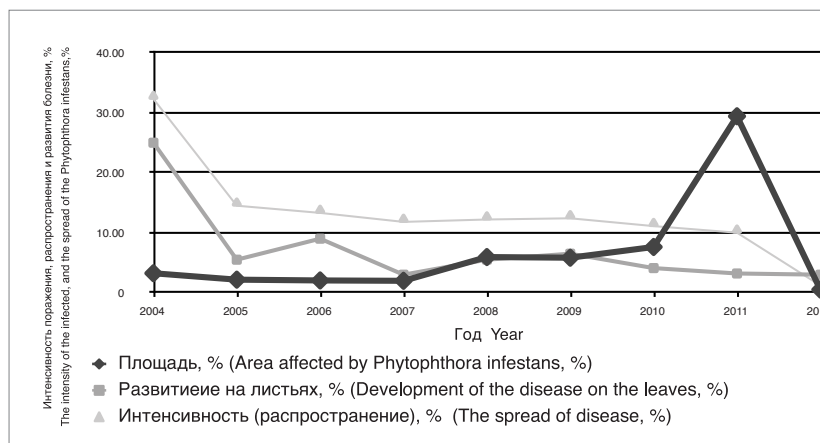


Рисунок 2. Динамика развития фитофтороза картофеля
Figure 2. Dynamics of potato late blight (*Phytophthora infestans*)

тороза в вегетационный период роста картофеля в Астраханской области представлена на рис. 2.

Исходя из имеющихся данных, видно, что хотя площадь распространения и имеет тенденцию к росту, но вредоносность болезни уменьшается, т. к. снижается как процент распространения, так и процент ее развития. Во многом такое снижение стало возможным благодаря проведению профилактических мер, направленных на борьбу с заболеванием. Проводятся массовое протравливание семян, а также регулярные фунгицидные обработки посадок картофеля.

Под особым контролем находится и другое грибное заболевание — альтернариоз, возбудителем которого являются грибы рода *Alternaria*, наиболее опасные и распространенные из которых *A. solani* Sorauer и три мелкоспоровых вида *A. alternata* (Fr.) Keissl, *A. infectoria* E. G. Simmou и *A. tenuissima* (Kunze) Wiltshire. Средний недобор урожая от альтернариоза составляет по России 5% от потенциального урожая картофеля (1). Данные по динамике развития альтернариоза на вегетирующем картофеле в Астраханской области представлены на рис. 3.

Рост процента распространения заболевание получает в периоды с влажной и теплой погодой. В связи с особенностями климата региона первые признаки заболевания, как правило, проявляются на ранних посадках картофеля (первая декада июня). Затем наблюдается периоды депрессии возбудителя, в основном, этот период приходится на август, т. к. этому месяцу присущи самые неблагоприятные климатические условия для развития болезни. Дальнейшее развитие приходится на период бутонизации поздних посадок (первая декада сентября), т. к. началу осеннего периода свойственна очень теплая и умеренно влажная погода, благоприятная для развития альтернариоза. Зачастую с начала проявления болезни на картофеле и до конца его вегетации, гриб успевает сформировать до 11 генераций.

В 2003 году в Астраханской области были зафиксированы выпадения всходов картофеля от бактериального заболевания черная ножка (на 20% площади 9 га), а также от серебристой парши (30% на площади 15 га). В 2004 году выпадения всходов от ризоктониоза составили 5-6% (макс. 15% на площади 10 га в Харабалинском районе). Благодаря оперативно принятым мерам, заболевания дальнейшего распространения не получили.

В 2012 году на раннем картофеле в легкой форме была зафиксирована мозаика. На конец мая вирусные заболевания обнаруживались на площади 0,6 тыс. га, с распространением от 3 до 50%. Во второй декаде июня на посадках среднего картофеля (период массовой бутонизации — начала цветения) на площади 0,02 тыс. га (Харабалинский район) были выявлены вирусы более тяжелых форм, с распространением 40-60%. Причиной послужил некачественный семенной материал, что было подтверждено Всероссийским НИИ картофельного хозяйства им. А. Г. Лорха. При проведении осеннего обследования (1,5 тыс. га) легкая форма мозаики была выявлена на площади 0,08 тыс. га с распространением 2-50%.

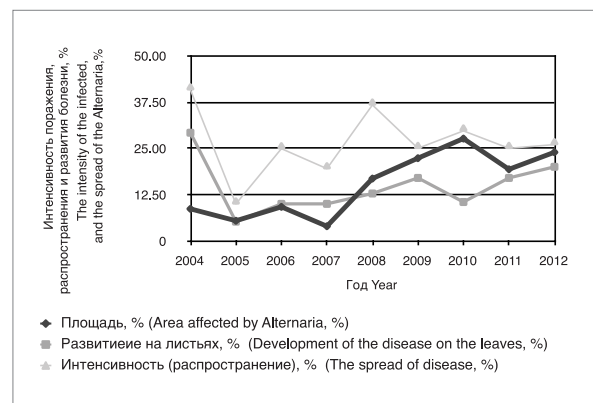


Рисунок 3. Динамика развития альтернариоза в вегетационный период роста картофеля в Астраханской области
Figure 3. The dynamics of the *Alternaria* on potato plant grows in the Astrakhan region

Однако, кроме недобора урожая, заболевания картофеля, вызываемые некоторыми видами фитофторы, могут приводить к загрязнению продукта микотоксинами. Данных по содержанию этих веществ в картофеле и зависимости их массовой доли от сорта картофеля, вида заболевания и условий культивирования авторами в доступной литературе не было найдено.

Литература

Анисимов Б. В. и др. *Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков*. М.: Картофелевод, 2009, 272 с. При написании статьи были использованы материалы ежегодных обзоров и годовых отчетов филиала ФГБУ «Россельхозцентр» по Астраханской области с 2003 по 2012 гг.

**ANALYSIS OF DISEASES REVEALED BY THE ANALYSIS OF TUBER
AND VEGETATIVE GROWTH STAGE OF POTATO
IN THE ASTRAKHAN REGION**

Pokusaeva O. A., Shlyakhov V. A., Kostyagina L. N.

*Filial of the Federal State Institution «Russian Agricultural Center» in Astrakhan,
Astrakhan, Russia, pokusaeva89@mail.ru*

This article presents the dynamics of growth of the potato acreage in the Astrakhan region, the structure of the most common diseases in the general mass of tubers affected, the development of *Phytophthora infestans* and *Alternaria* of potatoes in the vegetative stage. For the population of our country potato is a valuable crop for wide range of uses. In the Astrakhan region in the last decade has seen an increase in land used for growing potatoes. In the period from 2003 to 2012 the area used for the cultivation of potatoes has increased from 6500 to 14000 hectares. The growth area is observed both in absolute terms and in the structure of the total cultivated area. Due to the growth of crops is especially important to increase the quality of the harvest, the fight against diseases and pests of potatoes. It is worth emphasizing that, in connection with the entry of Russia into the WTO, and the emergence of the possibility of exporting potatoes, its quality requirements and safety is significantly greater. Recently, international organizations, controlling the quality of the food, paying special attention to mycotoxin contamination of crops.

Key words: Astrakhan region, potato diseases, tuber analysis, Phytophthora infestans, Alternaria.

БОЛЕЗНИ СОИ В ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

Полищук С. В., Ляска С. И.

ННЦ «Институт земледелия НААН», Киев, Украина, polischyksv@ukr.net

Увеличение площадей посева сои в Украине происходит за счет продвижения ее в Лесостепную зону, которая характеризуется более высокой влагообеспеченностью. Здесь возрастает удельный вес сои в севооборотах. При этом создаются предпосылки для проявления болезней сои. Установлено, что наиболее распространенными и вредоносными являются: семядольный бактериоз, угловатая бактериальная пятнистость листьев, пустульный бактериоз, пероноспороз, септориоз и аскохитоз.

Ключевые слова: соя, бактериальные и грибные болезни, возбудители, симптомы.

Соя — ценная зернобобовая, масличная, кормовая, продовольственная, техническая и лекарственная культура. По содержанию и соотношению в ее семенах жизненно важных для человека веществ она не имеет себе равных. Поэтому выращивают ее более чем в 80 странах.

В Украине, особенно в последние годы, разрабатываются и внедряются мероприятия, направленные на увеличение производства полноценного пищевого растительного белка, создание и внедрение новых высокоурожайных и скороспелых сортов сои и технологий их выращивания (Бабич, Петриченко, 1993). В связи с увеличением

площадей выращивания сои в Украине с 64,8 тыс. га в 2000 г. до 1470,7 тыс. га в 2012 г., эта культура распространяется в более влажную зону Лесостепи, где на сегодняшний день ее посевная площадь составляет 940 тыс. га. Данная зона характеризуется более влажным климатом, с теплым дождливым летом, мягкой зимой с частыми оттепелями и суммой активных температур 2600-2660°C. С ростом площади посева возрастает удельный вес сои в полевых севооборотах. Таким образом, в образовавшемся «соевом поясе» в зоне Лесостепи создаются предпосылки для развития болезней сои. Поэтому, важная роль в комплексе мероприятий,

способствующих получению высоких урожаев сои, принадлежит научно-обоснованной системе защиты ее от болезней (Трибель и др., 2012; Фартушняк, 1987; Чабан и др., 2000). Для ее разработки необходимо было изучить фитопатогенный комплекс сои в этой зоне.

Выдающийся ученый миколог и фитопатолог А. А. Ячевский писал: «Если разобраться в этих явлениях, то надо прийти к выводу, что в среднем одна треть урожая, т. е. около 30%, ускользает из наших рук ежегодно, не считая тех вспышек, когда потери становятся гораздо значительнее... Пользуясь уже имеющимся опытом и нащупывая новые пути, при наших огромных пространствах и неисчислимых культурах, разнообразнейших условиях климата, фитопатология может достигнуть такого размаха и таких успехов, о которых трудно составить себе представление, но о которых хотелось бы мечтать» (Билай, 1959).

А. А. Ячевский в монографии «Бактериозы растений» (Ячевский, 1935), на основании литературных источников, дал описание нескольких типов бактериозов сои: увядании, пятнистостей листьев. Он отмечал, что распространение болезни происходит, главным образом, если не исключительно, с семенами и предлагал обеззараживать семена, «что представляет особенное значение при разведении сои в новых районах».

Наши исследования бактериальных и грибных болезней проводились в производственных и полевых опытах отдела защиты растений от вредителей и болезней ННЦ «Институт земледелия НААН» в Киевской области, руководствуясь общепринятыми методиками (Бельтюкова и др., 1968; Билай и др., 1988; Хохряков и др., 2003). Почвенный покров данной территории представлен темно-серыми оподзоленными крупнопылевато-легкосуглинистыми и серыми лесными почвами, которые богаты питательными веществами, имеют благоприятный для роста и развития растений водно-воздушный режим. Установлено, что в последние годы на Украине наиболее распространенными и вредоносными болезнями являются: семядольный бактериоз, угловатая бактериальная пятнистость листьев, пустульный бактериоз, пероноспороз, септориоз и аскохитоз. Проявление и распространение болезней сои имеют свои особенности. В первой половине вегетации (фаза всходы-цветение) в основном преобладают семядольный бактериоз, угловатая пятнистость листьев или смешанная инфекция (угловатая пятнистость и пустульный бактериоз) и аскохитоз. В середине вегетации (фазы цветение-образование бобов) массово проявляется пероноспороз, септориоз и угловатая пятнистость листьев, в конце вегетации (чаще в фазу налива семян и созревания зерна) встречается пустуль-

ный бактериоз. Бактериоз семядолей (бактериоз семян и всходов) вызывают бактерии из родов *Xanthomonas*, *Pseudomonas* и *Erwinia*.

Развитие болезни начинается с зараженных фитопатогенными бактериями семян, которые ослизняются и загнивают, не давая проростков. На поле на пораженных семядолях образуются светло-коричневые, бурые, маслянистые, ослизненные пятна. Для этой болезни благоприятной является влажная, прохладная погода. Источником распространения семядольного бактериоза могут быть также послеуборочные остатки неперегнивших больных растений. Вредоносность этого заболевания проявляется в снижении всхожести семян, отставании растений в росте и развитии, в отдельные годы гибели всходов до 70%.

Угловатая пятнистость при влажной и теплой погоде проявляется в течение всей вегетации, во все фазы роста и развития, на всех надземных органах растения, но значительно чаще поражает листья. Массовое проявление этого бактериоза наблюдается во второй половине лета, когда происходит вторичное заражение растений. Возбудителем угловатой пятнистости листьев является бактерия *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea*.

Пустульный бактериоз чаще поражает листья сои. Максимальное распространение этого заболевания приходится на июль и август месяцы. Возбудителем пустульного бактериоза является бактерия *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycinea*.

Бактериальные болезни сои вызывают уменьшение ассимиляционной поверхности до 40-50%, преждевременное старение и массовое опадение листьев, что, в конечном итоге, отражается на величине урожая. По результатам наших исследований вредоносность угловатой пятнистости и пустульного бактериоза не одинакова. Наибольшее снижение урожайности наблюдалось на растениях пораженных возбудителем угловатой пятнистости листьев — до 55,8%. При поражении пустульным бактериозом потери урожая составляли 34,8%.

Кроме бактериальных болезней, большой ущерб посевам сои наносят грибные болезни, которые являются не менее распространенными и вредоносными. Среди них наибольшее распространение получили пероноспороз, септориоз и аскохитоз.

Пероноспороз проявляется во все фазы роста и развития сои. На пораженных листьях формируются светло-зеленые пятна, которые со временем буреют. Жаркая и сухая погода задерживает развитие болезни. Сильные ливни не способствуют распространению и развитию заболевания, потому что смывают споры патогена. Поражение растений пероноспорозом приводит к уменьшению ассимиляционной поверхности листьев и снижению продуктивности больных растений на 40%,

при этом всхожесть семян уменьшается на 30%, а вес семян снижается на 5-50%. Возбудителем болезни является гриб *Peronospora manshurica* (Naum) Sud.

Септориоз более всего поражает листья. Образуются пятна двух типов: красновато-бурые, угловатые, мелкие и крупные, ограниченные жилками. Ткань, окружающая места поражения, становится хлоротичной и пораженные листья опадают. Развитие септориоза начинается преимущественно с нижних листьев. Наиболее благоприятной для этой болезни является температура воздуха 26-28°C и относительная влажность не ниже 90%. Частые дожди, обильные росы и высокая температура во второй половине июля и в августе способствуют усилению развития септориоза. Вред септориоза заключается в снижении ассимиляционной деятельности растений и массовом преждевременном опадении листьев. Возбудителем является гриб *Septoria glycines* T. Nemtoi.

Аскохитоз поражает все органы растения: семядоли, листья, стебли, бобы и семена. Источником инфекции являются зараженные растительные остатки и семена. Развитию болезни способствуют повышенная влажность воздуха, дожди и температура 20-24°C. Возбудителем является *Ascochyta sojaecola* Abramov ex Nelen. Эта болезнь может приводить к снижению всхожести

семян на 25-40%, опадению листьев и гибели растений, уменьшению ассимиляционной поверхности листьев, а также, к снижению урожая зерна и ухудшению его качества. Недобор урожая может составлять 15-20% и более.

Все большее распространение в посевах получают корневые гнили. В засушливые годы усиливается повреждение корней почвенными фитоганами. При этом увеличивается поражение растений возбудителями гнилей.

В течение вегетации сои отмечали также случаи одновременного поражения растений бактериальными и грибными болезнями: угловатой пятнистостью листьев и пероноспорозом, угловатой пятнистостью листьев и септориозом, пустульным бактериозом и пероноспорозом. Распространение и развитие бактериальных и грибных болезней растений сои зависит в основном от погодных условий, сортовых особенностей и условий выращивания.

Дальнейшее расширение площадей под посевами сои и необходимость повышения урожайности в зоне Лесостепи Украины требуют усовершенствования интегрированной защиты от бактериальных и грибных болезней. Основными элементами ее будут: соблюдение севооборота, внедрение устойчивых сортов, применение биологических и химических средств защиты растений.

Литература

- Бабич А. О., Петриченко В. Ф. Розробка і впровадження технології вирощування сої на зерно в умовах Лісостепу України // *Корми і кормовиробництво*, 1993, 36, с. 23–27.
- Бельтюкова К. И., Матышевская М. С., Куликовская М. Д. *Методы исследования возбудителей бактериальных болезней растений*. К.: Наукова думка, 1968, 316 с.
- Билай В. И., Гвоздяк Р. И., Скрипаль И. Г. *Микроорганизмы — возбудители болезней растений / Под редакцией В. И. Билай*, Киев: Наукова думка, 1988., 552 с.
- Билай В. И. *Победители невидимых. Из истории микробиологии*. М.: Госуд. уч.-пед. Изд.-во Мин-ва просвещения РСФСР, 1959, 151 с, с. 149.
- Трибель С. О. *Стратегічні культури / С. О. Трибель, С. В. Ретьман, О. І. Борзих, О. О. Стригун. За редакцією С. О. Трибеля.*, К.: Фенікс, Колобів, 2012, 368 с.
- Фартушняк А. Т., Фартушняк Г. Б. *Распространение болезней сои в Лесостепи Украины и задачи селекции на иммунитет // Научно — техн. бюлл. Сибирского отделения ВАСХНИЛ.*, 1987, 29, с. 38–42.
- Хохряков М. К., Доброзракова Г. Л., Степанов К. М. *Определитель болезней растений. Изд-во «Лань»*, 2003, с. 132–139.
- Чабан В. С., Волошина Н. М., Григор'єва О. М. *Захист сої від шкідників і хвороб у Північному Степу України // Захист і карантин рослин.*, К., 2000, 46, с. 116–123.
- Ячевский А. А. *Бактериозы растений*. М.- Л. Госуд. изд.-во колх. и совх. лит-ры, 1935, с. 414–418.

THE SOYBEAN DISEASE IN FOREST-STEPPE OF UKRAINE

Polyschuk S. V., Lyaska S. I.

NSC «Institute of Agriculture of NAASU», Kiev, Ukraine, polischykv@ukr.net

Extension of soybeans planting areas in Ukraine comes at the expense of moving it in the forest — steppe zone, which is characterized by higher moisture supply. The proportion of soybean crop in rotation is increasing. This

creates the prerequisites for developing of soybean diseases. The most common and harmful are cotyledonary bacteriosis, bacterial angular leaf spot, pustulny bacteriosis, peronosporos, septoria and askohitoz.

Key words: soybean, bacterial and fungal diseases, pathogens, symptoms.

ИНФИЦИРОВАННОСТЬ ЗЕРНОВОК ОВСА ГРИБАМИ РОДА *FUSARIUM* В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛОРУССИЯ

Поплавская Н. Г.

РУП «Институт защиты растений»,
а/г Прилуки, Минский р-н, Республика Беларусь, bio-tut@mail.ru

В статье приведены данные по инфицированности зерновок овса пяти сортов грибами рода *Fusarium*. Определен доминирующий вид в патогенном комплексе — гриб *Fusarium poae* (Perk) Wollenw.

Ключевые слова: овес, Fusarium spp., F. poae, зерновки.

В Республике Беларусь овес является важной зернофуражной и продовольственной культурой, которая возделывается на площади более 130 тыс. га, что составляет 5,2% от посевных площадей зерновых культур. Зерно овса — обязательная составная часть всех видов комбикормов. Высокая усвояемость питательных веществ и витаминов обеспечивает ему особую ценность для детского и диетического питания. В последние годы возрастает потребление продукции на основе овса в виде хлебобулочных изделий и зерносмесей, ввиду чего качеству зерна уделяется особое внимание.

Инфицированность зерна грибами рода *Fusarium* является одним из главных факторов, который определяет качество зерна. Семенная инфекция может вызывать гибель проростков и всходов, приводить к потерям урожая и ухудшению качества зерна. Грибы рода *Fusarium* также могут продуцировать микотоксины, которые снижают пищевые и кормовые качества зерна (Гагкаева и др., 2012), а при попадании в организм человека и животных оказывают токсическое действие (Yli-Mattila, 2011). Существует мнение, что овес слабо поражается фузариевыми грибами, главным образом, из-за отсутствия четко выраженных симптомов заболевания на метелке в вегетационный период. Вместе с тем, исследователи (Гаврилова и др., 2009) отмечают высокую зараженность зерна овса грибами рода *Fusarium*. Наиболее типичными патогенами овса являются *Fusarium poae* (Perk) Wollenw и *Fusarium sporotrichioides* Sherb., продуцирующие Т-2 и НТ-2 токсины (Гаврилова, Гагкаева, 2010), содержание которых в зерне во многих странах мира строго регламентировано (Pettersson, 2010). В последнее время в европейских странах и России участились слу-

чай обнаружения в посевах зерновых культур гриба *Fusarium langsethiae* Torp et Nirenberg, способного продуцировать большое количество вышеупомянутых токсинов (Гагкаева, Гаврилова, 2011; Parikka et al., 2007). Главным фактором, определяющим загрязнение зерна микотоксинами, являются степень заражения и видовой состав развивающихся на нем грибов. Однако в Беларуси целенаправленных исследований по инфицированности семян овса грибами рода *Fusarium* и их видовому составу не проводились. Имеющиеся в литературе данные об инфицированности зерновок овса фузариевыми грибами носят фрагментарный или обобщенный характер (Буга и др., 2012). Ввиду того, что в последнее время наметилась тенденция в изменении структуры доминирующих патогенов (Буга, 2000) исследования такого плана являются актуальными.

Изучение инфицированности семян проводили на пяти сортах овса — Вандру́ник — голозерный, Альф, Стралец, Запавет и Лидия — пленчатые, посевные площади которых в республике составляют 58,8% от общей площади возделывания овса.

Для определения инфицированности зерновок после уборки урожая отбирали пробы зерна, из которых для микологического анализа выделяли по 10 зерновок каждого сорта, 2 часа промывали их под струей водопроводной воды, затем дезинфицировали 0,5% раствором $KMnO_4$ 20 минут, с последующей 3-4 кратной промывкой в стерильной воде и подсушивали на стерильной фильтровальной бумаге. В чашки Петри на поверхность картофельно-сахарозного агара (КСА) с добавлением стрептомицина (100 мг/л) и Тритона X-100 (0,02%) раскладывали по 10 зерновок. На

5-е, 7-е, 10-е и 14-е сутки инкубирования при 23°C учитывали зараженность грибами и проводили отсев выросших колоний в пробирки со скошенным КСА. Видовую идентификацию возбудителей проводили после получения моноспоровых изолятов с использованием определителя грибов рода *Fusarium* (Gerlach, Nirenberg, 1982).

Анализ показал, что инфицированность зерновок овса грибами рода *Fusarium* варьирует от 6,0 до 15,0%; также установлено, что цветковая пленка, которой покрыта зерновка овса, препят-

ствует проникновению патогена, поэтому зараженность зерна пленчатых сортов может значительно различаться в пленке и после ее удаления (табл.). Удаление цветковых пленок снижает зараженность зерна в 1,3-2 раза.

У голозерных форм овса по сравнению с пленчатыми выявлена меньшая инфицированность грибами рода *Fusarium* (Гаврилова и др., 2012; Tekauz, 2008). При анализе микофлоры голозерного овса сорта Вандроўнік частота встречаемости грибов рода *Fusarium* составила 5,0%.

Большинство изолятов грибов *Fusarium* spp., выделенных из зерна, относятся к виду *F. roae*, частота встречаемости которого варьирует в зависимости от сорта от 1,0 (сорт Альф) до 13,0% (сорт Стралец). Также были идентифицированы грибы *F. graminearum* Schwabe, *F. culmorum* (W. G. Sm.) Sacc., *F. avenaceum* (Fr.) Sacc., *F. sporotrichioides* и комплекс видов *Gibberella fujikuroi*.

Таким образом, микологический анализ показал, что партии семян исследованных сортов овса инфицированы грибами рода *Fusarium*. В патогенном комплексе доминирует грибок *F. roae*. Полученные данные показывают необходимость продолжения исследований по инфицированности семян овса грибами рода *Fusarium* и их видовому составу.

Таблица. Инфицированность зерновок пленчатых сортов овса грибами рода *Fusarium*
Table. Natural infection of grain in hulled oats varieties by *Fusarium* fungi

Сорт Variety	Инфицированность зерновок, % Grain infection, %	
	в пленке with intact hulls	очищенное without hulls
Стралец/Stralets	15,0	7,0
Запавет/Zapavet	6,0	4,0
Альф/Alf	9,0	7,0
Лидия/Lidiya	10,0	6,0

Литература

- Буга С. Ф., Жуковский А. Г., Жердецкая Т. Н. Основные болезни овса и эффективность защиты // Наше сельское хозяйство, 2012, 1, с. 20–25.
- Буга С. Ф., Ушкевич Л. А., Гололоб Т. И., Котович Т. Н., Петрова Л. К. Роль сорта в формировании видового разнообразия грибов рода *Fusarium* в агроценозах яровых зерновых культур Республики Беларусь // Защита растений: сб. науч. тр., 2000, 24, с. 48–54.
- Гаврилова О. П., Гагкаяева Т. Ю. Фузариоз зерна на севере Нечерноземья и в Калининградской области в 2007–2008 годах // Защита и карантин растений, 2010, 2, с. 23–25.
- Гаврилова О. П., Гагкаяева Т. Ю., Буркин А. А., Кононенко Г. П. Зараженность грибами рода *Fusarium* и контаминация микотоксинами зерна овса и ячменя на севере Нечерноморья // Сельскохозяйственная биология, 2009, 6, с. 89–93.
- Гаврилова О. П., Гагкаяева Т. Ю., Лоскутов И. Г. Выделение исходного материала для селекции сортов овса, устойчивых к фузариозу и накоплению микотоксинов в зерне // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук, 2012, 1, с. 21–23.
- Гагкаяева Т. Ю., Гаврилова О. П. Особенности поражения овса фузариозом // Сельскохозяйственная биология, 2011, 6, с. 3–10.
- Гагкаяева Т. Ю., Дмитриев А. П., Павлюшин В. А. Микобиота зерна — показатель его качества // Защита и карантин растений, 2012, 9, с. 14–18.
- Gerlach W. The genus *Fusarium* a Pictorial Atlas. Berlin, 1982, 402 p.
- Parikka P., Hietaniemi V., Rämö S., Jalli H. The effect of cultivation practices on *Fusarium langsethiae* infection of oats and barley. SUSVAR Proc., *Fusarium* workshop «Fusarium diseases in cereales». Velence, Hungary, 2007, p. 14–18.
- Pettersson H. Toxicity and risk with T-2 and HT-2 toxins in cereals. Abs. 11th European *Fusarium* Seminar «Fusarium — mycotoxins, taxonomy, pathogenicity and host resistance». Radzikow, Poland, 2010, p. 61–62.
- Tekauz A. B., Fetch J. M., Rossnagel B. G., Savard M. E. Progress in assessing the impact of *Fusarium* head blight on oat in western Canada and screening of *Avena* germplasm for resistance // Cer. Res. Commun., 2008, 36, Suppl. B(8), 49–56.
- Yli-Mattila T. Detection of trichothecene-producing *Fusarium* species in cereals in Northern Europe and Asia // Agronomy Research (Special Issue II), 2011, 9, p. 521–526.

INFECTION OF OATS GRAIN BY FUSARIUM FUNGI IN BELARUS

Poplavskaya N. G.

RUC «Institute of plant protection»,
Priluki, Minsk district, Republic of Belarus, bio-tut@mail.ru

In the article the data on five oats varieties infection by *Fusarium* spp. are presented. The fungus *Fusarium poae* (Perk) is the prevalent species in the pathogenic complex.

Key words: oats, grain, *Fusarium* spp. *F. poae*.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ПОДХОДОВ В БОРЬБЕ С БОЛЕЗНЯМИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Попов Ю. В.

ФГБНУ «ВНИИ Защиты Растений»,
г. Рамонь, РФ, vniizr_direktor@mail.ru

В статье дается обоснование необходимости интегрированных подходов к контролю болезней зерновых культур в условиях агроэкосистем. Необоснованный отход от сложившейся системы севооборотов, способов обработки почвы, внесения удобрений и других агротехнических приемов негативно влияет на фитосанитарное состояние посевов, а значит и увеличение использования пестицидов. Отмечается значение полевого мониторинга болезней и порогов вредоносности в выборе тактики борьбы.

Ключевые слова: интегрированная защита; устойчивость; мониторинг; порог вредоносности.

Экологическую направленность всех сфер деятельности, включая защиту растений от патогенов, следует считать насущным требованием времени. Чрезмерная интенсификация, без учета экологических последствий, ведет к деградации и загрязнению почвы, воды и другим негативным явлениям (Иванов и др., 2004; Турьянский, 2007; Ивенин и др., 2009). В производственных условиях наблюдаются попытки при благоприятной финансовой ситуации полностью подавить болезнь за счет фунгицидных (часто неоднократных и необоснованных) обработок. В этом присутствует элемент стихийности и неумение обосновать ее необходимость, когда стремление получить наибольшую урожайность не подкрепляется конкретным фитопатологическим анализом ситуации и экономическими расчетами. Следует признать, что в сложившихся условиях нарушения агротехники возделывания сельскохозяйственных культур, низкого сортового и посевного качества эффективное зерновое производство часто невозможно без химической защиты растений от всего комплекса вредных организмов, в том числе и болезней. Тем не менее, защита от вредных организмов должна основываться не на простой суммарной интеграции

всех методов защиты растений и, прежде всего, химического, а на превалировании агротехнических и биологических компонентов (Левитин и др., 1999; Зазимко и др., 2005).

Оптимальным с фитопатологической точки зрения в ЦЧР является 50-55% насыщение зерновыми колосовыми в севообороте, но этот уровень часто превышает. Проблему обыкновенной корневой гнили можно значительно уменьшить, если предшественник не является зерновой колосовой культурой, обработка почвы способствует заделке растительных остатков и инфекционного начала. Предшественники оказывают влияние не только на количество почвенной инфекции, но и на снижение вероятности эпифитотийного развития листовых болезней (табл. 1).

Ранняя зяблевая вспашка (на 25-27 см) приводит к гибели инфекции не только на падалице, а также на сохраняющихся на стерне растительных остатках. В паровом поле после плоскорезной обработки на глубину 25-27 см и 20-22 см интервал развития листовых болезней озимой пшеницы оказался выше, чем после отвальной вспашки. Такая же тенденция наблюдалась и при более мелкой обработке почвы плугом и плоскорезом по клеверу на 1 укос. Следует отметить, что в травя-

Таблица 1. Влияние предшественника озимой пшеницы сорта Волгоградская 84 на последующий риск развития болезней листьев

Предшественник	Интервал развития болезни, %	
	мучнистая роса	септориоз
Чистый пар		
Паровая культура: клевер на 1 укос, эспарцет, кукуруза на зеленый корм; горохо — овсяная, вико - овсяная смесь на зеленый корм; озимая рожь на зеленый корм	4,5-9,0 6,5-13,0 8,0-19,5	4,0-8,5 5,5-12,0 7,0-13,0
Непаровая культура: горох на зерно, кукуруза на ранний силос; зерновые колосовые культуры	5,0-12,0 17,0-25,0	4,9-10,0 15,0-20,0

ном звене севооборота уровни развития листовых болезней выше, чем в паровом севообороте.

На яровом ячмене увеличение доз вносимых минеральных удобрений способствовало снижению развития корневых гнилей (с 16,1 до 14%), что связано с повышением общей устойчивости растений, особенно за счет внесения фосфора, калия и супрессивности почвы ($НСР_{05} = 1,5$). В варианте без удобрений при плоскорезной обработке почвы развитие корневых гнилей составило 21,1%, при внесении удобрений в соответствии с рекомендуемыми нормами (N40P40K40) — 17,8%, на запланированную прибавку (N77P105K37) — 14,1% ($НСР_{05} = 2,8$). Наиболее контрастные различия в снижении развития корневых гнилей наблюдались между вариантами с глубокой обработкой почвы, внесением NPK на запланированную прибавку урожая (12,3%) и с плоскорезной обработкой почвы без внесения удобрений (21,1%). Усиление развития корневых гнилей ячменя в варианте с плоскорезной обработкой можно объяснить не только увеличением зараженности почвы, но и снижением ее влажности, и, как следствие, ухудшением условий произрастания растений. В слое 0-10 см влажность почвы по плоскорезу составила 24,8%, тогда как при глубокой вспашке — 25,3% ($НСР_{05} = 0,2$). Такое же соотношение наблюдалось и в других слоях почвы. Промежуточное положение занимала вспашка на обычную глубину. В полуметровом слое почвы содержание продуктивной влаги при глубокой

вспашке составило 57,7 мм, при средней — 55,9 мм и плоскорезной — 52,7 мм. Различия в условиях произрастания растений, уровни развития болезни оказывали влияние и на продуктивность самой культуры (табл. 2).

Внесение NPK давало достоверную прибавку урожая в обоих вариантах опыта. Важно отметить,

что удобрения, судя по частным различиям, в определенной степени нивелировали отрицательное влияние корневых гнилей при плоскорезной обработке почвы, что указывает на возможность регулирования устойчивости растений к этому заболеванию с помощью минерального питания.

Для гельминтоспориоза листьев ячменя (темно-бурая пятнистость) рассчитанная связь между развитием болезни и увеличением нормы внесения азота была положительной и высокой ($r = +0,84$ — коэффициент корреляции достоверен на 01 уровне значимости), то есть по аналогии с такими болезнями, как бурая ржавчина и мучнистая роса пшеницы. При этом норма вносимого азота изменялась от 0 до 150 кг/га (по действующему веществу), а развитие болезни — от 10 до 35%. Следовательно, как уже отмечалось, необходимо правильное соотношение при внесении NPK. По данным большой выборки из разных регионов РФ рассчитано уравнение баланса внесения азота, фосфора и калия, позволяющее оценить эффект сдерживания развития листовых форм гельминтоспориоза. Используя его, можно в определенной степени корректировать роль основных элементов питания в развитии болезни: $Y = 0,6862 + 0,1026N - 0,0996P - 0,006K \pm 0,5212$, где Y — относительный показатель ожидаемых уровней поражения; N, P, K — количество внесенных основных элементов почвенного питания в кг/га по д. в. При увеличении вносимых доз P и K на

Таблица 2. Продуктивность ячменя сорта Одесский 100 на разном фоне внесения удобрений, обработки почвы и развития корневых гнилей

Обработка почвы	Урожайность, ц/га			
	без удобрений	N40P40K40	N77P105K37	средняя
Вспашка (25-27 см)	24	41	38	34
Вспашка (20-22 см)	24	38	37	33
Плоскорез (25-27 см)	22	38	34	31
Средняя	23	39	36	$НСР_{05}(II) = 1,0; НСР_{05}(Y) = 6,5$
$НСР_{05}$ для частных различий			5,0	

постоянном фоне удобрения внесения азота наблюдается тенденция снижения развития гелиминтоспориоза и оптимальной является доза N40 P60 K60. Конечно, представленные расчеты дают дополнительную информацию, тогда как агрохимический анализ почвы — основную.

Одним из главных недостатков существующих подходов к защите зерновых и других культур от вредных организмов, включая болезни, является отсутствие четкой обоснованной системы «обратной связи», позволяющей отказываться от вмешательства в агроценоз при определенных условиях. Упор делается на «жесткую» рекомендательную систему применения пестицидных обработок, зачастую многократных. Если даже имеются данные мониторинга (учета болезней), то они часто никак не связаны с использованием адекватных мер. Химические фунгициды, как и другие пестициды, не следует использовать про-

сто для профилактики. Как и в медицине, профилактика должна иметь нехимическую природу. В защите растений от болезней это означает, прежде всего, оптимальную агротехнику, сортовую устойчивость, использование биологических препаратов, иммуномодуляторов и другие щадящие методы борьбы. Односторонний подход к защите растений не может обеспечить реализацию современной концепции сдерживания и регуляции популяций вредных организмов, поддержания их на допустимых пороговых уровнях (пороги вредоносности). Необходимы разработки таких интегрированных систем защиты зерновых культур и других культур, которые не только оптимизируют фитопатологическое и фитосанитарное состояние в целом, но и будут и сохранять его впоследствии, с одновременным ослаблением отрицательного влияния пестицидов и других негативных факторов на агроценозы.

Литература

- Зазимко М. И., Долженко В. И., Чулкина В. А., Захаренко В. А. Концептуальные основы агротехнического метода защиты растений. Материалы III Всероссийской науч. практ. конф. Краснодар, 2005, с. 5–9.
- Иванов А. Л., Кирюшин В. И., Волощук А. Т. и др. Модель адаптивно-ландшафтного земледелия Владимирского ополья. М.: «Агроконсалт», 2004, 456 с.
- Ивенин В. В., Михалева Е. В. и др. Влияние минимизации обработки почвы на урожайность яровых зерновых культур и зараженность их корневыми гнилями // Земледелие, 2009, 1, с. 28–29.
- Левитин М. М., Танский В. И., Власов Ю. И. и др. Принципы интегрированного подхода к решению проблем защиты растений // Вестник защиты растений, 1999, №1, с. 44–50.
- Турьянский А. В. Экологизация сельского хозяйства региона // Экономика с.-х. России, 5, 2007, с. 40–41.

INTEGRATED APPROACHES IN CONTROL OF DISEASES OF SMALL GRAIN CEREALS

Popov Yu. V.

FGBNU «VNIIZR», Ramon, Voronezh oblast, Russia, vniizr_direktor@mail.ru

It is given motivation to need the integrated approach to checking diseases of grain crops in condition agroecosystems. The role adaptive-landscape agricultural management in formation of phytosanitary conditions, including a crop rotation, processing of soil and other factors is underlined.

Key words: integrated protection, biological preparations, phytosanitary monitoring, damage.

ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЙ СПОСОБ СДЕРЖИВАНИЯ РАЗВИТИЯ ALTERNARIA ALTERNATA НА КАРТОФЕЛЕ

Приходько Е. С., Селицкая О. В., Смирнов А. Н.

ФГБОУ ВПО «Российский государственный аграрный университет —
МСХА имени К. А. Тимирязева, Москва, eprihodko@timacad.ru

Развитие *Alternaria alternata* изучали на посадках с картофелем. При посадке клубней и в вегетационный период картофель обрабатывали фунгицидом Максим и препаратом на основе бактерии

Klebsiella planticola. В ходе исследований установлено, что данные препараты сдерживали развитие альтернариоза и комплекса бактериальных заболеваний в поле и при хранении, но биологическая эффективность данных препаратов была на низком уровне.

Ключевые слова: картофель, альтернариоз, бактерия *Klebsiella planticola*, фунгицид Максим.

Фитопатогены (фитопатогенные грибы и возбудители бактериозов) наносят существенный вред сельскохозяйственным растениям, как в процессе выращивания, так и при хранении урожая. Несовершенный гриб *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. встречается очень часто и на очень разных субстратах, а также на растительных остатках и в почве, являясь паразитом и сапротрофом (Пенкин, Смирнов, 2011).

Альтернариоз картофеля наблюдается ежегодно, но особенно себя проявляет в годы с теплым (жарким) летом и обильными утренними росами. В полевых условиях альтернариоз проявлялся отдельными очагами, которые потом распространялись по всему полю. Урожай клубней снижается на 30-40% из-за отмирания ботвы (<http://belbulba.na.by/diseases/alternaria.html>).

Применение средств защиты растений позволяет решить проблему альтернариоза картофеля. В тоже время экологизация земледелия, подразумевает снижение пестицидной нагрузки на агроэкосистемы. Биопрепараты на основе микроорганизмов позволяют частично решать эту проблему. В этой связи, одним из перспективных направлений поиска альтернативных путей является применение биологически активных веществ и биопрепаратов на основе микроорганизмов, обладающих антагонистическими действиями.

Исследования проводили в полевых условиях на посадках с картофелем и в хранилище на Полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева. Объектом исследования был картофель сорта «Невский». Общая площадь участка составляла 80,40 м², делянки — 13,75 м². Полевой опыт состоял из 3 вариантов в 4 повторностях и обработки препаратами с учетом рандомизации. За вегетационный период обработка растений препаратом на основе *Klebsiella planticola* Drancourt et al. (Селицкая и др., 2013) проводилась 3 раза (обработка клубней картофеля по вегетирующим растениям). Фунгицидом «Максим» обрабатывали клубни семенного картофеля, т. к. это препарат контактного действия. Норма расхода препарата на основе бактерии *K. planticola* составляла 50 мл на 5 л воды, норма расхода фунгицида «Максим» 2 мл на 5 литров воды.

Учет распространения и индекс развития альтернариоза рассчитывали по формулам:

$$P = n \cdot 100 / N \text{ и}$$

$IP = \sum(aibi) \cdot 100 / 5N$ соответственно, (Пенкин, 2011), где:

n — число больных растений, $\sum(aibi)$ — сумма произведений числа больных растений (ai) на соответствующий им балл поражения (bi): [наименьший балл — 0 (отсутствие поражения), 1–0,1–10% растения поражено, 2–11–30% поражено, 3–31–60% поражено, 4–61–89% поражено, 5 (наибольший) — 90–100% растения поражено], N — общее число больных и здоровых растений.

Индекс образования конидий считали по следующей формуле:

$$ИК = 0,05 \cdot ОРК + 0,1 \cdot РК + 0,5 \cdot УК + 0,75 \cdot ЧК + ОЧК, \text{ где:}$$

ОРК — процент встречаемости образцов с очень редкими конидиями (<5 конидий/поле зрения), РК — процент встречаемости образцов с очень редкими конидиями (5,1–15 конидий/поле зрения), УК — процент образцов с умеренной частотой конидий (15,1–20 конидий/поле зрения), ЧК — процент встречаемости образцов с частыми конидиями (20,1–25 конидий/поле зрения), ОЧК — процент встречаемости образцов с очень частыми конидиями (более 25 конидий/поле зрения). ИК определяли по данным, соответствующим 7-суточной инкубации образцов во влажных камерах.

Таблица 1. Развитие *A. alternata* в контроле (без обработки), после обработки фунгицидом Максим и после обработки биопрепаратом на основе бактерии *K. planticola*

	Р (распространенность)	ИР (индекс развития)	ИК (индекс образования конидий)	ИА (индекс агрессивности)
Контроль	90,7±8,3	29,3±5,3	0	0
Максим	71,1±17,1	18,4±6,3	11,3±11,3	0,6±0,6
<i>K. planticola</i>	76,4±24,7	23,3±11,1	0	0
НСР ₀₅	Fф<Fт	Fф<Fт	Fф<Fт	Fф<Fт

В результате проведенных исследований установлено, что изучаемый препарат на основе *K. planticola* оказывает некоторое ингибирующее влияние на развитие альтернариоза на растениях картофеля. Так, при обработке биопрепаратом на основе бактерии *K. planticola* распространенность и развитие *A. alternata* уменьшалась, но несущественно. Однако индекс развития конидий в варианте с обработкой препаратом Максим был больше, что связано с его фитотоксическим эффектом

Таблица 2. Влияние предпосевной обработки клубней на пораженность фитопатогенами (в баллах, 0 – отсутствие поражения, 5 – максимальное поражение) в процессе хранения

Варианты опыта	Обыкновенная парша				Порошистая парша				Мокрая гниль				Общее поражение			
	04 апр.	09 апр.	15 апр.	20 апр.	04 апр.	09 апр.	15 апр.	20 апр.	04 апр.	09 апр.	15 апр.	20 апр.	04 апр.	09 апр.	15 апр.	20 апр.
Контроль	0	1	2	2	0	0	0	1	0	1	2	2	0	1	3	4
Максим	0	1	1	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	2
<i>K. planticola</i>	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2

на растениях картофеля, облегчающим образование конидий (табл. 1).

Динамика развития *A. alternata* при хранении клубней картофеля не наблюдалась, но выявлены болезни: парша обыкновенная и порошистая, мокрая гниль, возбудителями которой являются ряд бактерий *Erwinia*, *Corynebacterium*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Streptomyces*. Клубни, находящиеся на хранении после обработки препаратом на основе *K. planticola*, поражались примерно на 40% меньше по сравнению с контролем (табл. 2).

Из-за довольно низкого инфекционного фона существенной разницы в урожайности не было получено. По мере хранения на фоне влия-

ния болезней несколько лучше хранились клубни в варианте с обработкой препаратом на основе *K. planticola*, однако данный эффект был весьма незначительным (табл. 3, 4).

Таким образом, исследования показали, что препарат на основе *K. planticola* оказывает положительное влияние на формирование растений и оказывает некоторое сдерживание фитопатогенов при вегетации и хранении. Но выявленные эффекты были не очень значительны. Мы полагаем, что применение на практике исследованного нами препарата вполне возможно, но совместно с другими эффективными технологиями защиты картофеля.

Таблица 3. Изменение массы клубней картофеля при хранении, кг

Варианты опыта, обработка препаратом	Сроки наблюдений							
	Сентябрь		Февраль		Март		Апрель	
	Урожайность*, кг	%	Урожайность, кг	%	Урожайность, кг	%	Урожайность, кг	%
Контроль (без обработки)	10,16	100	9,77	96	9,63	94	9,34	92
Максим	10,00	100	9,61	96	9,32	93	9,13	91
<i>K. planticola</i>	9,98	100	9,66	97	9,46	95	9,25	93
НСР ₀₅	Fф<Fт		Fф<Fт		Fф<Fт		Fф<Fт	

*Урожайность с варианта

Таблица 4. Потеря массы клубней картофеля при хранении, г/кг

Варианты опыта, обработка препаратом	Сроки наблюдений				
	Сентябрь, 2012г	Февраль, 2013г.	Март 2013г.	Апрель 2013г.	Сумма средняя
Контроль (без обработки)	0	40	20	35	23,75
Максим	0	40	32,5	25	24,37
<i>K. planticola</i>	0	47,5	15	27,5	22,5
НСР ₀₅		Fф<Fт	Fф<Fт	Fф<Fт	Fф<Fт

Литература

- Пенкин Р. В. О возможности прогнозирования поражения картофеля и томата альтернариозом и фитоторозом // Вестник РАСХН, 2011, 2, с. 9–11.
- Селицкая О. В., Емцев В. Т., Соколова А. Я., Колесников О. В. Особенности колонизации растений интродуцированной популяцией *Klebsiella planticola* при воздействии стрессовых факторов // Известия ТСХА, 2013, 1, с. 48–56.

Пенкин Р. В., Смирнов А. Н. Необходимость биологизации прогноза развития основных болезней картофеля и томата, *Защита картофеля*, 2011, 2, с. 20–25.

ECOLOGICAL SAFE METHOD FOR INHIBITION OF ALTERNARIA ALTERNATA DEVELOPMENT ON POTATO

Prihodko E. S., Selitskaya O. V., Smirnov A. N.

Russian Agrarian State University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy,
eprihodko@timacad.ru

Alternaria alternata development on potato was studied in the field experiments with treatments at tuber planting and vegetation period by fungicide Maxim and preparation on the base of bacterium *Klebsiella planticola*. In planta and during aforementioned storage period effectiveness of these preparations against early blight and complex of potato bacterial diseases was shown to be presented, but its level was rather low.

Key words: potato, early blight, Klebsiella planticola, fungicide Maxim.

СКОРОСТЬ РОСТА ШТАММОВ RHIZOCTONIA SOLANI ПРИ РАЗНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Проничева И. С.

Кафедра микологии и альгологии МГУ им. М. В. Ломоносова,
Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г. К. Скрыбина РАН,
Москва, Россия, innato@mail.ru

При анализе изолятов *Rhizoctonia solani* из Смоленской области были выявлены штаммы с разными скоростями роста при разных температурах.

Ключевые слова: Rhizoctonia solani, болезни картофеля, скорость роста при разных температурах.

Заболевания, вызываемые грибом *Rhizoctonia solani* J. G. Kühn (*Thanatephorus cucumeris* (A. B. Frank) Donk), приводят к высоким ежегодным потерям урожая различных сельскохозяйственных культур (картофеля, риса, сахарной свеклы, капусты и других). В условиях нечерноземной зоны России, в Белоруссии гриб является опасным патогеном картофеля (Иванюк и др., 2005).

В работе исследована скорость роста 10 штаммов *R. solani*, выделенных с клубней картофеля сорта Удача в Сафоновском районе Смоленской области. Штаммы инкубировали на мальц-агаровой (ma) среде при температурах +9°C, +23°C, +29°C до полного зарастания агаризованной среды в чашке Петри. Измерения диаметра колонии проводили 2 раза в сутки.

В результате исследований показано, что при температуре +9 все штаммы имели низкую скорость роста (7 штаммов показали скорость около 0,1 мм/час, другие росли медленнее — около 0,07–0,08 мм/час) (рис.). При температуре +23°C большая часть штаммов показала максимальную скорость роста. Штамм №7 отличался от других более высокой скоростью роста и при +23°C (0,68 мм/

час), и при +29°C (0,78 мм/час). Скорость роста большинства штаммов при +29°C была несколько ниже, чем при +23°C, однако три штамма при +29°C росли быстрее. Таким образом, полученные данные свидетельствуют о наличии в пределах одной популяции *R. solani* штаммов с разными скоростями роста при разных температурах.

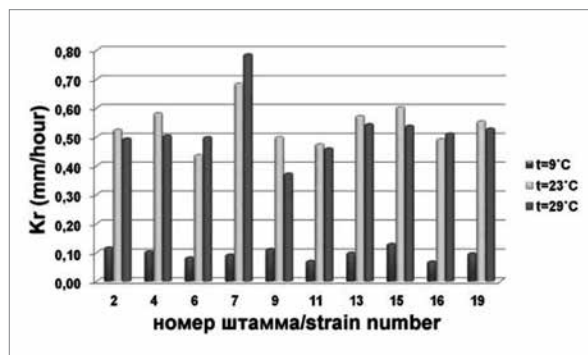


Рисунок. Радиальная скорость роста разных штаммов *R. solani* при разных температурах
Figure. Growth rate of *Rhizoctonia solani* strains at different temperatures

Литература

Иванюк В. Г. и др. *Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков*. Мн.: Белпринт, 2005.

GROUTh RATE OF RHIZOCTONIA SOLANI STRAINS AT DIFFERENT TEMPERATURES**Pronicheva I. S.**

*Department of mycology and algology, Lomonosov MGU,
G. K. Skryabin Institute of Biochemistry and Physiology of Microorganisms RAS
Moscow, Russia, innato@mail.ru*

Rhizoctonia solani (*Thanatephorus cucumeris* (A. B. Frank) Donk 1956) is a worldwide soil borne fungus that has an extensive host range (including many susceptible agriculturally important crops such as potato, rice, sugar beet, cabbage and so on). *R. solani* causes significant yield losses. Ten isolates were obtained from potato of Smolensk region of Russia. The growth rate was measured at +9°C, +23°C, +29°C. The growth rate of all strains was not high at +9°C (7 strains grew approximately 0,1 mm/hour and other ones grew slower — approximately 0,07-0,08 mm/hour). Most of strains showed a maximum growth rate at +23°C. Only three strains had a higher growth rate at +29°C than at +23°C. And it was determined that the strain №7 showed an extremely high growth rate both at +23°C (0,68 mm/hour) and at +29°C (0,78 mm/hour). The results of this study show that there are strains with different growth rate at different temperatures.

Key words: Rhizoctonia solani, potato diseases, growth rate at different temperatures.

**ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ
НА РАЗВИТИЕ ГРИБНЫХ БОЛЕЗНЕЙ КЛЕВЕРА
ЛУГОВОГО (TRIFOLIUM PRATENSE)****Разгуляева Н. В.¹, Благовещенская Е. Ю.²**

¹ *Лаборатория иммунитета ГНУ ВНИИ кормов имени В. Р. Вильямса,
г. Лобня, Московская область, Россия, bioresearch@yandex.ru*

² *Кафедра микологии и альгологии биологического ф-та МГУ имени М. В. Ломоносова,
г. Москва, Россия*

Изучена многолетняя динамика распространенности болезней клевера лугового (*Trifolium pratense*). Показано, что развитие ржавчины (возбудитель — *Uromyces fallens*) обратно пропорционально количеству осадков в июне, развитие бурой пятнистости (возбудитель — *Pseudopeziza trifolii*) прямо пропорционально количеству осадков за май-июнь, а развитие аскохитоза (возбудитель — *Ascochyta trifolii*) определяется преимущественно величиной снежного покрова. Введение эмпирических поправок на неблагоприятное действие экстремальных значений среднемесячных температур и количества осадков существенно увеличивает согласованность вычисленных показателей со значениями многолетней динамики распространенности болезней.

Ключевые слова: клевер, Trifolium, многолетние бобовые травы, ржавчина, бурая пятнистость, аскохитоз.

Борьба с болезнями кормовых, особенно многолетних, культур при правильном применении интегрированной защиты является важным резервом получения стабильных урожаев семян и зеленой массы. Для эффективного использования методов защиты огромное значение имеют

данные по мониторингу болезней и знание факторов, благоприятных для их развития. Целенаправленные исследования по фитосанитарному мониторингу посевов кормовых культур во ВНИИ кормов проводятся с 1996 года. За эти годы установлено, что на клевере луговом встречается 15

заболеваний. Из них наиболее частыми являются семь: рак, корневые гнили, бурая пятнистость, аскохитоз, антракноз, ржавчина и вирусы (Пуца и др., 2012). Распространенность болезней существенно различается по годам, в связи с этим, нами была предпринята попытка, основываясь на данных по биологии возбудителя, выявить влияние погодных факторов на развитие заболеваний. В этой работе мы приводим данные по трем болезням клевера: ржавчина (возбудитель — *Uromyces fallens* (Arthur) Barthol.), бурая пятнистость (возбудитель — *Pseudopeziza trifolii* (Biv.) Fuckel) и аскохитоз (возбудитель — *Ascochyta trifolii* Bondartsev et Trusova). Для анализа использовали климатические данные по городу Москве, взятые с сайта Погода и Климат. Используемые оценки погодных условий носят достаточно грубый характер и не учитывают многие важные характеристики. Например, достаточно большое значение для успешной перезимовки паразита на растительных остатках должна иметь не только максимальная высота снежного покрова, но и то, промерзала ли почва перед тем, как лег снежный покров. Среднемесячные температуры не отражают того, были ли ночные заморозки в течение месяца и т. п. Кроме того, даже в пределах одного поля возможны различия температурного и гидрологического режима, что может сказываться на восприимчивости растений к болезням. Тем не менее, даже по достаточно грубым показателям метеословий можно выявить ряд интересных закономерностей.

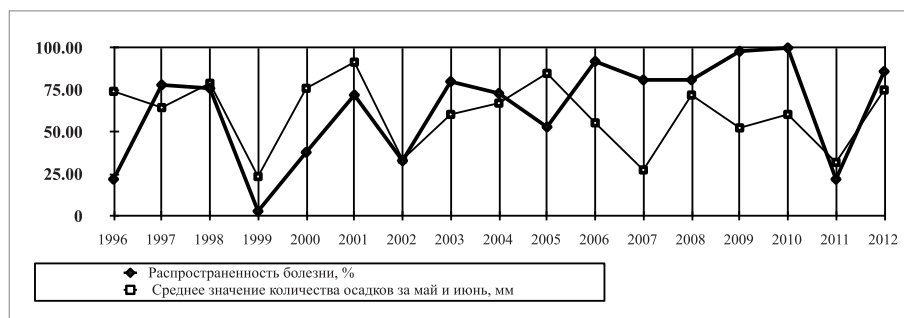


Рисунок 2. Зависимость распространенности бурой пятнистости клевера от количества осадков в мае и июне

Figure 2. The dependence of common leaf spot frequency from precipitation in May and June

Для развития ржавчинных грибов неблагоприятными условиями считаются высокая влажность и низкая температура. Зимует возбудитель ржавчины клевера в телиостадии, развивая весной

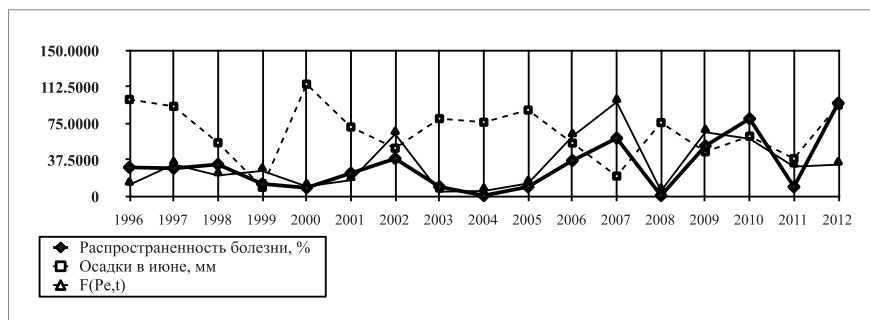


Рисунок 1. Зависимость распространенности ржавчины клевера от количества осадков в июне

Figure 1. The dependence of clover rust frequency from precipitation in June

эцидиальное спороношение, и переходит к урединостадии в конце весны — начале лета. Заболевание крайне вредоносно и резко снижает урожай зеленой массы и семян (Болезни..., 1975). Учет болезни проводится в фазе бутонизации и начала цветения клевера, что обычно происходит в июне. Распространенность ржавчины колеблется от незначительной (1% в 2004 и 2008 гг.) до очень высокой (80% в экстремально жаркое лето 2010 г.). Наблюдается отрицательная связь между количеством осадков в июне и распространенностью болезни (рис. 1). Введя поправки на экстремальные значения погодных условий (среднемесячные температуры в июне ниже 16 °С или выше 19 °С; количество осадков меньше 20 или больше 65 мм), можно получить хорошее согласование динамики болезни с эмпирической функцией $F(P_e, t)$, коэффициент корреляции составляет 0,645.

Развитие бурой пятнистости происходит в конце весны и в начале лета, гриб зимует на послеуборочных остатках. Болезнь весьма вредоносна, вплоть до преждевременного опадения листьев клевера при сильном развитии патогена (Болезни..., 1975). Распространенность данного заболе-

вания в основном составляет от 40 до 80% (рис. 2), хотя в 1999 году распространенность болезни составила всего 3%. Динамика достаточно хорошо согласуется с величиной осадков за май-июнь, создающих благоприятные условия для развития гриба; исключения составляют несколько последних лет (2006, 2007, 2009 и 2010 гг.). К сожалению, нам не удалось выявить,

с чем именно может быть связана высокая распространенность бурой пятнистости в эти годы. Лето 2010 г. было экстремальным по многим показателям и распространенность бурой пятнистости на

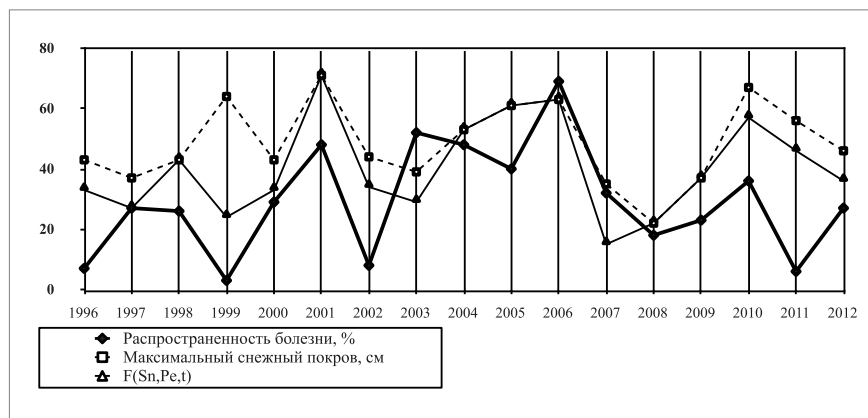


Рисунок 3. Зависимость распространенности аскохитоза клевера от высоты снежного покрова

Figure 3. The dependence of ascochyta-leaf spot frequency from the maximal height of snow cover

клевере в этот период достигает 100%. Но, с другой стороны, значения в предыдущий год не сильно отличаются (98%), а погодные условия в 2009 г. были близкими к средним многолетним за исследованный период. Поэтому, в данном случае мы можем только предполагать влияние какого-либо неучтенного нами фактора.

Аскохитоз заражает растения весной, для его развития благоприятны высокая влажность и по-

ниженная температура. Болезнь приводит к ухудшению питательных качеств зеленой массы и значительному недобору урожая семян (Болезни..., 1975). Интересно, что распространенность данной болезни показывает очень хорошую связь с максимальной высотой снежного покрова (рис. 3), т. е. с благоприятными условиями перезимовки гриба на растениях и на растительных остатках. При внесении поправок на погодные условия в мае — недостаточное количество осадков (менее 40 мм), слишком высокие или слишком низкие температуры (менее 10 °C или более 15 °C) — значения эмпирической функции $F(Sn, Pe, t)$ практически идеально совпадает с динамикой болезни.

Таким образом, полученные результаты позволили выявить наиболее значимые факторы, определяющие развитие заболеваний клевера.

Литература

Болезни кормовых бобовых культур в нечерноземной зоне РСФСР (Методические указания). Л., ВАСХНИЛ. Всесоюзный ордена Ленина НИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова, 1975, 153 с.

Погода и Климат (<http://www.pogoda.ru.net/> 21. 02. 2013).

Пуца Н. М., Разгуляева Н. В., Костенко Н. Ю., Благовещенская Е. Ю. О поражаемости кормовых трав основными грибными болезнями // Кормопроизводство, 2012, 9, с. 24–25.

EFFECT OF WEATHER CONDITIONS ON INFECTION LEVEL OF MEADOW CLOVER (*TRIFOLIUM PRATENSE*)

Razguljaeva N. V. ¹, Blagoveshchenskaya E. Yu. ²

¹ Department of Immunity, All-Russian Williams Fodder Research Institute of Russian Agricultural Academy, Lobnya, Moscow Region, Russia, bioresearch@yandex.ru

² Department of Mycology and Algology, Moscow Lomonosov State University, Moscow, Russia

The long-term dynamics of three fungal diseases of meadow clover (*Trifolium pratense*) was studied. The frequency of clover rust (*Uromyces fallens*) was inversely proportional to precipitation in June. The frequency of common leaf spot (*Pseudopeziza trifolii*) was directly proportional to average precipitation in May and June. The frequency of ascochyta-leaf spot (*Ascochyta trifolii*) was directly proportional to the maximal height of snow cover. Taking into account optimal and unfavorable conditions for the disease development improved the agreement between the empirical function and the disease frequency.

Key words: clover, rust, common leaf spot, ascochyta-leaf spot.

ВЛИЯНИЕ ПРОТРАВИТЕЛЕЙ НА МИКРОФЛОРУ И ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН СОИ

Райчук Т. Н.

г. Киев, Украина, raichuktat@yahoo.com

Приведены результаты научно-исследовательской работы по определению лабораторной и полевой всхожести семян сои и поражения их возбудителями болезней; уточнен видовой состав выявленных фитопатогенов, изучено влияние препаратов Фундазол (50% с. п.), Максим XL 035 FS (т. к. с.), Апрон XL 350 ES (т. к. с.), инокулянта Оптимаиз (2,55 л/1145 кг семян сои + прилипатель 0,595 л/т) и их смесей на микрофлору и всхожесть семян, проявление фитотоксичности на всходах сои; исследовано влияние на развитие растений до фазы двух настоящих листьев.

Ключевые слова: семена сои, возбудители, протравители, действующее вещество, микрофлора.

Сою поражает около 50 разных болезней, из них более 30 грибных, 10 бактериальных и 6 вирусных, которые проявляются на всех фазах роста и развития растений — от прорастания семян до полной спелости (Бабич, 1993). Поражение болезнями снижает урожай сои на 15–20%, а при эпифитотийном развитии — до 50%. На территории Украины наиболее вредоносными являются семядольный бактериоз и фузариоз семян, болезни всходов, особенно на ранних этапах посева или при холодной затяжной весне. Часто к ним еще прибавляются другие опасные болезни: ржавчина, пероноспороз, антракноз, мучнистая роса и некоторые другие (Городний и др., 1981).

Посевные площади сои в Украине с каждым годом увеличиваются. Одним из важных резервов получения высоких урожаев сои является защита ее от болезней. Предпосевная обработка семян защищает растения от семенной, грунтовой и, частично, аэрогенной инфекции. Протравливание является одним из наиболее целенаправленных, экономичных и экологических приемов. Оно обеспечивает максимальный эффект при минимальном попутном негативном влиянии на компоненты агроценоза.

Поиск эффективных препаратов для защиты сои на ранних этапах онтогенеза, а именно, подбор и исследование действия фунгицидов, протравителей на всхожесть семян сои и развитие растений является необходимым и актуальным.

Цель исследований — определить влияние протравителей на инфицирование возбудителями, на всхожесть семян сои, развитие растений, проявление фитотоксичности.

Материалы и методы исследований. Объектом исследований были химические препараты, семена сои сорта «Медисон». Определение лабораторной всхожести и изучение микрофлоры семян проводили методом проращивания во влажных камерах, согласно ДСТУ 4138-2002 (5), а полевую — при прорастании в грунте теплицы (3).

Зараженность семян возбудителями болезней определяли биологическим методом, основанным

на стимулировании роста и развития патогенных микроорганизмов в зараженных семенах (5, 3). Влияние протравителей на микобиоту определяли раскладыванием на питательную твердую среду (КГА), а степень инфицирования — в каждом варианте опыта (2, 4). Учеты проводили на 5-й и 10-й день после посева.

Для определения влияния протравителей на состояние и развитие растений сои их выращивали в теплице до фазы двух настоящих листьев. В опытах использовали фунгицид Фундазол (50% с. п.), протравитель Максим XL 035 (т. к. с.), Апрон XL 350 ES (т. к. с.), инокулянт Оптимаиз (биопрепарат для лучшего связывания атмосферного азота клубеньковыми бактериями), прилипатель. Контрольный вариант — семена без обработки препаратами. Определяли также всхожесть семян и проявление фитотоксичности на всходах сои.

Схема опыта:

1. Контроль (без обработок).
2. Инокулянт Оптимаиз 2,55 л/1145 кг семян сои + прилипатель 0,595 л/т (без воды).
3. Фундазол, 50%, с. п., 3,0 кг/т (7 л воды) (действующее вещество (д. в.) беномил, 500 г/кг).
4. Фундазол, 50%, с. п., 2,0 кг/т (7 л воды) + Оптимаиз 2,55 л/ 1145 кг семян сои + прилипатель 0,595 л/т (без воды).
5. Максим XL 035 FS, т. к. с., 1,0 л/т (+ 2 л воды) (д. в. флудиоксонил, 25 г/л + металаксил-М, 10 г/л).
6. Максим 035 FS, т. к. с., 1,0 л/т + (2 л воды) + Оптимаиз 2,55 л/ 1145 кг семян.
7. Максим 035 FS, т. к. с., 1,0 л/т + (2 л воды) + Апрон XL 350 ES, т. к. с., 100 мл/т + Оптимаиз 2,55 л/ 1145 кг семян сои (д. в. флудиоксонил, 25 г/л + металаксил-М, 10 г/л + металаксил-М, 350 г/л).

Результаты исследований. Всхожесть семян сои в лабораторных условиях была — 82,9%, а в грунте: через 10 дней — 67%, через 12 — 69,3%, через 16 — 72%.

При анализе семян сои, заложенных во влажную камеру для определения всхожести, установлено, что их микрофлора представлена пато-

Таблица 1. Наличие микрофлоры на семенах сои

Возбудитель болезни	Частота изоляции, % от общего количества
<i>Alternaria spp.</i>	75
<i>Fusarium spp.</i>	5,4
<i>Ascochyta sojaecola Abramov</i>	2,5
<i>Penicillium spp.</i>	0,4
<i>Ericocsum spp.</i> (считается непатогенным)	2,2
<i>Cladosporium spp.</i>	0,3
<i>Sclerotinia sclerotiorum (Lib)</i> <i>de Bary</i>	2,4
Бактерии (<i>Xanthomonas phaseoli</i> Star et Burkh. + <i>Pseudomonas glycinea</i> Coerper)	5,7

генными видами и сапрофитами. Зараженность патогенной микрофлорой была 80%, а при посеве на твердую питательную среду — 70%. При посеве продезинфицированных семян на твердую пита-

тельную среду обнаружено значительно большее количество инфицированных семян, а именно 85%. Среди возбудителей болезни, что паразитировали на семенах, наибольшая часть приходилась на грибы *Alternaria spp.* — 75% (табл. 1), которые заселяли поверхность семян черным налетом спор. Были идентифицированы виды грибов рода *Fusarium* — 5,4%, из группы возбудителей гнилей выделили склеротинию (белую гниль) — 2,4%. Загнивание семян при прорастании вызывало поражение возбудителем аскохитоза — 2,5%. Широко распространена на семенах сои пенициллезная плесень — 0,4%; возбудителей заболевания выявили на семенах незрелых, сморщенных и с трещинами в оболочке. В результате проведенных исследований выделено также два вида бактерий на 5,7% семян.

Всхожесть протравленных семян и развитие растений сои в большинстве вариантов опыта были чуть выше, чем в контроле (табл. 2).

Наибольшую всхожесть семена сои получили в вариантах с применением протравителя Максим

Таблица 2. Всхожесть семян и развитие растений сои при использовании протравителей

Вариант опыта	Всхожесть, %	
	через 8 дней (появление всходов)	через 15 дней (настоящие листья)
Контроль (без обработок)	55,2	62,3
Оптимайз 2,55 л/1145 кг семян сои + прилипатель (без воды)	57,0	63,0
Фундазол, 50% с.п., 3,0 кг/т (7 л воды)	56,8	63,1
Фундазол, 50% с.п., 2,0 кг/т (7 л воды) + Оптимайз 2,55 л/ 1145 кг семян + прилипатель	56,4	62,8
Максим XL 035 FS, т.к.с., 1,0 л/т (2 л воды)	65,0	70,2
Максим 035 FS, т.к.с., 1,0 л/т + (2 л воды) + Оптимайз 2,55 л/ 1145 кг семян	64,3	69,1
Максим XL 035 FS, т.к.с., 1,0 л/т (+2 л воды) + Апрон XL 350 ES, т.к.с., 100 мл/т + Оптимайз 2,55 л/ 1145 кг семян	66,7	71,1

Таблица 3. Влияние протравителей на инфицирование семян сои

Вариант опыта	Условно здоровые семена, %	Пораженные семена %	В т.ч.	
			бактериями	грибами
Контроль (без обработок)	18,0	82,0	5,4	76,6
Оптимайз 2,55 л/1145 кг семена сои + прилипатель 0,595 л/т (без воды)	15,9	84,1	6,1	78,0
Фундазол, 50% с.п., 3,0 кг/т (7 л воды)	17,8	82,2	6,5	75,7
Фундазол, 50% с.п., 2,0 кг/т (7 л воды) + Оптимайз 2,55 л/ 1145 кг семян сои + прилипатель 0,595 л/т (без воды)	17,2	82,8	5,0	77,8
Максим XL 035 FS, т.к.с., 1,0 л/т (+2 л воды)	91,2	8,8	1,7	7,1
Максим 035 FS, т.к.с., 1,0 л/т + (2 л воды) + Оптимайз 2,55 л/ 1145 кг семян сои	90,8	9,2	2,4	6,8
Максим XL 035 FS, т.к.с., 1,0 л/т (+2 л воды) + Апрон XL 350 ES, т.к.с., 100 мл/т	92,5	7,5	2,0	5,5

XL 035. В каждом варианте проявления фитотоксичности на всходах сои не выявили.

Для исследования влияния протравителей на ограничение развития возбудителей болезней протравленные семена сои помещали на твердую питательную среду по той же схеме опыта, что и при высеве в грунт. Результаты опыта представлены в табл. 3.

Как видно из табл. 3, лучшую защиту семян от внешней инфекции обеспечило протравливание их смесью препаратов Максим XL 035 1,0 л/т и Апрон XL 350 ES 100 мл/т. При таком протравливании 92,5% семян не имело признаков поражения болезнями. Протравитель Максим XL 035 1,0 л/т обеспечил снижение инфицирования семян до 8,8–9,2% или на 90,8–91,2%. При применении препарата Фундазол (50% с. п.) 2,0 кг/т (7 л воды) эффективность действия была на уровне контрольного варианта (семена без обработки препаратами).

Среди микрофлоры семян большая часть приходилась на грибы *Alternaria spp.*, *Fusarium spp.* и бактерии. В контроле семена сои на 5,4% были заражены бактериями и на 76,6% — гри-

бами, среди которых почти 65% были грибы *Alternaria spp.*

Препарат Фундазол (50% с. п.) 2,0 кг/т вообще не влиял на развитие грибов и бактерий на семенах сои. В этом варианте семена на 82% были инфицированы. Много семян, пораженных грибами, выявлено также в вариантах с применением инокулята Оптимайз 2,55 л/1145 кг семян сои + прилипатель 0,595 л/т (без воды) и смеси Фундазол (50% с. п.) 2,0 кг/т + Оптимайз 2,55 л/1145 кг семян сои + прилипатель 0,595 л/т (без воды) при общем количестве поражения 82,2–84,1%.

Таким образом, протравливание семян препаратами Максим XL 035 (т. к. с.) 1,0 л/т + Апрон XL 350 ES (т. к. с.) 100 мл/т значительно снижает инфицирование его возбудителями болезней. Действующие вещества эффективно контролируют развитие грибов, но почти не влияют на развитие бактерий. Неэффективность некоторых протравителей можно объяснить тем, что часть патогенных микроорганизмов локализуется в ядре и недоступна для контактных фунгицидов. В таких случаях эффективными будут системные или комбинированные препараты.

Литература

- Бабич А. О. *Сучасне виробництво і використання сої. К., Урожай, 1993, 429 с.*
Методики випробування і застосування пестицидів/ (за ред. С. О. Трибеля). К., Світ, 2001, с. 277–279.
Методы определения болезней и вредителей с.-х. растений: (пер. с нем. К. В. Попковой, В. А. Шмыгли). М., Агропромиздат, 1987, с. 79–114.
Микроорганизмы — возбудители болезней растений/ (под ред. В. И. Билай). К., Наукова думка, 1988, 552 с.
Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості: ДСТУ 4138-2002. Видання офіційне. К., Держспоживстандарт України, 2003, 173 с.
Рослинництво. Лабораторно-практичні заняття / (за ред. М. Г. Городнього). К., Вища школа, 1981, 344 с.

INFLUENCE OF SEED DISINFECTANTS ON MYCOFLORA AND EMERGENCE OF SOYBEAN SEEDS

Raichuk T. N.

Ukraine, Kiev, raichuktat@yahoo.com

Results of investigations of laboratory and field emergence of soybean fields and its contamination by pathogens are presented. Species composition of isolated phytopathogens was specified. Influence of fungicides with different active ingredients (Fundasol, 50% WP, Maxim XL 035 FS, Apron XL 350 ES) and inoculant Optimize (2.55 l per 1145 kg of seeds + surfactant 0.595 l/t) and their mixtures on mycoflora, emergence and phytotoxicity on seedlings was determined. Effect of some modern fungicides on development of soya plants in stage of 2 true leaves was evaluated.

Key words: soybean seeds, pathogens, seed disinfectants, active ingredients, mycoflora.

ФУЗАРИОЗ КОЛОСА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ: АНАЛИЗ МНОГОЛЕТНЕЙ ДИНАМИКИ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ БОЛЕЗНИ В ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

Ретьман С. В., Кислых Т. Н., Шевчук О. В.

Институт защиты растений НААН, Киев, Украина, kislyh.tat@gmail.com

Проведен анализ изменения видового состава возбудителей фузариоза колоса озимой пшеницы в Лесостепи Украины за период с 1991 по 2012 гг. Выявлена тенденция к изменению соотношения видов в патогенном комплексе возбудителей болезни. Показано, что частота изоляции «привычных» возбудителей болезни — *F. graminearum* и *F. culmorum* постепенно уменьшается, а на доминирующие позиции выходят представители секции *Sporotrichiella*.

Ключевые слова: озимая пшеница, фузариоз колоса, видовой состав, трансформация агробиоценозов.

Среди возбудителей болезней пшеницы грибы рода *Fusarium* являются одними из наиболее вредоносных. Размер количественных и качественных потерь напрямую зависит от того, какие виды были первопричиной болезни. В связи с этим, важным этапом является определение характерных для конкретной территории патогенных комплексов. На процесс их формирования влияет ряд факторов, среди которых погодные условия региона занимают ведущее положение. В последние десятилетия на всей территории Украины наблюдаются изменения температурного режима, отмечается тенденция повышения теплообеспечения вегетационного периода. Одной из особенностей периода 1991–2012 гг. стала неравномерность выпадения осадков в середине года. Это влечет за собой нарушение развития природных процессов и длительности вегетационного периода.

По данным Украинского Гидрометцентра, вследствие общего повышения температуры воздуха изменились начало, конец и длительность теплового и холодного периодов года до 10 дней в Полесье и Лесостепи. Однако, несмотря на то, что весны стали более ранними, чаще стало наблюдаться возвращение холодов в конце весны. Отмечается значительное изменение времени перехода температуры воздуха через 0 °C весной (в Лесостепи оно происходит на 15 дней раньше). В то же время, даты начала активной вегетации изменились значительно меньше, о чем свидетельствует увеличение длительности периода между датами перехода через 0 и 5 °C весной (Польовий и др., 2011). Ввиду произошедших за последние десятилетия изменений погодных условий, нашей целью было проведение анализа многолетней динамики видового состава возбудителей фузариоза колоса пшеницы в период с 1991 по 2012 гг. Для этой цели мы использовали результаты исследований, полученные нами в лаборатории фитопатологии Института защиты растений НААН, а также литературные данные.

В 1991 году на зерне озимой пшеницы обнаружены 21 вид и разновидность грибов рода *Fusarium*

(Лысенко и др., 1995). Возбудителем болезни чаще выступал гриб *F. graminearum* Schwabe (36,2%), довольно часто встречались грибы *F. solani* (Mart.) (20,4%) и *F. gibbosum* Appel & Wollenw. (18,7%). В 1992 году зерно колонизировали фузариозы 17 видов и разновидностей. Доминирующее положение занимали *F. sambucinum* Fuckel, *F. graminearum* и *F. culmorum* (WG Smith) Sacc. В 1993 году практически во всех обследованных областях доминирующим видом был *F. graminearum*. Довольно часто изолировали грибы вида *F. sambucinum*. В 1994 количество изолированных видов рода *Fusarium* снова возросло до 21. Чаще встречался *F. graminearum*, реже — *F. culmorum* и *F. sambucinum*. В 1995 году почти с одинаковой частотой встречались грибы *F. graminearum* и *F. culmorum*. Всего за период с 1991 по 1995 годы наиболее распространенными возбудителями фузариоза были *F. graminearum* (34,8%), *F. culmorum* (16,3%), *F. sambucinum* (14,9%), реже встречались *F. solani* (6,3%), *F. heterosporum* (5,9%), *F. gibbosum* (5,7%) и *F. sporotrichiella* (4,6%). Основные виды *F. graminearum*, *F. culmorum* и *F. sambucinum* встречались повсеместно. Аналогичные результаты получены А. В. Михайленко (1993) при изучении микобиоты зерна в восточной Лесостепи Украины. Согласно ее данным, причиной болезни чаще были грибы *F. culmorum*, *F. graminearum* и *F. avenaceum* (Fr.) Sacc.

В 1996 — 1997 гг. было выделено 10 видов и разновидностей фузариозов. Отмечен рост доли в патогенном комплексе грибов *F. avenaceum* и *F. verticillioides* (Sacc.) Nirenberg (Лысенко и др., 1998). В 1997 — 2000 гг. из пораженного зерна изолировали 6 видов и разновидностей грибов рода *Fusarium*. Причем, во влажные годы (1997 — 1998 гг.) доминировал *F. graminearum* (58,8% и 75,4% соответственно), а в засушливый 1999 год — *F. poae* (Кислых, 2000).

В 2001 — 2002 гг. зерно колонизировали от 8 до 10 видов грибов рода *Fusarium*. Доминирующее положение среди них занимал *F. culmorum* (29,5 и 33,3% соответственно). Несколько реже

изолировали *F. graminearum* (в 27,3 и 29,9% случаев). Довольно часто из зерна выделяли грибы секции *Sporotrichiella* и *F. avenaceum*. В 2003 году выделено 10 видов фузариев. Чаще зерно поражали грибы вида *F. graminearum* (24,2%). Почти с такой же частотой изолировали грибы вида *F. culmorum* (22,7%). Суммарная доля видов секции *Sporotrichiella* выросла до 28,5%.

А. М. Ярыничин (2006), анализируя в 2003 — 2005 гг. видовой состав возбудителей фузариоза колоса, показал, что болезнь вызвали 9 видов и разновидностей грибов рода *Fusarium*, среди которых чаще всего встречались *F. culmorum* и *F. roae*. В 2004 году нами изолированно 9 видов грибов рода *Fusarium*, доминирующее положение среди которых занимал *F. culmorum* (25,8%). Общая частота встречаемости видов секции *Sporotrichiella* составляла 27,6%. Грибы вида *F. graminearum* выделяли значительно реже — в 15,3% случаев. В последующие два года (2005 — 2006 гг.) зерно колонизировали 7 — 8 видов фузариев. Чаще всего причиной заражения зерна были грибы вида *F. culmorum*, реже — *F. graminearum*. Суммарная доля видов секции *Sporotrichiella* составила 24,7 и 35% соответственно.

Погодные условия 2007 года оказались благоприятными для развития всего 6 видов. Доминирующее положение в патогенном комплексе занимали грибы секции *Sporotrichiella* — 68,4%. В 2008 г. зерно озимой пшеницы колонизировали грибы 10 видов рода *Fusarium*. Доминирующее положение имели грибы секции *Sporotrichiella* — 48%. Из выделенных видов значительную долю занимали *F. graminearum* — 17%, *F. culmorum* — 14%, *F. avenaceum* — 11%. Зерно озимой пшеницы в 2009 г. колонизировали фузариозы 8 видов. Доминирующее положение среди них занимали представители секции *Sporotrichiella* — 31,8%. Реже встречались грибы *F. avenaceum* — 21,3%, *F. culmorum* — 18,2% и *F. graminearum* — 12,5% (Ретьман, 2010).

Литература

- Кислых Т. Н. Распространенность и видовой состав возбудителей фузариоза колоса зерновых культур в лесостепной зоне Украины // *Микология и фитопатология*, 2000, 34, 1, с. 42–47.
- Лисенко С. В., Гончаренко М. П., Корнієнко В. Ю. и др. Розробити зональні системи інтегрованого захисту рослин від шкідливих організмів, що забезпечують оптимізацію фітосанітарного стану агроценозів і зменшення втрат врожаю: Звіт про НДР (заключний). Інститут захисту рослин УААН. № 01970012341. К., 1995, 219 с.
- Лысенко С. В., Райчук Л. В., Кислых Т. Н. Видовой состав возбудителей фузариоза колоса озимой пшеницы в лесостепной и полесской зонах Украины // *Сб. тр. междунар. конф. «Современные проблемы микологии, альгологии и фитопатологии»*, М., 1998, с. 75–76.
- Михайленко А. В. Болезни семян озимой пшеницы в Восточной Лесостепи Украины и усовершенствование защитных мероприятий: Дис. на соискание ученой степени канд. биол. наук: спец. Об. 01. 11 «Защита растений», Харьков, 1993, 158 с.
- Польовий А. М., Божко Л. Ю., Дронова О. О. Аналіз тенденції зміни термічних показників агрокліматичних

Екстремальні погодні умови літа 2010 року привели до різких змін у патогенному комплексі возбудителів хвороби — домінуючу позицію зайняв гриб *F. graminearum* — 42,1%. Значний ріст частоти гриба *F. graminearum* був пов'язаний з випаденням значительного кількості опадів в період цвітіння озимої пшениці. На другому місці за частотою ізоляції знаходилися представники секції *Sporotrichiella* (*F. sporotrichioides* і *F. roae*) — 25,2%. В цілому, зерно пшениці колонізували гриби 8 видів роду *Fusarium*.

В 2011 році подавляюче більшість грибів, виділених із зерен пшениці, являлися представниками секції *Sporotrichiella* (85%): *F. roae*, *F. sporotrichioides* і *F. tricinctum*. Частота гриба *F. graminearum* не перевищувала 7,5%.

Визначення видового складу грибів роду *Fusarium* в 2012 році показало, що зерно колонізували гриби 6 видів: *F. sporotrichioides*, *F. avenaceum*, *F. roae*, *F. graminearum*, *F. tricinctum* і *F. culmorum*. Домінуюче положення серед них займав гриб *F. sporotrichioides* (46,5%), небагато рідше зустрічався гриб *F. avenaceum* (32,4%). Частота ізоляції грибів інших видів знаходилася в межах 2,8 — 7,3%.

Таким чином, за останні десятиліття, як в результаті змін погодних умов, так і форм ведення господарства, а також технологій вирощування сільськогосподарських культур, відбулася значительна трансформація агроценозів, що привело до суттєвих змін у патогенному комплексі возбудителів хвороб в умовах Лесостепі України. Частота ізоляції «привичних» для наших умов возбудителів хвороби, таких як *F. graminearum* і *F. culmorum* поступово зменшується, а домінуючі позиції займають більш термопластичні види грибів, в частині, представники секції *Sporotrichiella*.

ресурсів в Україні за період до 2030 — 2040 рр. // Український гідрометеорологічний журнал, 2011, 9, с. 90–99.
Ретьман С. В. Плямистості озимої пшениці. К., Колоб'їг, 2010, 237 с.

Яринчин А. М. Взаємодія озимої пшениці та збудників хвороб зерна в агроценозах України: автореферат дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спец. 06. 01. 11 «Фітопатологія», К., 2006, 22 с.

FUSARIUM HEAD BLIGHT OF WINTER WHEAT: ANALYSIS OF MULTI-YEAR DYNAMICS OF PATHOGEN COMPLEX IN FOREST-STEPPE OF UKRAINE

Retman S. V., Kislykh T. N., Shevchuk O. V.

Institute of plant protection NAAS, Kyiv, Ukraine, kislykh.tat@gmail.com

Changes in complex of pathogens of Fusarium head blight under conditions of Forest-Steppe zone of Ukraine during 1991 — 2012 were analyzed. It was showed that frequency of isolation of former mass spread pathogens *F. graminearum* and *F. culmorum* decreased. Fungi from *Sporotrichiella* section which can grow under drought conditions became dominant.

Key words: winter wheat, Fusarium head blight, pathogenic complex, transformation of agrobiocenosis.

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ПОПУЛЯЦИИ ЖЕЛТОЙ РЖАВЧИНЫ ПШЕНИЦЫ (*PUCCINIA STRIFORMIS* F. SP. *TRITICI*) В КАЗАХСТАНЕ

Рсалиев Ш. С., Агабаева А. Ч., Рсалиев А. С.

*Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности (НИИПББ),
Гвардейский, Казахстан, Shynbolat63@mail.ru*

Исследована казахстанская популяция желтой ржавчины пшеницы за 1985-1990 и 2002-2012 гг. Установлено, что в связи с массовым развитием желтой ржавчины в регионе, изменился расовый состав возбудителя болезни, и появились новые, более вирулентные расы. Отдельные расы *P. striiformis* F. sp. *tritici* из Казахстана и Узбекистана были идентичными. Однако многие казахстанские расы этой болезни по вирулентности к Yr-линиям отличаются от рас других регионов и стран.

Ключевые слова: сорта-дифференциаторы, раса, вирулентность.

В последние годы в Центральной Азии, в том числе в Казахстане, обострилась фитосанитарная обстановка в связи с распространением желтой ржавчины пшеницы (Рсалиев, 2008; Kokhmetova et al., 2010; Ziyaev et al., 2011). Благоприятные погодные условия при отсутствии устойчивых сортов способствуют накоплению в природе вирулентных рас, вызывающих эпифитотии на больших территориях.

Ежегодное обследование посевов пшеницы и дикорастущих злаков показало, что возбудитель желтой ржавчины пшеницы (*Puccinia striiformis* F. sp. *tritici*) встречается в основном на юге и юго-востоке Казахстана. В 1985-1990 гг. развитие желтой ржавчины на посевах колебалось от незначительного до умеренного, что, в основном, объясняется засушливыми погод-

ными условиями для возбудителя. Среди дикорастущих злаков основными резервуарами желтой ржавчины были: эгилопс цилиндрический (*Aegilops cylindrica* Zhuk.), мятлик полевой (*Poa pratensis* L.), полевица белая (*Agrostis alba* L.), коостер безостый (*Bromus arvensis* L.), волоснец ситниковый (*Elimus junceus* L.), мартук пшеничный (*Eremophyrum triticeum* Gaertn.) и ячмень заячий (*Hordeum leporinum* Link.).

Определение рас *P. striiformis* F. sp. *tritici* проводили с использованием двух наборов сортов-дифференциаторов: международный (Chinese 166, Lee, Heines Kolben, Vilmorin 23, Moro, Strubes Dickkopf, Suwon 92xOmar) и европейский (Hybrid 46, Reicherberg 42, Heines Peko, Nord Desprez, Compair, Carstens V, Spaldings Prolific, Heines VII) по Johnson et al. (1972).

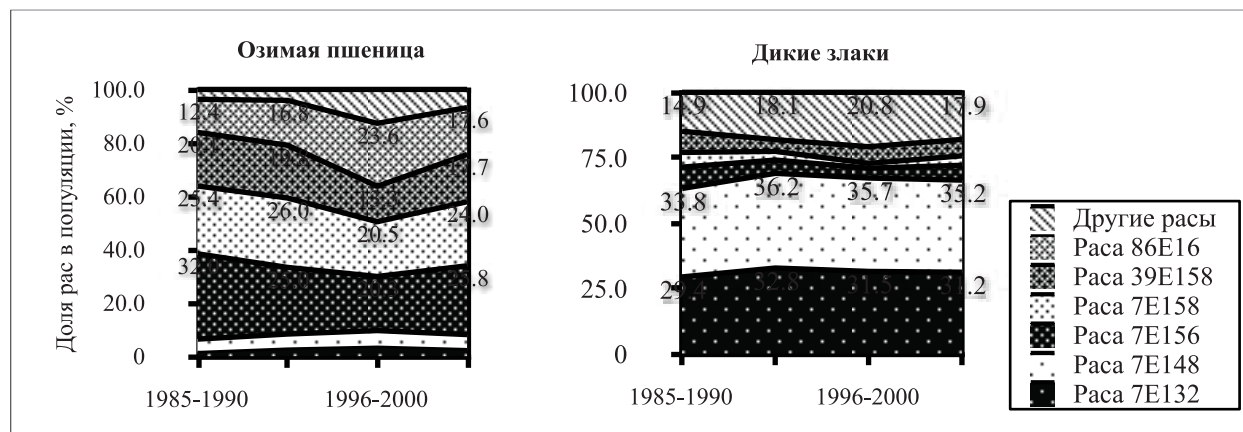


Рисунок. Встречаемость рас *P. striiformis f.sp. tritici* на юго-востоке Казахстана

Анализ монопустьных изолятов *P. striiformis* F. sp. *tritici* 1985-1990 гг. выявил в популяции наличие 10 рас гриба на пшенице и 6 рас на пшенице и дикорастущих злаковых травах. На юго-востоке Казахстана основными расами желтой ржавчины были 7E156, 7E158, 39E158 и 86E16. Слабо распространенные на озимой пшенице расы 7E132 и 7E148 доминировали на дикорастущих злаковых травах, а раса 86E16, преобладающая на посевах пшеницы, не выявлена на диких злаках (рис.).

С использованием Yr-линий и коммерческих сортов озимой пшеницы определили вирулентность рас желтой ржавчины, преобладающих в период 1985-2000 гг. на юге и юго-востоке Казахстана. Раса 7E158 была высоковирулентной

к восьми изогенным Yr-линиям за исключением Yr5, Yr9, Yr10, Yr15. Средний тип поражения Yr-линий расой 7E158 составил 3,0 балла. Высокой вирулентностью также обладали расы 39E158 (X/1,5), 7E156 (31/1,5), 86E16, соответственно поражающие изогенные Yr-линии в среднем на 2,53; 2,40 и 2,40 балла. Расы 7E132 и 7E148 имели одинаковый средний тип поражения изогенных линий — 1,67 балла.

Сорт Безостая 1 показал восприимчивость к вирулентным расам 7E158 и 39E158, иммунитет и устойчивость к расам 7E132, 7E148, 7E156, 86E16. Данный сорт имеет идентичную реакцию с линией с геном Yr18, что подтверждает литературные данные о наличии этого гена в генотипе сорта Безостая 1, сцепленного с геном устойчивости к листовой ржавчине Lr34 (McIntosh et al., 1995; Morgounov et al., 2012).

Изученные расы желтой ржавчины были высоковирулентными к сорту Богарная 56, отдельные из них показали слабую вирулентность к сорту Стекловидная 24 (таблица).

Начиная с 2002 года на юге и юго-востоке Казахстана, как и по всей Центральной Азии и Закавказья, где преимущественно возделывают озимую пшеницу, желтая ржавчина стала одной из основных болезней. В связи с этим, в период 2002-2012 гг. нами собраны образцы желтой ржавчины из различных сортов зерновых культур и диких злаков для определения расового состава болезни на стандартных сортах-дифференциаторах. В результате определено 46 рас возбудителя *P. striiformis* F. sp. *tritici*. Наиболее опасными расами в регионе являются 7E63, 7E159, 15E159, 15E191, 31E158, 39E158, 47E143, 47E159, 47E223, 71E191, 71E175, 79E143, 111E155, 111E158 с вирулентностью 60,0-80,0% к сортам-дифференциаторам желтой ржавчины.

Расы желтой ржавчины, поражающие меньше девяти сортов из 15, т. е. обладающие вирулентностью >53,3%, мы относили к средне и слабовиру-

Таблица. Вирулентность рас *P. striiformis f.sp. tritici*

Yr-линия, сорт	Тип поражения расами, балл					
	7E132	7E148	7E156 (31/1,5)	7E158 (A-8/5)	39E158 (X/1,5)	86E16
Yr1	4	4	4	4	4	4
Yr5	0	0	0	0	0	0
Yr6	4	2	4	4	4	4
Yr7	4	2	4	4	4	4
Yr8	2	4	4	4	4	4
Yr9	0	0	0	1	0	0
Yr10	0	0	0	0	0	0
Yr11	2	1	2	4	4	4
Yr12	2	4	3	4	2	4
Yr15	0	0	0	0	0	0
Yr17	1	2	4	4	3	4
Yr18	0	0	1	4	2	1
Безостая 1	0	1	2	4	3	1
Богарная 56	3	3	4	4	4	4
Стекловидная 24	3	2	4	4	4	2
Среднее	1,67	1,67	2,40	3,00	2,53	2,40

лентным. Нами дифференцированы 32 патотипа гриба, имеющие вирулентность к сортам дифференциаторам в пределах 0-53,3%.

При анализе старой (1985-1990 гг.) и новой популяции (2002-2012 гг.) желтой ржавчины установлено, что 5 рас из 10 встречаются в составе вновь выделенных 46 рас. Однако только одна раса (39E158) входит в число опасных и основных рас в популяции, а остальные 4 (7E148, 7E156, 7E158, 15E150) относятся к средне вирулентным расам. Следовательно, в связи с массовым развитием желтой ржавчины в регионе, изменился расовый состав возбудителя болезни, и появились новые, более вирулентные расы.

Многие расы желтой ржавчины поражают сорта-дифференциаторы Chinese 166 (Yr1), Lee (Yr7), Heines Kolben (Yr2, Yr6), Vilmorin 23 (Yr3), Hybrid 46 (Yr4), Reichersberg 42 (Yr7), Heines Peko (Yr2, Yr6), Nord Desprez, Compair (Yr8), Heines VII (Yr2). Раса 31E158 вирулентна к сорту Moro (Yr10), а раса 47E223 — к Spaldings Prolific (YrSP), 7E155 — к Yr26.

Для изучения сходства казахстанской популяции желтой ржавчины с другими популяциями, результаты дифференциации рас в Казахстане сравнивали с литературными данными. Популяция возбудителя желтой ржавчины во многих ре-

гионах и странах характеризуется разнообразием физиологических рас и патотипов. Как предполагалось, отдельные расы гриба из юга и юго-востока Казахстана были идентичными с расами из Узбекистана (Absattarova et al., 2009). Однако в большинстве случаев казахстанская популяция желтой ржавчины отличается от популяции из Болгарии (Михова, 1989), Северного Кавказа (Волкова, 1989), Ирана, Ливана и Сирии (Яхьяуи, 2003), Египта (El-Shamy, 2006), Китая (Chen et al., 2009).

Таким образом, в результате исследования казахстанской популяции желтой ржавчины в 2002-2012 гг. определено 46 рас возбудителя *P. striiformis* F. sp. *tritici*. Из них 10 рас с вирулентностью 60,0-80,0% к сортам-дифференциаторам относятся к опасным расам этого гриба. Высоковирулентными были расы, поражающие Yr1, Yr2, Yr3, Yr4, Yr6, Yr7, Yr8, Yr10, Yr26 и YrSP. Использование их при оценке устойчивости новых сортов пшеницы определяет успех селекции к болезни в регионе. Отдельные расы желтой расы пшеницы из Казахстана и Узбекистана были идентичными. Однако многие казахстанские расы этой болезни по вирулентности к Yr-линиям отличаются от рас других регионов и стран.

Литература

- Волкова Г. В. Популяционно-генетические исследования в патосистеме «Озимая пшеница — возбудители желтой и бурой ржавчины» на Северном Кавказе // *Материалы 1-Центрально-Азиатской конференции по пшенице*. Алматы, 2003, с. 270–271.
- Михова С. Расовый состав и генетическая характеристика *Puccinia striiformis* в Болгарии // *Растениеводственные науки*, 1989, 3, с. 8–9.
- Рсалиев Ш. С. Виды ржавчины — новая угроза для пшеницы в Казахстане // *Материалы конф. КазНИИЗР «Достижения и проблемы защиты и карантина растений»*. Алматы, 2008, 2, с. 124–128.
- Яхьяуи А. Борьба с желтой ржавчиной в странах Центральной, Западной Азии и Закавказья // *Вестник региональной сети по внедрению сортов пшеницы и семеноводству*. Алматы, 2003, 2(5), с. 113–116.
- Absattarova A., Baboyev S., Bulatova K. et al. Improvement of Wheat Yellow Rust Resistance in Kazakhstan and Uzbekistan Through Sub-regional Co-operation // *1-st Regional Yellow Rust Conference*. ICARDA, 2001, p. 34–41.
- Chen W. Q., Wu L. R., Liu T. G. et al. Race dynamics, diversity, and virulence evolution in *Puccinia striiformis* F. sp. *tritici*, the causal agent of wheat stripe rust in China from 2003 to 2007 // *Plant Disease*, 2009, 93, p. 1093–1101.
- El-Shamy M. M. Wheat yellow rust situation in Egypt // *Third Regional Yellow Rust Conference for Central & West Asia, and North Africa*. Tashkent, 2006, p. 34.
- Johnson R., Stubbs R. W., Fuchs E, Chamberlain N. D. Nomenclature for physiologic races of *Puccinia striiformis* infecting wheat // *Transactions of the British Mycological Society*. 1972, 58, p. 475–480.
- Kokhmetova A., Chen X., Rsaliyev S. Identification of *Puccinia striiformis* F. sp. *tritici*. Characterization of wheat cultivars for resistance, and inheritance of resistance to stripe rust in Kazakhstan wheat cultivars // *The Asian and Australasian Journal of plant science and biotechnology*. 2010, 4, 1, p. 64–70.
- McIntosh R. A., Wellings C. R., Park R. F. *Wheat rusts: An atlas of resistance genes*. Australia, CSIRO, 1995, 200 p.
- Morgounov A., Tufan H. A., Sharma R. et al. Global incidence of wheat rusts and powdery mildew during 1969-2010 and durability of resistance of winter wheat variety Bezostaya 1 // *European Journal of Plant Pathology*, 2012, 132, 3, p. 323–340.
- Ziyaev Z. M., Sharma R. C., Nazari K. et al. Improving wheat stripe rust resistance in Central Asia and the Caucasus // *Euphytica*, 2011, 179, 1, p. 197–207.

**DYNAMICS OF CHANGING OF WHEAT YELLOW
RUST POPULATION (PUCCINIA STRIIFORMIS F. SP. TRITICI)
IN KAZAKHSTAN**

Rsaliev Sh. S., Agabayeva A. Ch., Rsaliev A. S.
*Research Institute for Biological Safety Problems (RIBSP),
Gvardeyskiy, Kazakhstan, Shynbolat63@mail.ru*

The Kazakhstan population of yellow rust wheat for years 1985-1990 and 2002-2012 are studied. It has been shown that in connection with mass growth of yellow rust in region the race composition of agent of disease was changed and a new more virulent race was appeared. The separate races of *P. striiformis* f. sp. tritici from Kazakhstan and Uzbekistan were identical. However, many Kazakhstan races of this pathogen on virulent to Yr-lines are differentiated from races of other regions and countries.

Key words: differentiator varieties, race, virulence.

**СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ СЕПТОРИОЗА
НА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЕ В УСЛОВИЯХ
СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА**

Сагитов А. О., Аубакирова А. Т.
*Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантин растений
(КазНИИЗиКР), Алматы, Казахстан, a_sagitov@mail.ru*

Большой ущерб урожаю яровой пшеницы в Северном Казахстане наносят инфекционные болезни, из которых преобладает септориоз. В статье приведены данные наблюдений за 2006–2012 годы и показаны особенности сезонной динамики развития болезни в зависимости от климатических условий вегетационного периода.

Ключевые слова: развитие болезни, пораженность растений, симптомы заболевания, возбудитель болезни, эпифитотия, пикниды.

Северный Казахстан является главным зерносеющим регионом республики. Большой удельный вес в структуре посевов имеет яровая пшеница, занимая более 70% посевных площадей. В крайне изменчивых погодных условиях урожай и качество зерна сильно колеблется по годам. Одним из лимитирующих факторов продуктивности растений является фитосанитарное состояние посевов.

Для выявления наиболее распространенных и вредоносных заболеваний зерновых культур проводится ежегодный мониторинг фитосанитарной обстановки. Из пятнистостей на пшенице преобладает септориоз, который распространен повсеместно и проявляется ежегодно.

Септориоз листьев вызывается грибами *Septoria nodorum* Berk. и *Septoria tritici* Rob. et Desm. Поражение листьев грибом *S. tritici* называют также засыханием листьев. *S. nodorum* встречается преимущественно на пшенице и поражает как листья, так и колос. Обычно встречаются оба вида грибов (Васецкая и др., 1989). На листьях и стеблях пораженных растений появляются светлые, жел-

тые, светло-бурые, бурые или слабо выраженные пятна с темным ободком или без него. В центре пятна или по всей его поверхности расположены черные мелкие пикниды. Такие листья бледнеют и усыхают, а стебли бурют, сморщиваются и часто перегибаются. Ущерб от болезни заключается в уменьшении ассимиляционной поверхности и усыхании листьев, изломе стеблей в местах поражения узлов, недоразвитости колоса, преждевременном созревании хлебов. В результате, недобор урожая в районе поражения часто достигает 30%. При поражении колоса пятна появляются на колосковых чешуйках, вследствие чего колос становится пестрым, а иногда бурым. Зерна в пораженном колосе щуплые. Иногда заболевание может быть причиной стерильности колосьев (Чигирев, 1987).

Наши исследования проводились на производственных посевах Акмолинской области, Буландынского района. Наблюдения за развитием болезни проводили в течение вегетационного периода по основным фазам развития яровой пшеницы, начиная с начала кущения. На полях

площадью 100–200 га при учетах проходили по диагонали поля и в 10–20 точках без выбора осматривали по 10 растений. Интенсивность развития заболеваний на листьях и колосьях оценивали как процент пораженной поверхности по видоизмененной шкале Джеймса (James, 1971).

Пораженность растений болезнями, в основном, зависела от погодно-климатических условий вегетационного периода. Погодные условия в годы исследований заметно отличались. 2006 год характеризуется как умеренный по температурному режиму и увлажненности. 2007, 2009 и 2011 годы были увлажненными и благоприятными для физиологического роста растений, но в то же время способствовали развитию болезней культур. 2008 и 2010 годы были острозасушливыми с повышенными температурами, в 2012 году первая половина лета была увлажненная, а во второй половине — жаркая погода с дефицитом влаги (табл. 1).

Ежегодно септориозные пятнистости проявляются в первой половине июня в фазу кущения яровой пшеницы (табл. 2). Первые признаки поражения болезнью можно заметить уже в стадии всходов по заметному уменьшению роста побегов и бурым узлам на первых листьях проростков злаков (колеоптилях). Как правило, на листьях и листовых влагалищах проявлялись небольшие бурые некротические участки овальной формы, которые позднее разрастались в более крупные продолговатые или овальные пятна с желтоватыми зонами. Симптомы заболевания первоначально проявились в виде единичных светло-зеленых пятен, по мере развития количество пятен увеличивалось и они покрывали до одной-двух третей листовой поверхности, пятна постепенно бурели, приведя к полному засыханию листьев.

В умеренные и увлажненные годы септориоз был отмечен на всех обследованных площадях. Погода благоприятствовала развитию возбудите-

ля: затяжные дожди, высокая влажность воздуха, температура днем не превышала 23–25 °С. Начало проявления болезни отмечено с фазы кущения — начала выхода в трубку, затем прогрессировала до молочной спелости пшеницы. В фазе начала выхода в трубку распространение болезни достигло 10–15%. А к фазе колошения распространение достигло 60–80% со средней и сильной степенью развития. Основная масса инфекционного потенциала образовалась в нижней и средней части листьев, откуда возбудитель переходил на верхние листья и колос.

В связи с быстрым развитием болезни к фазе

Таблица 2. Сроки проявления и распространение септориоза на яровой пшенице

Год	Начало проявления болезни	Распространение септориоза в фазу колошения, %
2006	7 июня	75-80
2007	14 июня	80-85
2008	3 июня	45-55
2009	7 июня	80-90
2010	10 июня	35-40
2011	14 июня	85-95
2012	16 июня	85-90

колошения отмечено полное усыхание листьев нижнего яруса. После выпадения максимума июльских дождей болезнь начала прогрессировать, на отдельных участках приобретая характер эпифитотии. Это приводило к преждевременному усыханию листьев. Болезнь перешла с нижнего яруса на средний и частично на верхний ярус. Листья среднего яруса поражены до 50–70%, подфлаговый лист был поражен на 22–35%. После цветения развитие инфекции усилилось. Пятна

Таблица 1. Метеорологические условия в годы проведения исследований (по данным Чаглинского метеопоста)

Годы	Среднее количество осадков, мм; отклонение от средней многолетней, ±				Средняя температура воздуха, °С; отклонение от средней многолетней, ±			
	май	июнь	июль	август	май	июнь	июль	август
2006	40,5+9,2	47,5+10,8	34,3-28,2	23,7-22,3	11,7+0,4	24,5+3,9	17,9-1,5	14,3-1,9
2007	41,4+10,1	31,9-4,8	107,9+45,4	19,9-26,1	11,6+0,3	14,1-3,5	20,2+0,8	15,8-0,4
2008	24,1-7,2	30,5-6,2	49,5-13	11,0-35	14,7+3,4	19,5+1,9	23,1+3,7	20,4+4,2
2009	50,0+18,7	36,9+0,2	111,0+48,5	59,0+13	12,8+1,5	18,4+0,8	19,0-0,4	17,1+0,9
2010	28,2-3,1	12,7-24	20,1-42,4	25,0-21	13,9+2,6	21,4+3,8	20,3+0,9	20,9+4,7
2011	22,0-9,3	52,8+16,1	115,2+52,7	10,2-35,8	17,7+6,4	18,3+0,7	20,4+1,0	16,1-0,1
2012	24,2-7,1	71,4+34,7	20,9-41,6	31,0-15	14,2+2,9	20,7+3,1	23,8+4,4	19,3+3,1
Средние многолетние	31,3	36,7	62,5	46,0	11,3	17,6	19,4	16,2

на флаговом листе разрастались вдоль центральной жилки. Пятна приобретали бурый цвет, разрастались, сливаясь между собой, в результате чего листья среднего яруса на две трети засохли. К фазе налива зерна флаговый лист был поражен до 45%, подфлаговый лист почти полностью усох.

Образование пикнид отмечено к концу июля (фаза колошения-цветения). На крупных пятнах обнаружены пикниды, на мелких пятнах спороношения гриба не сформировались. При микроскопировании отмечены споры *S. tritici*.

На колосьях проявление болезни отмечено

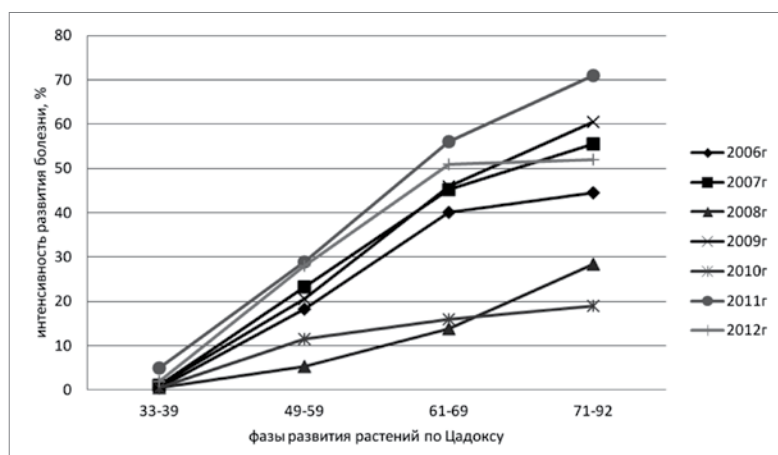


Рисунок 1. Характер развития септориоза на яровой пшенице в годы исследований (Акмолинская область, Буландынский район, 2006–2012 гг.)

в фазе цветения. На колосковых чешуях и пленках по всей длине колоса часто образовывались фиолетово-бурые пятна. Поражение колоса отмечено до 25%. Распространение септориоза на колосьях достигало до 30,3%, развитие до 10–15%. В сырую погоду в отмершей ткани образовывались небольшие темные пикниды.

В засушливые годы развитие болезни было слабым, отмечено поражение листьев только нижнего яруса и частично среднего. Болезнь проявилась во второй декаде июня в фазу кущения в виде мелких хлоротичных пятен. В фазе кущения — начала выхода в трубку распространение септориоза составило 5–10%, развитие 1–5%. Но из-за сухой и жаркой погоды развитие болезни сдерживалось, и в фазе колошения распространение болезни не превышало 20–30%, а развитие 5–10%. После выпадения июльских дождей болезнь начала прогрессировать. Распространение в фазе цветения составило 45–60%, развитие на среднем ярусе листьев 25–45%, на флаговом листе распространение 10–15%, развитие 5%.

В 2012 году быстрое развитие болезни отмечено в первой половине лета. После выпадения повсеместных дождей в конце июня болезнь начала прогрессировать, и в начале июля отмечено массо-

вое развитие болезни на листьях как нижнего, так и среднего яруса, на ранних посевах было отмечено поражение флаговых листьев. Появление пикнид отмечено с 27 июня. Распространение болезни к этому времени составило 10–50%, развитие более 25%. К 11 июля отмечено массовое появление пикнид на листьях как нижнего, так и среднего яруса. Распространение болезни составляло 11–95%, развитие до 60%. В связи с высокими температурами и атмосферной засухой в июле развитие болезни и заражение еще зеленых листьев верхнего яруса приостановилось (рис. 1).

Как показали учеты, за последние годы распространение и развитие болезни зависело от складывающихся условий погоды. Проанализировав метеопоказатели июня, июля и сроки проявления первых признаков болезни, увязав их по годам наблюдений, можно сделать выводы, что в исследуемой зоне раннему проявлению септориоза в большей мере способствует обильные осадки в июне и температура воздуха ниже или в пределах нормы. Частые дожди во 2–3 декадах июня и умеренная температура воздуха в этот период были благоприятны для накопления инфекции, что способствовало значительному развитию заболевания в июле.

Следовательно, развитие начинается с фазы кущения, сильно прогрессирует в июле (выход в трубку), наибольший пик распространения наблюдается в середине лета (фаза цветения), в августе происходит заметный спад, а в сентябре развитие болезни прекращается.

Таким образом, в степной зоне Акмолинской области проявление и развитие септориоза зависит от погодных условий вегетационного периода. Массовому распространению септориоза в агроценозах яровой пшеницы способствуют погодные условия со значительным количеством осадков в июне — июле, дневная температура воздуха в эти месяцы не должна превышать +30 °С, среднесуточная должна составлять +14... +21 °С.

Во влажные годы развитие болезни достигает сильной степени (56,5–71%) и носит характер эпифитотии, чем причиняет значительный ущерб урожаю, а в засушливые годы не превышает слабой и средней степени развития (19–28%). Следовательно, необходимо применение химических защитных мероприятий в годы с достаточным или избыточным увлажнением, в острозасушливые годы и годы с недостаточным увлажнением применение фунгицидов будут не оправданы и требуют большой осторожности.

Литература

- Васецкая М. Н., Алипбекова Ч. А. и др. Видовой состав возбудителей септориоза на территории Казахстана, Западной Сибири, Южного Урала и Киргизии // Тезисы докладов VIII конференции по спорным растениям Средней Азии и Казахстана, Ташкент, 1989, 99 с.
- Чигирев С. М. Обоснование мер борьбы с септориозом яровой пшеницы на северо-востоке Казахстана // Автореф. дисс. М., 1987, 23 с.
- James W. E. An illustrate of series of assessment diseases preparation and usage // Can. Plant Dis. Surv., 1971, 51, 2, p. 36–65.

SEASONAL DYNAMICS OF SEPTORIA DEVELOPMENT ON SPRING WHEAT IN NORTHERN KAZAKHSTAN

Sagitov A. O., Aubakirova A. T.

Kazakh-scientific research Institute of Plant Protection and Quarantine (KazNIIZKR),
Almaty, Kazakhstan, a_sagitov@mail.ru

Extensive damage to crops of spring wheat in northern cause infectious diseases, of which prevails. The article presents the observations of the years 2006–2012 and shows the features of the seasonal dynamics of the disease, depending on the climatic conditions of the growing season.

Key words: Kazakhstan, wheat, disease, Septoria, symptoms.

ПОЛЕВЫЕ ИСПЫТАНИЯ *BACILLUS THURINGIENSIS* ШТАММ 20 С ЦЕЛЮ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ БОБОВОЙ КУЛЬТУРЫ — ЛЮЦЕРНЫ НА ЮГЕ КАЗАХСТАНА

Саданов А. К.¹, Шорабаев Е. Ж.², Ултанбекова Г. Д.¹, Шемшюра О. Н.¹,
Таубекова Г. К.¹, Бекмаханова Н. Е.¹, Махамбетова Г. М.¹

¹ РГП «Институт микробиологии и вирусологии» КН МОН РК,
Алматы, Казахстан, ultanbekova77@mail.ru

² Филиал РГП «Институт микробиологии и вирусологии» КН МОН РК, Кызылорда, Казахстан

В Институте микробиологии и вирусологии КН МОН РК получен новый штамм *Bacillus thuringiensis* с высокой инсектицидной активностью. Штамм выделен из природного материала с мест естественной гибели насекомых Южно-Казахстанской области (личинок *Phytonomus variabilis*).

Ключевые слова: люцерна, долгоносик, штамм *Bacillus thuringiensis*, биопрепарат.

Люцерна — культура многопрофильного применения, которая используется на корм в виде зеленой массы, сена и сенажа, как сырье комбинированных кормов и незаменимый компонент травосмесей для создания культурных пастбищ. Свойства люцерны как накопителя азота, восстановителя структурности и водно-физических показателей почв, реализуются при выращивании в виде сидерата и включения в севообороты в качестве предшественника. Ее растения богаты белком, углеводами, минеральными солями, витаминами и другими биологически активными

веществами. Люцерна имеет очень широкую область распространения ввиду высокой урожайности и низкой себестоимости получаемых из нее кормов. Введение люцерны во все типы севооборотов оказывает огромное влияние на рост урожайности последующих культур, улучшение качества получаемой из них продукции и повышение плодородия почв (Синицына, 2000).

Вредители люцерны. Отряд: жесткокрылые — Coleoptera, семейство Долгоносики — Curculionidae, представитель этого семейства листовой люцерновый долгоносик (*Phytonomus*

variabilis Hrbst). Вредители многолетних бобовых культур жуки объедают листья с краев, а на сочных стеблях выгрызают ямки. С появлением боковых веточек питаются их верхушками, выедают отверстия в прилистниках. Вред от жуков незначительный, наибольший ущерб наносят личинки. Сначала они питаются молодыми почками, впоследствии выгрызают на листьях продолговатые отверстия, уничтожают верхушки стеблей, зачаточные и молодые листья, бутоны. Личинки старших возрастов перегрызают стебли с соцветиями. Поврежденные растения имеют серый цвет, завязи засыхают (Шамуратов, Деордиев, 1990).

В Институте микробиологии и вирусологии КН МОН РК получен новый штамм *Bacillus thuringiensis*-20 с высокой инсектицидной активностью. Штамм выделен из природного материала с мест естественной гибели насекомых Южно-Казахстанской области (личинки *Phytonomus variabilis*).

Целью исследования была оценка эффективности применения культуральной жидкости *B. thuringiensis* штамм 20 для борьбы с листовым

долгоносиком (*Phytonomus variabilis*) — вредителем люцерны в полевых условиях Южного Казахстана.

B. thuringiensis штамм 20 выращивали в течение 7 суток на орбитальном шейкере (180–200 об/мин) при температуре 28 °С. Для роста штамма использовали пептонно-дрожжевую среду. Биопрепарат готовили в виде жидкой формы с титром 2,4×10¹⁰.

Растения обрабатывали в вечернее время при помощи опрыскивателя. Учет зеленой массы проводили до обработки и на 7, 14, 21 дни после опрыскивания. Оценку эффективности действия биопрепарата проводили в крестьянских хозяйствах Кызылординской и Чимкентской областей.

Установлено, что даже однократная обработка сохраняла зеленую массу люцерны на 40–50% на экспериментальных участках по сравнению с необработанными полями. В крестьянских хозяйствах Кызылординской области, при применении биопрепарата на основе *Bacillus thuringiensis*-20, процент поврежденных растений составлял 5–8%. В контроле этот показатель был в 5–6 раз выше.

Литература

Синицына А. А. Защита семенной люцерны от вредителей и сохранение ее опылителей в условиях Краснодарского края // Автореферат, Крас., 2000, 167 с.

Сельскохозяйственная энтомология. Ред. В. Н. Щеголев. М., Л., Гос. изд. сельскохозяйств. лит., 1955, 616 с.

Шамуратов Г. Ш., Деордиев И. Т. Листовой люцерновый долгоносик и снижение его численности // Сборник научных трудов., Нукус., Каракалпакстан, 1990, с. 15–17.

FIELD TESTING OF THE BACILLUS THURINGIENSIS STRAIN 20 IN ORDER TO INCREASE PRODUCTIVITY OF THE LEGUMINOUS CULTURE — LUCERNE IN THE SOUTH OF KAZAKHSTAN

Sadanov A. K. ¹, Shorabaev E. Zh. ², Ultanbekova G. D. ¹, Shemshura O. N. ¹,
Taubekova G. K. ¹, Bekmahanova N. E. ¹, Makhambetova G. M. ¹

¹ RSOE «Institute of Microbiology and Virology», CS MES RK, Almaty, Kazakhstan, ultanbekova77@mail.ru

² Branch of RSOE «Institute of Microbiology and Virology», CS MES RK, Kyzylorda, Kazakhstan

The new strain *Bacillus thuringiensis*-20 with high insecticidal activity have been received in the Institute of Microbiology and Virology, CS MES RK. The strain was isolated from the natural material selected in the places of natural death of insects in the South Kazakhstan region (larvae of *Phytonomus variabilis*).

Keywords: *Bacillus thuringiensis*, biological preparation, lucerne, weevil.

ФУНГИЦИДНАЯ АКТИВНОСТЬ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *TRICHODERMA* В ОТНОШЕНИИ ФИТОПАТОГЕННЫХ И ПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ

Садыкова В. С.¹, Кураков А. В.², Лысенко А. Е.²

¹ Научно-исследовательский институт по изысканию новых антибиотиков имени Г. Ф. Гаузе
РАМН, Москва, Россия, *sadykova_09@mail.ru*

² Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова

620 штаммов 8 видов рода *Trichoderma*, изолированных из различных компонентов наземных экосистем Средней Сибири и Крайнего Севера, исследованы на фунгицидную активность и разнообразие морфотипов. Установлено наличие 4 культурально-морфологических типов и наиболее частая встречаемость антагонистов среди изолятов 2-го морфотипа. 48 штаммов этого морфотипа были изучены детально и *T. asperellum* Mg-6, *T. harzianum* M99/5, *T. koningii* ТСЛ-06, *T. viride* TV4-1 и *T. harzianum* M99/51 были выявлены как наиболее активные антагонисты к фитопатогенам родов *Bipolaris*, *Alternaria* и *Fusarium*, условно-патогенным аспергиллам и патогенам *Candida albicans*, *Aspergillus fumigatus* и *A. niger*. Масс-спектрометрия экстрактов антибиотиков из культуральной жидкости штамма TV4-1 позволяет полагать, что они представлены пептабиолами — триховиринами 2-го типа.

Ключевые слова: грибы, *Trichoderma*, фунгицидная активность, пептабиолы.

Со времени описания представителей рода *Trichoderma* в 1794 году Х. Персоном и установления у них Р. Вайдлингом (Weindling, 1934) антибиотической активности и микопаразитизма к ним приковано пристальное внимание исследователей, разрабатывающих препараты для защиты растений от фитопатогенов и занимающихся поиском биологически активных веществ. К настоящему времени установлено, что грибы рода *Trichoderma* синтезируют более 200 биологически активных веществ (Rejño, 2008), причем среди них есть перспективные для применения в медицине и сельском хозяйстве. Поэтому важно продолжать поиск новых интересных в биотехнологическом аспекте штаммов этого рода. Наиболее актуально проведение таких работ для удаленных, мало изученных районов, часто характеризующихся экстремальными условиями. Известно, что растительность, климат и экологические факторы определяют не только представленность конкретных видов и популяций, но и особенности их метаболизма и биологической активности.

Целью работы являлся поиск новых продуцентов антимикотиков среди изолятов рода *Trichoderma*, выделенных из различных компонентов наземных экосистем на территории Средней Сибири и Крайнего Севера.

В задачи исследования входило:

- изучение гетерогенности видов рода *Trichoderma* (по культурально-морфологическим свойствам, антибиотической активности и вегетативной совместимости);
- поиск штаммов рода *Trichoderma* с высокой антагонистической активностью к фитопато-

генным грибам для создания биопрепарата для защиты растений;

- изучение фунгицидной активности штаммов рода *Trichoderma* в отношении условно-патогенных и патогенных мицелиальных микромицетов и дрожжей для отбора продуцентов антимикотиков и определение химического строения этих соединений.

620 штаммов, относящихся к восьми видам, было выделено из образцов подстилки и минеральных горизонтов не нарушенных и окультуренных почв, корневой зоны и семян хвойных, злаков и плодовых тел макромицетов, отобранных в разных природных зонах Средней Сибири и Крайнего Севера.

Среди природных изолятов наблюдается значительное морфологическое и генетическое разнообразие. Первые сведения о спонтанной изменчивости при хранении промышленных штаммов были отмечены исследователями, еще до использования в систематике грибов рода *Trichoderma* молекулярно-генетических методов. Так, при характеристике промышленных штаммов *Trichoderma lignorum* (мутантного штамма T-899) и *Trichoderma harzianum* (штамм M-99), рекомендованных для защиты сельскохозяйственных культур (Отчет НИИСХ, 1984), наблюдали выщепление участков колоний и формирование при последующих пересевах колоний, нетипичных для заявленного описания продуцента.

В отличие от природных гетерокариотических штаммов (содержащих различные генотипы в пределах одного организма), промышленные культуры должны быть гомокариотическими,

что предотвращает нежелательную вариабельность их свойств (Harman et al., 2003). Критерием отбора продуцентов для биотехнологических производств является стабильность культурально-морфологических признаков (Алимова, 2006; Садыкова, 2012). При расसेве исходных штаммов и получении моноспоровых клонов существенными могут быть, например, такие признаки, как различия в форме и размерах конидий (Громовых, 2002; Садыкова, 2003).

Для микроскопических грибов установлена возможность существования корреляции между принадлежностью изолятов к определенному культурально-морфологическому типу вида и образованием ими антибиотиков или токсинов.

Популяции рода *Trichoderma* представлены четырьмя культурально-морфологическими типами, представленность которых у разных видов различна, также как и частота встречаемости реакций вегетативной совместимости между клонами (Садыкова, 2012). Изучение большой выборки штаммов 8 видов показало, что образование антибиотиков сопряжено с их принадлежностью ко 2-му культурально-морфологическому типу. Поэтому для дальнейшего детального скрининга было отобрано 42 моноспоровых штамма 2-го морфотипа всех 8-ми видов, выделенных из разных эколого-трофических ниш.

Оценка антибиотической активности этих 42 штаммов к наиболее вредоносным фитопатогенам злаков и хвойных выявила наличие межвидовых и внутривидовых различий в спектре их действия к представителям родов *Bipolaris*, *Alternaria* и *Fusarium*. Штаммы *T. viride* проявляли высокую антибиотическую активность в отношении фитопатогенов рода *Bipolaris*, среднюю и низкую к — *Fusarium* spp. Штаммы *T. asperellum* характеризовались еще большими различиями в степени ингибирования тест-культур фитопатогенных видов. Активные антагонисты были выявлены среди штаммов 2-го морфотипа всех 8-ми видов. На основании максимальной антибиотической активности и способности к микопаразитизму к достаточно большому числу фитопатогенных грибов нами были отобраны три штамма — *T. asperellum* Mg-6, *T. harzianum* M99/5 и *T. koningii* ТСЛ-06. Они были предложены для производства препарата триходермина по защите

от грибных инфекций злаковых и лесных культур в питомниках. Проведенная работа подтвердила необходимость широкомасштабной селекции штаммов-антагонистов по отношению к конкретным возбудителям болезней растений и показала, что среди изолятов 2-го морфотипа есть штаммы, обладающие высокой фунгицидной активностью. Они характеризуются также другими важными для биоагента свойствами — высокой радиальной скоростью роста и синхронной споруляцией, способностью к деструкции лигноцеллюлозы, что позволяет использовать при производстве биопрепарата отходы деревообрабатывающей промышленности. Технологический регламент для получения триходермина был разработан и полученный на его основе препарат прошел полевые испытания с положительным результатом.

Оценка фунгицидного действия штаммов в отношении тест-культур условно-патогенных грибов *Aspergillus oryzae*, *A. niger*, *A. fumigatus*, *A. terreus*, *A. nidulans*, *A. ustus*, *A. fisheri*, *A. flavus* и патогенов *Aspergillus niger*, *A. fumigatus* и *Candida tropicalis* показала, что максимальной активностью к ним обладают *T. viride* TV4-1 (ВКМ F4341D) и *T. harzianum* M99/51 (ВКПМ F-1027). Как и в случае с антагонистами грибов-фитопатогенов, эти штаммы были изолированы из почвы. Экстракты (бутанолом и этилацетатом) культуральной жидкости этих штаммов эффективно подавляли рост патогенных и условно-патогенных тест-культур. Оптимизированы условия культивирования и состав среды синтеза этих антибиотиков. Максимальную продукцию антибиотиков наблюдали при комбинированном способе культивирования штаммов на жидкой среде с добавлением неохмеленного сусла. Методом тонкослойной хроматографии выделены и очищены активные антибактериальная и антигрибная фракции и проведен их масс-спектрометрический анализ. Активные вещества, предположительно, могут представлять собой комплекс компонентов триховирина 2-го типа, относящихся к пептаиболам.

Итак, отобраны обладающие стабильными культурально-морфологическими признаками штаммы, продуценты соединений, эффективных для контроля фитопатогенных грибов, условно-патогенных и патогенных грибов.

Литература

- Александрова А. В., Великанов Л. Л., И. И. Сидорова. Исторический обзор и современная система рода *Trichoderma* // Микология и фитопатология, 2004, 38, 1, с. 3–23.
- Алимова Ф. К. Биологическое разнообразие видов рода *Trichoderma* (Fungi, Ascomycetes, Hypocreales) и их роль в функционировании микробиоты и защите растений в агроценозах различных почвенно-климатических зон на территории Республики Татарстан. Дисс. на соискание ученой степени доктора биологических наук, 2006, Казань: КГУ, 350 с.

Громовых Т. И. Фитопатогенные микромицеты семян хвойных в Средней Сибири: видовой состав, экология, биологический контроль. Дисс. доктора биол. наук, 2002, Москва, МГУ, 326 с.

Садыкова В. С. Экология грибов рода *Trichoderma* бассейна реки Енисей, их биологические свойства и практическое использование. Дисс. доктора биол. наук, Москва, МГУ, 2002, 326 с.

Harman, G. E., Howell C. R., Viterbo A., Chet I., Lorito M. *Trichoderma* species-opportunistic, avirulent plant symbionts // *Nature Review Microbiology*, 2004, 2, p. 43–56.

Reino, J. L., Guerriero R. F., Hernandez-Gala R., Collado I. G. Secondary metabolites from species of the biocontrol agent *Trichoderma* // *Phytochem Rev.*, 2008, 7, p. 89–123.

Weindling R. Experimental consideration of the mold toxins of *Gliocladium* and *Trichoderma* // *Phytopathology*, 1941, 31, p. 991–1003.

FUNGICIDAL ACTIVITY OF STRAINS OF GENUS TRICHODERMA AGAINST PHYTOPATHOGENIC AND PATHOGENIC FUNGI

Sadykova V. S.¹, Kurakov A. V.², Lysenko A. E.²

¹ Gause Institute for Search of New Antibiotics, Russian Academy of Medical Sciences; Moscow, Russia, sadykova_09@mail.ru

² Lomonosov Moscow State University, Biological Faculty, Moscow, Russia

620 strains of 8 species of genus *Trichoderma* isolated from different components of terrestrial ecosystems of Middle Siberia and Extreme North were tested for antifungal and representativeness of their morphotypes. It was established that they represent 4 cultural-morphological types and antagonists most often were among strains of 2nd morphotype. 48 strains of 2nd morphotype were studied in details and *T. asperellum* Mg-6, *T. harzianum* M99/5, *T. koningii* ТСЛ-06, *T. viride* TV4-1 and *T. harzianum* M99/51 were found as most active antagonists against phytopathogens of genera *Bipolaris*, *Alternaria* and *Fusarium*, opportunistic aspergillums species and pathogenic strains of *Candida albicans*, *Aspergillus fumigatus* and *A. niger*. The mass-spectrometric analysis of antibiotics from liquid medium of the strain TV4-1 allows proposing that they could be peptaibols — trichovirins of 2-nd types.

Key words: fungi, *Trichoderma*, fungicidal activity, peptaibols.

ЭПИФИТОТИИ РЖАВЧИНЫ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР: РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВО ВРЕМЕНИ И В ПРОСТРАНСТВЕ

Санин С. С.

ГНУ ВНИИФ Россельхозакадемии, Московская обл.,
п. Большие Вяезмы, Россия, vniif@vniif.ru

Изучены закономерности возникновения эпифитотий ржавчины зерновых культур и их развития во времени и в пространстве. Определены факторы, влияющие на накопление спор в очагах поражения, их эмиссию в воздух, формирование «споровых» облаков, горизонтальную и вертикальную диффузию спор в атмосфере, оседание на посевы, заражение растений, развитие болезни и потери урожая зерна. Составлены системы математических уравнений, моделирующих эти процессы.

Ключевые слова: эпифитотии, ржавчина, математические модели, эмиссия спор, фитосанитарный прогноз.

В 1962 году мой учитель, доктор биологических наук, профессор Константин Михайлович Степанов опубликовал монографию «Грибные эпифитотии». В этой книге автор впервые обозначил эпифитотиологию как научную дисциплину,

а эпифитотии как динамичные, целостные процессы, протекающие на фоне воздействия комплекса биотических и абиотических факторов в системе паразит → растение → окружающая среда. Позже были работы Ван дер Планка

(1966), Кранца (1979), других авторов, но это было уже позже. По этой причине, а также учитывая прекрасную научную аргументированность изложенных в монографии позиций, К. М. Степанова можно отнести к основателям не только отечественной, но и мировой эпифитотологии. В подзаголовке монографии К. М. Степанов определил ее как введение в общую эпифитологию грибных болезней растений. Он планировал опубликовать работы по частной эпифитологии отдельных болезней растений, но этим планам не суждено было осуществиться. Будучи учеником К. М. Степанова, я попытался восполнить этот пробел в части эпифитологии ржавчинных зерновых культур.

Развитие тех или иных эпифитотий сельскохозяйственных растений с анемафорным (воздушным) характером распространения инокулюма может происходить по типу эндемичных или экзодемичных болезней. В первом случае заразное начало постоянно сохраняется и воспроизводится в районе возделывания культуры, во втором — болезнь возникает от инокулюма, привносимого от удаленных источников инфекции. Зачастую на одном поле, в один год эпифитотия может развиваться как от местного, так и привнесенного инокулюмом. Как при эндемичном, так и при экзодемичном типах эпифитотии, процесс развития болезни состоит из постоянно повторяющихся эпифитотологических циклов, число которых на той или иной территории определяется складывающимися агроэкологическими условиями.

Объектами наших исследований служили бурая (возбудитель *Puccinia triticina* Eriss (син. *P. recondita* F. sp. *tritici*), стеблевая (*Puccinia graminis* Pers.) и желтая (*Puccinia striiformis* West.) ржавчины, являющиеся наиболее распространенными и вредоносными заболеваниями пшеницы — основной продовольственной культуры России. Изучение закономерностей развития



Рисунок 1. Этапы эпифитотологического цикла развития аэрогенных инфекций

и распространения ржавчины во времени и в пространстве, а также математическое моделирование этих процессов, проводили с учетом этапов, составляющих каждый эпифитотологический цикл (рис. 1).

Накопление инфекционного начала в очагах поражения

Литературные сведения о репродуктивной способности ржавчинных грибов весьма противоречивы (Гойтман, 1954; Стэкман и др., 1959). Такие противоречия объясняются разными методами исследований, неодинаковой устойчивостью применяемых в опытах сортов и другими факторами. Это не позволяло оценивать очаги поражения в количественном отношении как источники биологического аэрозоля.

В связи с этим, был разработан оригинальный метод определения количества образовавшихся на растениях спор *in vivo* непосредственно в поле при меняющихся условиях внешней среды (Санин и др., 1975). Значительный объем экспериментальных данных, полученных с использованием этого метода (более 3000 измерений), позволил выявить факторы, влияющие на репродуктивную способность изучаемых ржавчинных грибов, разработать математические уравнения для расчета количества спор, образуемых ими при разных агроэкологических условиях. Система уравнений для оценки количества образующихся на посевах спор, и другие уравнения представлены в журнальных публикациях и монографии «Эпифитотии болезни зерновых культур; теория и практика» (Санин, 2012).

Таблица 1. Количество урединиоспор возбудителя бурой ржавчины пшеницы (шт.), образующихся за 1 сутки на 1 га пораженных посевов восприимчивого сорта

Интенсивность развития уредиальной стадии, %	Площадь поверхности листьев на 1 стебле, см ²			
	5	25	50	100
5	3,0 x 1010	1,5 x 1011	3,0 x 1011	6,0 x 1011
25	1,5 x 1011	7,5 x 1011	1,5 x 1012	3,0 x 1012
50	3,0 x 1011	1,5 x 1012	3,0 x 1012	6,0 x 1012
100	6,0 x 1012	3,0 x 1012	6,0 x 1012	1,2 x 1013

С использованием разработанных формул были рассчитаны количественные параметры зараженного ржавчиной посева пшеницы как источника биологического аэрозоля (табл. 1). Как видно из данных таблицы 1, колоссальная репродуктивность ржавчинных грибов является одним из факторов их высокой эпифитотийности.

Эмиссия инфекционного начала в воздух

Изучению механизмов и условий освобождения спор посвящены многие исследования (Степанов, 1935; Горленко, 1975; Грегори, 1961 и др.). Однако большинство из них носит, в основном, познавательный характер, и на их основе невозможно оценить количество спор, поднимаемых в воздух с пораженных посевов и, тем самым, определить опасность, которую они представля-



Рисунок 2. Схема полетов при определении эмиссии спор, пораженных посевов и вертикальной структуры «споровых» облаков

ют как источники инфекции. В Северо-Кавказском научно-исследовательском институте фитопатологии (в настоящий период ГНУ ВНИИ биологической защиты) были разработаны серии приборов для анализа содержания спор в воздухе, один из которых, устанавливался на самолете АН-2 и позволял регистрировать инокулюм в пограничном слое атмосферы (СОЗ АМ, ПЛС 71М, ПАРЗ — 1 м). Для обработки полученных результатов была оборудована авиационная фитопатологическая лаборатория и разработана методика исследовательских полетов для изучения эмиссии спор в воздух. Полеты проводились синхронно с определением количества спор, образующихся на посевах и наблюдениями за метеорологическими условиями. За годы исследований было проведено 142 полета с прибором ПАРЗ-1М.

Количество спор ржавчины, поднимаемых в воздух, определялось количеством образу-

ющихся на посевах спор, состоянием посева и погодными факторами. Степень варьирования этого показателя в зависимости от складывающихся условий представлена в таблице 2. Показано, что метеорологическими факторами, ответственными за вынос спор, являются: скорость ветра (м/сек.), дефицит испарения (мм), увлажненность травостоя, период выноса спор (час). В результате камеральной обработки массива данных разработана система математических уравнений для расчета числа спор, поднимаемых в воздух в единицу времени (Санин, 2012).

Перенос спорных масс («споровых облаков») воздушными потоками

Известны эмпирические и теоретические решения, моделирующие распространение мелкодисперсной примеси в атмосфере (Дунский и др., 1956, 1986). Однако они выполнены, главным образом, для техногенных загрязнений и ограниченных расстояний от источника примеси. Нами было предпринято более 300 специальных полетов, в ходе которых осуществлено 2210 высотных зондирований атмосферы на разных расстояниях от источника. На основе этого, проверена достоверность существующих моделей переноса примеси на возможность их использования для решения фитосанитарных задач. Были изучены закономерности формирования спорных облаков, высота их переноса, вертикальная и горизонтальная структура облаков, сохранение жизнеспособности спор в атмосфере и др. Установлено, что модели Дунского В. Ф. и других авторов, основанные на теоретических предпосылках, обеспечивают высокое сходство расчетных данных с фактическими только при малых расстояниях от источника (≤ 100 м). В таблице 3 представлены экспериментально параметризованные метеорологические условия, определяющие перенос спорных облаков на разные расстояния от источника.

Таблица 2. Количество урединоспор возбудителей ржавчины зерновых культур, выносимых с пораженных посевов пшеницы

Возбудитель	Количество выносимых спор (шт./га)		% выносимых спор	
	за один час	за одни сутки	интервал варьирования	средний
<i>P. graminis f.sp. tritici</i>	$2,2 \times 10^7 \div 2,5 \times 10^{11}$	$3,0 \times 10^8 \div 6,0 \times 10^{12}$	0,3 ÷ 44,8	13,0
<i>P. striiformis</i>	$3,8 \times 10^7 \div 2,4 \times 10^{11}$	$5,6 \times 10^8 \div 4,2 \times 10^{12}$	1,0 ÷ 29,4	12,5
<i>P. triticina</i>	$2,2 \times 10^7 \div 5,0 \times 10^{11}$	$2,1 \times 10^8 \div 8,0 \times 10^{11}$	0,7 ÷ 26,7	7,1

Таблица 3. Метеорологические условия, определяющие оседание или перенос споровых облаков на разные расстояния от источника

Оседание спор в приземном слое атмосферы или перенос на небольшие расстояния от источника (микромасштаб)	Площадь поверхности листьев на 1 стебле, см ²
1. Конденсация атмосферного водяного пара (роса, туманы, морось); 2. Умеренная и слабая неустойчивость ($\gamma \approx 0,3 \div 0,6$ °C/100м), слабая устойчивость пограничного и приземного слоев атмосферы ($\gamma \approx +0,3 \div -0,3$ °C/100м); 3. Слабые восходящие и интенсивные нисходящие токи ($W < +0,6$ м/с); 4. Высокий балл облачности (> 8 баллов); 5. Сильная приземная инверсия ($\gamma > -0,3$ °C/100м); 6. Относительная влажность воздушной массы > 80 %; 7. Скорость ветра $> 4,0$ м/с	1. Сильная неустойчивость приземного и пограничного слоев атмосферы ($\gamma > 0,6$ °C/100м); 2. Интенсивные восходящие конвективные токи ($W > +0,6$ м/с); 3. Облака конвекции, слоистые облака, облачные системы фронтального происхождения (< 6 баллов); 4. Сильные приподнятые инверсии ($\gamma > -0,3$ °C/100м); 5. Относительная влажность воздушной массы < 60 %; 6. Скорость ветра $< 4,0$ м/с

Выявлено что важная роль в переносе спор принадлежит облакам конвекции, облачным системам фронтального происхождения, инверсионным воздушным слоям. Концентрация спор в подоблачном и облачном слоях кучевых и слоистых облаков резко возрастает, что объясняется их аккумуляцией этими системами (рис. 3). Показано, что урединиоспоры гриба *P. graminis* на фоне воздействия солнечной радиации сохраняют свою жизнеспособность в течение 2-3х суток, *P. trititina* — 1,5-2,5 суток, а *P. striiformis* — 8-9 часов. На основании полученных данных разработана система математических уравнений, моделирующих перенос спор воздушными потоками (Санин, 2012).

Оседание инфекционного начала на посевы

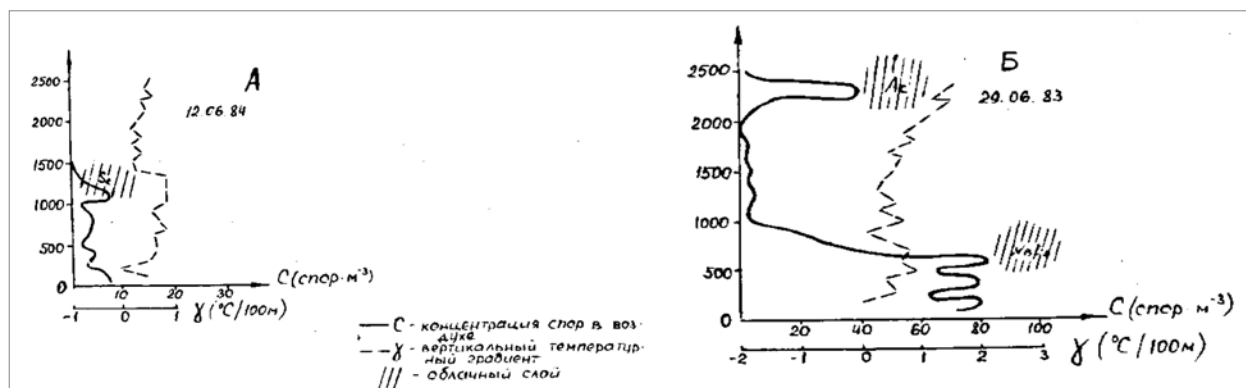
При удалении от источника на взвешенный в воздухе инокулюм воздействуют механизмы осадения, из которых наиболее важная роль принадлежит «сухому» осадению и «влажному» выведению или вымыванию осадками (Грегори, 1964). Сухое осадение воздушной примеси, имеющей размеры спор фитопатогенных грибов, происходит вследствие гравитации, инерционного оседания и поглощения подстилающей поверхностью. Основными параметрами, характеризующими в полевых условиях интенсивность оседания спор при «сухом» осадении, являются

скорость осадения, а при «влажном» — коэффициент вымывания.

Для количественного исследования этих показателей была проведена серия наземных и авиационных экспериментов. При наземных опытах споры распыляли на высоте 6–25 м, а при авиационных — на высотах от 300 до 1000 м. При изучении процесса вымывания опыт (полеты) проводили в зоне осадков. Выявлено, что скорость оседания зависит от устойчивости атмосферы и скорости ветра, а коэффициента вымывания — от продолжительности осадков. На основании полученных результатов составлена система уравнений, моделирующих эти процессы (Санин, 2012).

Развитие болезни во времени на зараженных посевах

Моделирование развития эпифитотий ржавчины при заносе инфекционного начала на ту или иную территорию включает несколько этапов. Такими этапами являются: сохранение спор в количественном и качественном отношении на растениях до момента заражения, первичное заражение растений, развитие болезни во времени на зараженных посевах, вредоносное воздействие заболевания на растение-хозяина. В связи с этим, нами проведены серии лабораторных (в аэродинамической трубе), тепличных и полевых экспериментов.

Рисунок 3. Концентрация урединиоспор *P. trititina* в подоблачном (А) и облачном (Б) слоях атмосферы

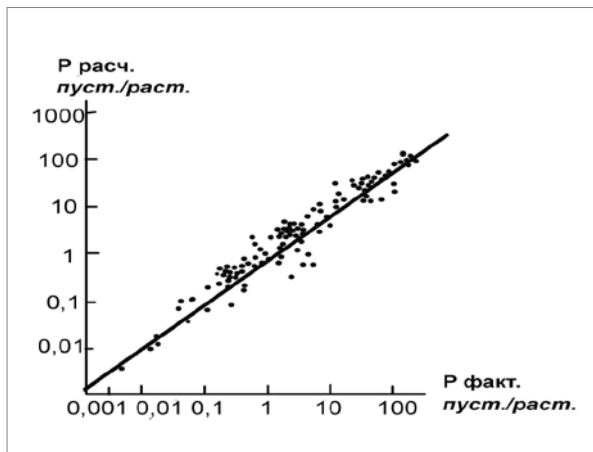


Рисунок 4. Соответствие рассчитанной по уравнениям и фактической интенсивности проявления стеблевой ржавчины (пус./раст.)

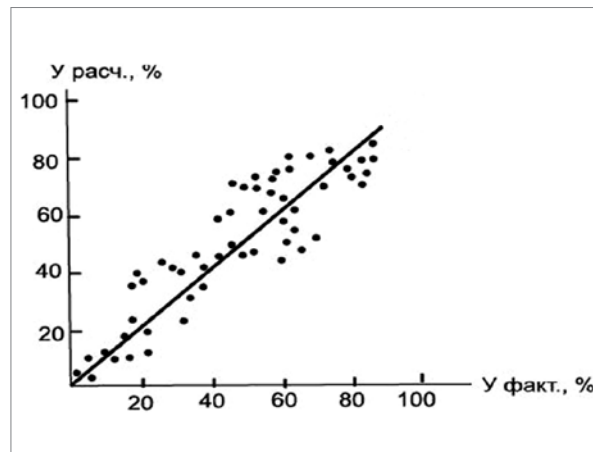


Рисунок 5. Соответствие рассчитанных по уровням значений снижения урожая от стеблевой ржавчины с фактическими потерями

Выявлено, что сохранение спор на растениях зависит от длительности их нахождения в контакте с растением, скорости ветра, продолжительности осадков. Интенсивность проявления первичной инфекции определяют такие факторы, как количество спор на момент существования инфекции, устойчивость сорта, фаза развития растения, продолжительность жидко-капельного увлажнения растений; средняя температура воздуха за период увлажнения и некоторые другие. Для каждого из этих этапов разработаны системы моделирующих уравнений (Санин и др., 1974; Санин, Стрижекозин и др., 1984; Пыжикова, Стрижекозин, Санин, 1986; Санин и др., 2010; Санин, 2012). Полученные с их использованием результаты показали удовлетворительную точность расчетных и фактических данных (рис. 4–5).

Развитие эпифитотий в пространстве

Развитие эпифитотий в пространстве схематически представлено на рисунке 7. Описать этот процесс можно следующим образом. В очагах резервации инфекции после проявления болезни происходит эмиссия спор в воздух. Споры переносятся в основной массе в приземном слое атмосферы (100–200 м) на расстояния <math> < 1,0 \times 10^4 </math> м (первая зона энфитотийного развития) и, частично, в пограничном слое атмосферы (500–2000 м) на растения >math> > 1,0 \times 10^5 </math> м, где формируются очаги экзофитотийных инфекций. Через 7–12 дней (по-

сле окончания инкубационных периодов) начинается эмиссия спор в первой зоне энфитотийного развития и в очагах экзофитотийных инфекций и так далее. Таким образом, болезнь распространяется как бы волнами, «захватывая» с каждой новой волной все новые территории. Удаление районов энзофитотийных инфекций соответствует в подавляющем большинстве случаев расстояниям суточных (дневных) переносов спор. При средней скорости ветра 5–10 м/с (18,0–36,0 км/час) и продолжительности переноса 8–12 часов (период конвективных восходящих потоков) суточный перенос составляет 150–450 км в сутки.

Данный процесс развития эпифитотий был подтвержден нами с помощью специальных исследовательских полетов и наземных обследований. В 1983 году в центре Европейской части СССР (Курская, Белгородская, Орловская области) был обнаружен очаг бурой ржавчины площа-

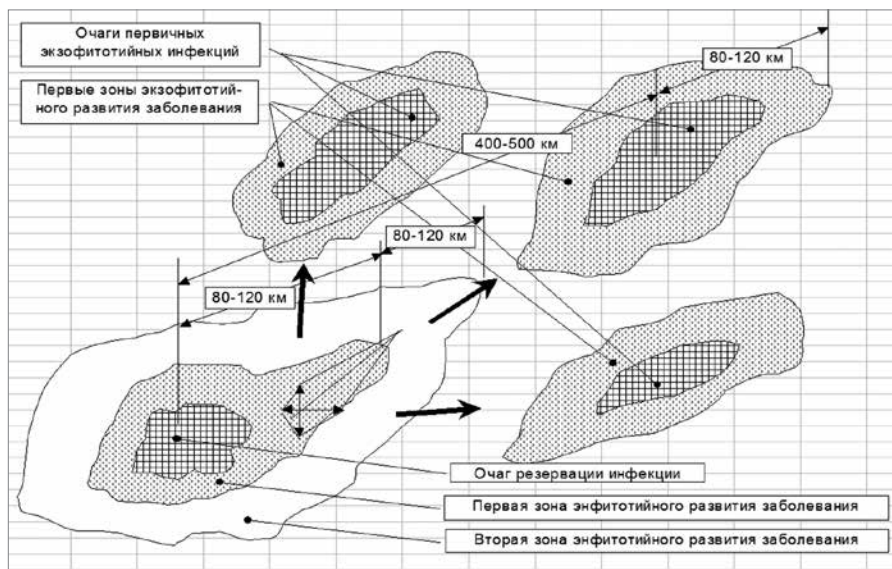


Рисунок 6. Развитие эпифитотий ржавчинных болезней зерновых культур в пространстве

дью 90 000 км². Авиационный контроль и фитосанитарные обследования показали, что за период 35 дней (с 1 июня по 5 июля) ржавчина «продвинулась» на восток на 700 км. За этот период было отмечено 6 волн экзофитотийных инфекций, каждая протяженностью 80–100 км. Средняя скорость волны составляла 23,3 км в сутки или 0,98 км/час. Эта эпифитотия была одной из самых масштабных в 1980–1990 гг. Несколько меньшими по масштабу были вспышки бурой ржавчины в 1982, 1985, 1989 гг. Скорость распространения эпифитотий варьировала в этих случаях от 20,5 до 33,3 км за одни сутки.

Изученные закономерности развития ржавчинных болезней во времени и пространстве и разработанные в процессе исследований системы моделирующих математических уравнений позволяют прогнозировать возникновение эпифитотий на той или иной территории, оценивать возможные потери урожая, планировать объемы и тактику защитных мероприятий.

Выражаю глубокую благодарность сотрудникам лаборатории «Аэробиологии» Северо-Кавказского НИИ фитопатологии и отдела «Грибных болезней зерновых культур» Всероссийского НИИ фитопатологии за большую помощь в исследованиях, представленных в настоящей работе.

Литература

- Ван дер Планк. *Болезни растений (эпифитотии и борьба с ними)*. Москва, 1966, 359 с.
- Гойман Э. *Инфекционные болезни растений*. Москва, 1954, 608 с.
- Горленко М. В. *Миграция фитопатогенных микроорганизмов*. Москва, 1975, 108 с.
- Грегори Ф. *Микробиология атмосферы*. Москва, Мир, 1964, 371 с.
- Дунский В. Ф., Евдокимов И. Ф., Красильников В. М. и др. *Оседание крупномасштабного аэрозоля на подстилающую поверхность земли // Труды 1 ГГО, 1966, 185, с. 148–161.*
- Кранц Ю. *Эпифитотии болезней растений (Математический анализ и моделирование)*. Москва, 1979, 208 с.
- Пыжикова Т. В., Стрижекозин Ю. А., Санин С. С. *Комплексное развитие ржавчинных заболеваний и определение потерь урожая пшеницы // Вест. с. х. науки, 1986, 5, с. 76–82.*
- Санин С. С., Кайдаш А. С., Степанов К. М., Терехов В. И. *Статистическая модель эпифитотий стеблевой ржавчины пшеницы и прогноз потерь урожая от болезни // Сельскохозяйственная биология, 1974, 9 (3), с. 464–468.*
- Санин С. С. *Эпифитотии болезней зерновых культур: теория и практика*. Москва, изд.-во Восход, 2012, 451 с.
- Санин С. С., Соколова Е. А., Черкашин В. И. и др. *Болезни зерновых колосовых культур (Рекомендации по проведению фитосанитарного мониторинга)*. Москва, 2010, 138 с.
- Санин С. С., Стрижекозин Ю. А., Пыжикова Г. В. и др. *Математическое моделирование эпифитотий стеблевой ржавчины пшеницы эндемичного и экзодемичного происхождения // Вест. с. х. науки, 1984, 3, с. 85–89.*
- Санин С. С., Шинкарев В. И., Кайдаш А. С. *Метод определения количества спор, образуемых ржавчинными и другими фитопатогенными грибами // Микология и фитопатология, 1975, 9(5), с. 443–445.*
- Стекман Э., Харрар Д. *Основы патологии растений*. Москва, 1959, 540 с.
- Степанов К. М. *Грибные эпифитотии*. Москва, 1962, 471 с.
- Степанов К. М. *Распространение инфекционных болезней растений воздушными течениями*. Москва, 1935, 67 с.

EPIDEMICS OF CEREAL RUSTS: EXTENSION OF TIME AND SPACE

Sanin S. S.

*All-Russian Research Institute of Phytopathology,
Moskovskaja oblast, Bolshiye Vyazyomy, Russia, vniif@vniif.ru*

The rust of cereals causes an essential loss to yield of grain in Russia, in some regions it occurs practically annually, quite often reaching epidemic levels. The infection process of cereals rusts and their distribution in time and space have been shown. The annual infection of cereals has been attributed to one of more of the following causes: the accumulation of spores in the lesions, their emissions into the air, forming «spore clouds», horizontal and vertical diffusion of the dispute in the atmosphere, settling on crops, contamination of plants, the development of the disease and the loss of grain yield. The mathematical equations describing these processes have been done.

Key words: diseases epiphytoties, rust, mathematical models, forecast.

СЕМИОХИМИЧЕСКИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ ГРИБАМИ РОДА *FUSARIUM* И НАСЕКОМЫМИ НА ПРИМЕРЕ ЖУКА РИСОВОГО ДОЛГОНОСИКА

Селицкая О. Г., Гаврилова О. П.,
Щеникова А. В., Шамшев И. В., Гагкаева Т. Ю.

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений
Россельхозакадемии (ВИЗР), Санкт-Петербург — Пушкин, Россия, *oselitskaya@mail.ru*

Показано, что жуки рисового долгоносика избирательно реагируют на летучие вторичные метаболиты разных видов грибов рода *Fusarium*, развивающихся на зерновых культурах. Среди семи представителей этой группы микромицетов (каждый включал три штамма) имеются как виды, вещества которых привлекают жуков, так и виды, показывающие ре-пеллентное или нейтральное действие по отношению к этим насекомым.

Ключевые слова: *Fusarium*, рисовый долгоносик, поведение, семиохемики.

Грибы рода *Fusarium*, обладая высокой метаболической активностью и адаптационной пластичностью, занимают разнообразные экологические ниши, которые они часто делят с различными группами насекомых. В том числе, эти микромицеты могут развиваться на зерновых культурах в период вегетации растений, а также в хранящемся зерне, вызывая вредоносное заболевание фузариоз и являясь источником микотоксинов. В то же время, вегетирующие растения зерновых и хранящееся зерно заселяются целым комплексом насекомых, многие из которых являются опасными вредоносными объектами. Имеются многочисленные примеры, описывающие различные типы взаимодействий между энтомопатогенными грибами и насекомыми, в том числе с участием семиохемиков (Boucias et al., 2012). Однако, для фитопатогенных видов, особенно представителей рода *Fusarium*, эти вопросы слабо изучены.

Нами исследовалась поведенческая реакция жуков рисового долгоносика *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera, Curculionidae) на летучие вторичные метаболиты *Fusarium*. Жуки и личинки рисового долгоносика могут питаться зерновками многих злаковых культур, что определяет большое экономическое значение этого вида. Поскольку грибы рода *Fusarium* и рисовый долгоносик связаны с одним и тем же пищевым субстратом (зерновки злаков) и даже имеют близкие экологические требования для оптимального развития, то можно предположить коэволюционный характер взаимодействия между этими видами.

Материалы и методы. Штаммы грибов и подготовка субстратов. Использовали по три штамма семи видов грибов рода *Fusarium*, хранящихся в коллекции лаборатории микологии и фитопатологии ВИЗР (MFG): *F. graminearum*

Schwabe, *F. culmorum* (W. G. Smith) Sacc., *F. cerealis* Burgess, Nelson, Toussoun, *F. poae* (Peck.) Wollenw., *F. sibiricum* Gagkaeva, Burkin, Kononenko, Gavrilo, O'Donnell, Aoki et Yli-Mattila, *F. sporotrichioides* Sherb., *F. langsethiae* Torp et Nirenberg.

Каждый штамм гриба выращивали на двух субстратах: агаризованной среде и автоклавированных зернах озимой пшеницы сорта Ленинградка. На картофельно-сахарозной питательной агаризованной среде (КСА) в стеклянных чашках Петри (20 мл/чашку) штаммы выращивали в течение 7 суток при температуре 24°C. Зерно пшеницы 40% влажности в количестве 10 г помещали в банки объемом 100 мл и автоклавировали 30 мин. при 1 атм. Остуженное до комнатной температуры зерно инокулировали штаммом гриба и помещали в термостат. Процесс равномерного инфицирования зерна культурой гриба продолжался в течение 14 суток при периодическом встряхивании для получения однородного инокулюма. Разница во времени выращивания грибов между двумя субстратами связана с их более быстрым развитием на КСА и более продолжительным — на зерне.

Тестирование поведенческой реакции жуков. Использовали лабораторную популяцию рисового долгоносика, которая содержалась на зерне озимой пшеницы. Для тестирования брали жуков неизвестного пола в возрасте 3–4 недель. Тестирование проводили в ольфактометрах двойного выбора (Селицкая, Шамшев, 1993). Отдельный ольфактометр изготавливали из пластмассовой чашки Петри диаметром 100 мм, в основании которой были просверлены два отверстия диаметром 10 мм. В каждое отверстие вставляли пробирки Флоринского.

Непосредственно перед проведением эксперимента из культуры гриба микробиологическим

пробойником (диаметр 5 мм) вырезали диск агара и помещали в пробирку Флоринского. В другую пробирку помещали контрольную приманку — диск агаровой среды без культуры гриба. В случае тестирования культур грибов, выращенных на зерне пшеницы, использовали три зерновки, инокулированные грибом и три автоклавированных чистых зерновки в качестве контроля.

В собранный ольфактометр выпускали по 10 жуков рисового долгоносика в одной точке на одинаковом расстоянии от отверстий и закрывали верхние крышки. Во время учетов подсчитывали количество жуков в каждой из пробирок и в основной камере ольфактометра. Каждый вариант повторяли 12 раз.

Результаты и обсуждение. Проведенные исследования показали, что жуки рисового долгоносика различным образом реагируют на присутствие летучих вторичных метаболитов, образуемых видами грибов рода *Fusarium* (табл.). При распознавании аттрактивных веществ насекомые

ориентируются на источник их образования. Наиболее привлекательными для жуков были *F. langsethiae* и *F. poae*. В то же время, *F. culmorum*, *F. graminearum* и *F. cerealis*, показали репеллентное действие на долгоносика. Наконец, реакция жуков на некоторые штаммы не имела ярко выраженной полярности, т. е. была нейтральной. Полученные различия ольфакторной реакции жуков наблюдались не только между отдельными видами гриба, но и между отдельными штаммами одного вида. Например, у *F. poae* штамм MFG103403 демонстрировал достоверный аттрактивный эффект для долгоносика, в то время как штамм MFG11023 не оказывал никакого влияния на поведение насекомых. В то же время, именно культура гриба последнего штамма обладает постоянным ярко ощутимым человеческим обонянием фруктово-сладковатым запахом.

В целом, реакция жуков рисового долгоносика в экспериментах, где субстратом были КСА и автоклавированные зерна пшеницы совпадала.

Таблица. Влияние летучих веществ грибов *Fusarium* на поведение жуков рисового долгоносика
Table. Behavioural response of rice weevil to volatiles from *Fusarium* fungi

Вид гриба Species	Штамм, Strain, # MFG	Вызываемый эффект Behavioural response	
		Гриб на среде Agar medium	Гриб на зерне Inoculated grain
<i>F. langsethiae</i>	93001	A	A
	100602	A	H
	161603	A	H
<i>F. poae</i>	103403	A	A
	11023	H	H
	163901	H	P
<i>F. sibiricum</i>	11005	H	A
	11010	H	P
	11016	H	P
<i>F. sporotrichioides</i>	64709	H	P
	88503	P	H
	163101	P	P
<i>F. cerealis</i>	G 259	P	P
	G 234	P	P
	G 239	H	P
<i>F. culmorum</i>	102100	P	P
	89706	H	P
	101911	P	P
<i>F. graminearum</i>	165300	H	P
	452011	P	P
	159960	P	P

Обозначения: A — аттрактивный эффект; P — репеллентный эффект; H — нейтральная реакция.
Notes: A — attractive response; P — repellent response; H — neutral response.

Необходимо отметить, что в том случае, когда субстратом для гриба служили зерновки пшеницы, объяснять полученные поведенческие эффекты у жуков сложнее. Это связано с тем, что незараженные зерновки сами по себе выделяют летучие вещества, привлекающие жуков. Кроме того, летучие метаболиты зараженного зерна, кроме вторичных метаболитов самого гриба, могут включать вещества, которые являются продуктом взаимодействия гриба и зерновки. Решить данную проблему могло бы использование синтетических аналогов соответствующих веществ.

Таким образом, в лабораторных экспериментах выявлена отчетливая тенденция аттрактивного действия штаммов видов *F. langsethiae* и *F. roae* для рисового долгоносика. Этот факт заслуживает особого внимания, поскольку именно эти виды из анализируемых встречаются только на зерновых культурах, характеризуются слабой патогенно-

стью, но при этом широко встречаются в урожае зерна во многих регионах России и зарубежья (Гагкаева и др., 2008; 2011). Вполне вероятно, что в результате длительной коэволюции взаимоотношений насекомые и грибы рода *Fusarium*, объединенные трофической общностью, достигли наблюдаемого ныне совершенства, когда слабопатогенный вид гриба привлекает насекомое, а насекомое способствует его распространению и проникновению в ткань растения — необходимый для развития гриба субстрат. Дальнейшие исследования по уже отработанным нами методикам при увеличении выборки штаммов анализируемых видов фузариевых грибов и использовании стандартов химических соединений, выделяемых грибами, позволят уточнить поведенческие аспекты взаимодействия насекомых и этих микромицетов.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 12-04-00927а.

Литература

- Гагкаева Т. Ю., Гаврилова О. П., Левитин М. М. Современное состояние таксономии грибов рода *Fusarium* секции *Sporotrichiella* // *Микология и фитопатология*, 2008, т. 42, вып. 3, с. 201–214.
- Гагкаева Т. Ю., Гаврилова О. П., Левитин М. М., Новожилов К. В. Фузариоз зерновых культур // Приложение к журналу «Защита и карантин растений», 2011, №5, с. 69(1)–120(52).
- Селицкая О. Г., Шамшев И. В. Лабораторные испытания синтетических аналогов агрегационного феромона рисового долгоносика // Сборник научных трудов С.-ПГАУ «Оптимизация защиты сельскохозяйственных культур от вредителей и болезней», СПб, 1993, с. 45–48.
- Boucias D. G., Lietze V.-U., Teal P. Chemical signals that mediate insect-fungal interactions // G. Witzany (ed.), *Biocommunication of fungi*, Springer Science and Business Media, Dordrecht, 2012, p. 305–336.

SEMIOCHEMICAL INTERACTIONS BETWEEN FUSARIUM FUNGI AND INSECTS BY THE EXAMPLE OF RICE WEEVIL

Selitskaya O. G., Gavrilova O. P.,
Schenikova A. V., Shamshev I. V., Gagkaeva T. Yu.

All-Russian Institute of Plant Protection (VIZR),
St.-Petersburg — Pushkin, Russia, oselitskaya@mail.ru

The *Fusarium* fungi and some species of insects occupy similar ecological niche exploiting the same food resources, e. g. grain. Behavioural bioassays were conducted to test an olfactory response of rice weevil *Sitophilus oryzae* L. to secondary volatile metabolites from seven species (each with three cultures) of the genus *Fusarium*. The beetles were shown to react selectively to volatiles from different species of these micromycetes exhibiting attractive, repellent or neutral response.

Key words: *Fusarium*, rice weevil, behaviour, semiochemicals.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНЫХ ПАРАМЕТРОВ НА ЗАРАЖЕНИЕ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО МИЦЕЛИЕМ ФИТОПАТОГЕННОГО ГРИБА PHOMA COMPLANATA

Сокорнива С. В.¹, Афонин А. Н.², Максимова Е. Б.^{1,3}, Первушин А. Л.^{1,3}

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений
Россельхозакадемии (ВИЗР), Санкт-Петербург — Пушкин, Россия, sokornova@bio.spbu.ru

² Санкт-Петербургский государственный университет, Россия

³ Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(Технический университет), Россия

Проведена оценка возможности применения масляной суспензий на основе мицелия *Phoma complanata* для контроля численности растений борщевика Сосновского в полевых условиях. Выявлена зависимость площади поражения листьев от температурно-влажностных условий в первые сутки после инокуляции. Установлена корреляция требуемой для интенсивного развития болезни продолжительности периода оптимальных климатических условий с периодом эпифитного роста гиф на поверхности листа. Таким образом, масляная суспензия на основе мицелия *Phoma complanata* может применяться для контроля численности растений борщевика Сосновского при условии соблюдения оптимальных температурно-влажностных параметров не менее 6 часов в первые сутки после обработки.

Ключевые слова: фитопатогены, борщевик, полевые опыты, *Phoma complanata*, *Heraclium sosnowskyi*.

Гигантские борщевики *Heraclium mantegazzianum* Somm. et Levier, *H. sosnowskyi* Manden и *H. persicum* Desf. — инвазивные растения, распространяющиеся на части территорий Европы и России (Jahodova et al., 2007). Механические меры борьбы с ними трудоемки и недостаточно эффективны, так как борщевики быстро отрастают от корневой системы и возобновляются семенами. Для подавления гигантских борщевиков применяют в основном 2-х, 3-х компонентные баковые смеси химических препаратов (раундап, анкор-85, арсенал, магнум, антронПро), как правило, при высоких нормах расхода (Егоров и др., 2013).

В природе важную роль в регуляции численности растений играют фитофаги и фитопатогены. Гигантские борщевики в меньшей степени, чем другие растения семейства *Apiaceae*, повреждаются фитофагами. Из 32 видов насекомых, собранных на борщевиках, было выделено 5 фитофагов, наносящих вред этим растениям: жук-долгоносик *Lixus iridis* Olivier (Coleoptera), личинки мухи-агромизиды *Phytomyza pastinacae* Hendel (Diptera), гусеницы зонтичной моли *Epermenia chaerophyllella* (Goeze) (Lepidoptera), совки *Dasypolia templi* (Thunberg) (Lepidoptera) и депрессарииды *Depressaria radiella* (Goeze) (Lepidoptera) (Кривошеина, 2011). Среди фитопатогенов наиболее многочисленную группу образуют микроскопические грибы (Agris, 1997), что, наряду со специфичностью действия и длительным последствием, стало предпосылкой для рассмотрения микромицетов в качестве возмож-

ных агентов контроля распространения трудноискоренимых и доминирующих видов вредоносных растений (TeBeest, 1996; Гасич, Берестецкий, 2007). Более того, препараты на основе микроскопических грибов могут применяться совместно с фитофагами (Kruess, 2002) и химическими препаратами в сублетальной дозе (Gressel et al., 1997; Peng, Thomas, 2011).

Сведения о видовом составе и распространении грибов на гигантских борщевиках фрагментарны. Микобиота *Heraclium mantegazzianum* и в меньшей степени его близкородственных видов, в том числе *H. sosnowskyi*, была изучена на территории Кавказа и ряда стран Европы (Дании, Англии, Германии, Швейцарии, Чехии, Латвии) (Seier, Evans, 2007). В Германии в результате изучения микобиоты сухих стеблей *Heraclium mantegazzianum*, выявлено 26 видов микромицетов. По результатам этих работ, как возможные агенты биологического контроля *Heraclium mantegazzianum* были предложены такие микромицеты, как *Phloeospora heraclei*, *Septoria heracleicola*, *Ramulariopsis* sp., *Phomopsis* sp., *Phoma complanata* (Seier et al., 2003; Seier, 2005; Seier, Evans, 2007) и *Sclerotinia sclerotiorum* (de Voogd et al., 2003; Erneberg et al., 2003). В полевых условиях после обработки растений ранней весной мицелиальной суспензией *S. sclerotiorum* в конце вегетационного периода отмечалось пожелтение листьев и замедление роста растений по сравнению с контролем (de Voogd et al., 2003; Erneberg et al., 2003). Также возбудитель пятнистости листьев растения семейства *Apiaceae* — *Phoma complanata* (Tode)

Таблица. Биологическая эффективность масляной суспензии на основе мицелия *Phoma complanata* в отношении растений борщевика Сосновского в полевых условиях

Опыт	Фаза развития растения	Продолжительность периода относительной влажности воздуха выше 60% и температуры выше 20°C впервые сутки после инокуляции, ч	Площадь поражения листьев на 7 сутки после инокуляции, %
1	Начало фазы цветения	3	37
2	Фаза розетки (4 – 6 листьев)	4	45
3	Фаза розетки (4 – 6 листьев)	6	74
HCP _{0,05}			12

Desm был выделен Е. Л. Гасич из пораженных пятнистостью листьев *Heracleum sosnowskyi* Manden., собранных в п. Разметелево, Всеволожского р-на Ленинградской области. (Гасич и др., 2010).

Целью данного исследования было проведение оценки возможности применения и поиска путей повышения эффективности суспензий на основе мицелия *Phoma complanata* для контроля численности растений борщевика Сосновского в полевых условиях.

В работе использован штамм 1.40 (ВИЗР) *Phoma complanata* (Tode) Desm из рабочей коллекции лаборатории микологии и фитопатологии ВИЗР. Гриб культивировали в 250-мл конических колбах на оптимизированной сахарозо-соевой среде (100 мл/колбу) в течение 3 суток при температуре 24°C (Sokornova, Berestetskiy, 2007). Для приготовления рабочих суспензий мицелий вместе с КЖ измельчали в течение 40 с на блендере (Braun, Германия)

Рабочая суспензия содержала мицелий *P.complanata* в концентрации 50 мг/мл, нерафинированное оливковое масло (10%), Твин 80 (0,01%).

Для опытов выбирали деланки, естественным образом засоренные борщевиком Сосновского, при плотности растений 3–5 растений/м². Обработку растений борщевика Сосновского в фазе розетки и в фазе цветения проводили в вечернее время с помощью ручных опрыскивателей при расходе рабочих растворов 40 и 100 мл на растение соответственно. При размещении вариантов опыта использовали метод рендомизированных повторений. Учет развития болезни проводили на 7 сутки по площади некрозов.

Результаты полевых опытов подтвердили наблюдаемую ранее зависимость площади поражения листьев бодяка полевого от температурно-влажностных условий в первые сутки после заражения его мицелием фитопатогенного гри-

ба *Stagonospora cirsii* Davis. Также наблюдалась корреляция продолжительности требуемого для интенсивного развития болезни периода с определенными температурно-влажностными параметрами с периодом эпифитного роста гиф на поверхности листа (Сокорнова, Берестецкий, 2012). Для успешного развития пятнистости листьев борщевика Сосновского в первые сутки после его инокуляции масляной суспензией на основе мицелия *P.complanata*, период повышенной влажности при температуре 20°C должен быть не менее 6 часов, что соответствует продолжительности периода эпифитного роста мицелия гриба на поверхности растения. После образования бутонов, некрозы всей поверхности листьев борщевика, вызванные инокуляцией суспензией мицелия *P.complanata*, не препятствовали цветению. В то же время необходима проверка образующихся семян на всхожесть.

Таким образом, масляная суспензия на основе мицелия *P.complanata* может применяться для борьбы с борщевиком Сосновского при условии соблюдения оптимальных температурно-влажностных параметров не менее 6 часов в первые сутки после обработки. Борщевик необходимо обрабатывать в фазе розетки при появлении 4–6 настоящих листьев (табл.). Целесообразно продолжить поиск препаративной формы, позволяющей сохранять жизнеспособность грибных пропагул до наступления оптимальных для их развития условий, либо ввести в суспензию добавки, позволяющие сократить период эпифитного роста инфекционных гиф на поверхности листа и ускоряющие процесс проникновения гиф в толщу листьев.

Работа выполнена при поддержке программы проведения фундаментальных исследований по приоритетным направлениям программы развития СПбГУ (проект 0. 37. 526. 2013).

Литература

Гасич Е. Л., Хлопунова Л. Б., Берестецкий А. О., Сокорнова С. В. Штамм гриба *Phoma complanata* (Tode) Desm. 1. 40 (ВИЗР), обладающий гербицидной активностью против борщевика Сосновского. Патент RU 2439141 С1 от 06. 10. 2010, 9 с.

- Егоров А. Б., Павлюченкова Л. Н., Хайруллина В. И. Применение гербицидов в борьбе с борщевиком Сосновского на землях несельскохозяйственного назначения // Вестник защиты растений, 2013, 2, с. 66–71
- Кривошеина М. Г. Насекомые — вредители борщевика Сосновского в Московском регионе и перспективы их использования в биологической борьбе // Российский журнал биологических инвазий, 2011, 1, р. 44–50.
- Сокорнова С. В., Берестецкий А. О. Влияние температурно-влажностных условий на заражение бодяка полевого мицелием фитопатогенного гриба *Stagonospora cirsi* Davis // Современная микология в России: Материалы 3-го Съезда микологов в России. Москва: Национальная академия микологии, 2012, с. 396.
- Agrios G. N. *Plant Pathology*, 4th edn. Academic Press, San Diego, California, USA, 1997, 635 p.
- De Voogd B., de Jong M., Nielsen C. Use of *Sclerotinia sclerotiorum* as a mycoherbicide to control the spread of giant hogweed (*Heracleum mantegazzianum*) in the Netherlands and Denmark. Manuscript cross-posted to Botanical Electronic News and International Bioherbicide Group Newsletter (IBG Newsletter), 2003, 318, p. 1–3.
- Erneberg M., Strandberg B., Jensen B. D. Susceptibility of a plant invader to a pathogenic fungus: An experimental study of *Heracleum mantegazzianum* and *Sclerotinia sclerotiorum* // *Plant Invasions: Ecological Threats and Management Solutions*/ Eds. L. E. Child, J. H. Brock, G. Brundu, K. Prach, P. Pysek, P. M. Wade, M. Williamson. Leiden: Backhuys Publishers, 2003, p. 355–372.
- Jahodová S., Trybush S., Pyšek P., Wade M. and Karp A. Invasive species of *Heracleum* in Europe: an insight into genetic relationships and invasion history // *Diversity and Distributions*, 2007, 13, p. 99–114.
- Gressel J., Amsellem Z., Michaeli S. D., Sharon A. Synergized mycoherbicides for resistance management // *Weed and crop resistance to herbicides* / eds. R. De Prado, J. Jorin, L. Garcia-Torres. — Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1997, p. 267–273.
- Kruess A. Indirect interaction between a fungal plant pathogen and a herbivorous beetle of the weed *Cirsium arvense* // *Oecologia*, 2002, 130, 4, p. 563–569.
- Seier M. K. Fungal pathogens as classical biological control agents for invasive weeds — is it a viable concept for Europe // *Neobiota*, 2005, 6, p. 165–176.
- Seier M., Evans H. Fungal pathogens associated with *Heracleum mantegazzianum* in its native and invaded distribution range // *Ecology and management of giant hogweed (Heracleum mantegazzianum)* / Eds P. Pysek, M. J. W. Cock, W. Nentwig, H. P. Ravn. Ascot, Berkshire: CABI UK Center, 2007, 25 p.
- Seier M. K., Wittenberg R., Ellison C. A., Djeddour D. H., Evans H. C. Surveys for natural enemies of giant hogweed (*Heracleum mantegazzianum*) in the Caucasus region and assessment for their classical biological control potential in Europe // *Proceedings of the XI International Symposium on Biological Control of Weeds*. Canberra: CSIRO Entomology, 2003, p. 149–154.
- Sokornova S. V., Berestetskiy A. O. Production of virulent mycelial inoculum of *Stagonospora cirsi* Davis by liquid state fermentation. In *Proc. XV Congress of European Mycologists*. Saint-Petersburg, Russia, September 16–21, 2007, St.-Petersburg: TREEART LLC, p. 204–205
- TeBeest D. O. Biological control of weeds with plant pathogens and microbial pesticides // *Advances in Agronomy*, ed. D. L. Sparks. San Diego: Academic Press, 1996, 56, p. 115–137.

**INFLUENCE OF TEMPERATURE AND HUMIDITY PARAMETERS
ON INFECTION OF THE GIANT HOGWEED (*HERACLEUM SOSNOWSKYI*)
BY MYCELIUM PHYTOPATHOGENIC FUNGUS *PHOMA COMPLANATA*.**

Sokornova S. V.¹, Afonin A. N.², Maximova E. B.,^{1,3} Pervushin A. L.^{1,3}

¹All-Russian Institute of Plant Protection (VIZR),
St.-Petersburg — Pushkin, Russia, sokornova@bio.spbu.ru

²St.-Petersburg State University, Russia

³St.-Petersburg State Technological Institute (technical university), Russia

The usage of oil-based suspensions of mycelium *Phoma complanata* was assessed to control the number of the giant hogweed (*Heracleum sosnowskyi*) in field conditions. Leaf damage area is found to depend on temperature and humidity conditions in the first days after inoculation. The correlation between the duration of optimal climatic conditions required for the intensive development of the disease and a period of epiphytic growth of hyphae on the leaf surface was proved. Thus an oil-based suspension of mycelium *Phoma complanata* can be used to control the number of hogweed plants provided that the optimal temperature and humidity settings last for at least 6 hours for the first day after treatment.

Key words: phytopathogens, hogweed, field experiments, *Phoma complanata*, *Heracleum sosnowskyi*.

ЦИТОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ КЛЕТОК ВЕГЕТАТИВНОГО МИЦЕЛИЯ *FUSARIUM OXYSPORUM*

Степанова А. А.¹, Гагкаева Т. Ю.²

¹ НИИ медицинской микологии им. П. Н. Кашкина, Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия, amastepanova@yahoo.com

² Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений Россельхозакадемии (ВИЗР), Санкт-Петербург — Пушкин, Россия

Морфогенез клеток вегетативного мицелия *F. oxysporum* Schltdl. сопровождался синтезом большого количества запасных веществ в виде полифосфатных гранул в вакуолях, розеток гликогена и липидных включений в цитозоле; последние доминировали. Зрелые клетки мицелия снабжены двухслойными латеральными клеточными стенками. Септы в молодых клетках прямые и светлые, а в зрелых — клиновидные и темные. Тельца Воронина (0,8 мкм) округлой формы, с темным гомогенным матриксом в растущих и зрелых клетках и умеренной электронной плотности — в зрелых клетках.

Ключевые слова: вегетативный мицелий, компоненты клетки, ультраструктура.

Fusarium oxysporum Schltdl. — широко распространенный в природе вид гриба, вызывающий у растений трахеомикозное увядание и корневую гниль различных растений, а у человека — поражение роговицы глаза, ногтей, кожи, подкожной клетчатки, ожоговых ран, придаточных пазух носа, легких и внутренних органов (Климко, 2008; O'Donnell et al., 2004, 2009). Ранее у этого вида гриба детально были изучены ультраструктурные особенности делящихся ядер в растущих клетках вегетативного мицелия (Aist et al., 1972).

Цель настоящего исследования — выявить тонкое строение клеток вегетативного мицелия гриба *F. oxysporum* в условиях аксеничной культуры.

Материал и методы. Штамм гриба *F. oxysporum* (штамм MFG70590, ВИЗР, выделен из клубня картофеля, Ленинградская область, 2007) был выращен в пробирках на картофельно-сахарозной агаризированной среде при 24°C. Кусочки с разных частей 20-дневной культуры гриба фиксировали 3 часа 3%-ным раствором глутаральдегидом, приготовленным на какодилатном буфере, затем промывали сходным буфером и постфиксировали 6 часов в 1% растворе осмиевой кислоты по стандартной методике. Ультратонкие срезы получали на ультратоме LKB V, окрашивали уранилацетатом и цитратом свинца, а затем исследовали в трансмиссионном электронном микроскопе Jem 100CX II (Jeol, Япония). Светооптические исследования клеток вегетативного мицелия проводили с использованием микроскопа

AxiolmagerZ1 (Carl Zeiss, Германия) Центра коллективного пользования научным оборудованием Отделения биологических наук Российской акаде-

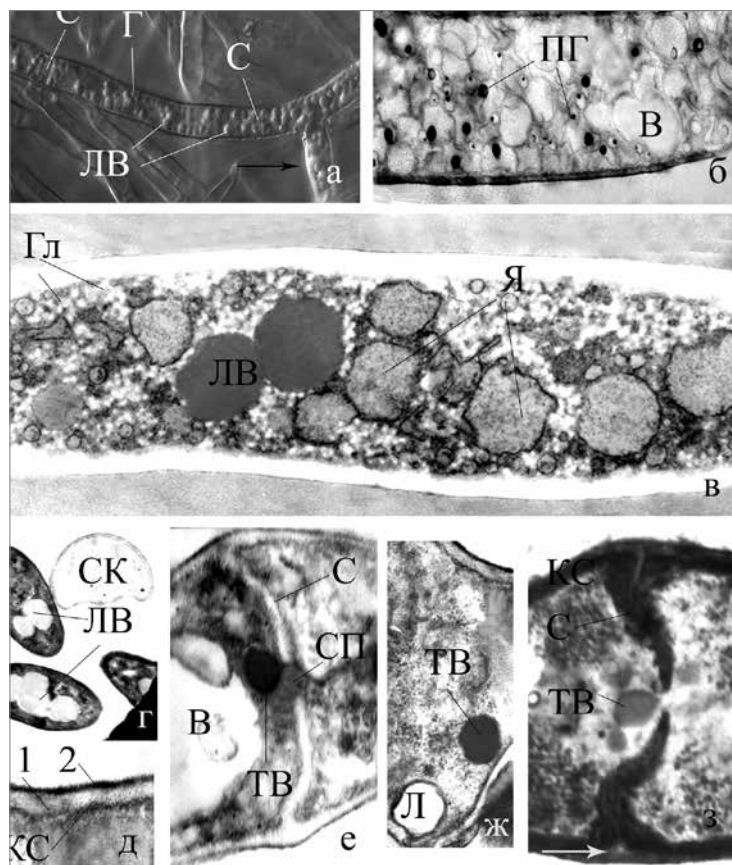


Рисунок 1. Световая (а) и электронная микроскопия (б-з) клеток вегетативного мицелия *F. oxysporum*. Условные обозначения: В—вакуоль, Г—гифа, ГЛ—гликоген, КС—клеточная стенка, Л—ломасома, ЛВ—липидное включение, ПГ—полифосфатная гранула, С—септа, СК—стареющая клетка, СП—септальная пора, ТВ—тельце Воронина, Я—ядро, 1 и 2 — показаны слои клеточной стенки. Стрелкой: (а)—показано латеральное ветвление гифы под прямым углом, (з)—показана латеральная клеточная стенка на стыке с септой. Увеличение: а— $\times 1000$, б, в— $\times 8000$, г— $\times 3000$, д— $\times 30000$, е, ж, з— $\times 25000$.

мии наук «Клеточные и молекулярные технологии изучения растений и грибов» Ботанического института им. В. Л. Комарова.

Результаты и обсуждение. Согласно нашим данным, клетки вегетативного мицелия *F. oxysporum* были интактными в периферической части колонии, в средней части — на разных стадиях старения и отмершими в центральной. Диаметр клеток гиф (от 3 до 5 мкм) варьировал в зависимости от стадии их развития. Отмечено латеральное ветвление гиф под прямым (рис. 1а) или острым углом. В растущих и закончивших рост клетках гиф интерфазные ядра (1-1,5 мкм) многочисленные (рис. 1в), равномерно распределены по площади среза, одиночные, либо в группах по 2-3.

Хроматизация ядер умеренная, ядрышко (0,3 мкм) одно, эксцентричное. Оболочка ядра слегка волнистая, агранулярная. В растущих клетках (рис. 1б) вакуоли светлые, мелкие и средних размеров, содержали одиночные темные гомогенные либо со светлым центром гранулы полифосфатов, приуроченные к тонопласту. Митохондрии (0,2-0,3 мкм) в умеренном числе, равномерно распределены по площади среза клеток, с хорошо развитыми кристами. Цитозоль плотный, насыщен свободными рибосомами. В зрелых клетках основной объем цитоплазмы занимают запасные вещества в виде многочисленных розеток гликогена (рис. 1в) и умеренной электронной плотности крупных липидных включений (1-2,5 мкм, рис. 1а, в, г). В растущих клетках мицелия латеральные клеточные стенки состояли из двух слоев: широкого (0,2 мкм) светлого внутреннего и узкого темного наружного (0,5 мкм, рис. 1д). В зрелых клетках гиф стенки однослойные, гомогенные и толстые (рис. 1з). Лишь на стыке с сеп-

тами (рис. 1д, стрелка) можно наблюдать границу между двумя слоями идентичного тонкого строения. В растущих клетках гиф септы однородные по толщине, светлые (рис. 1е), в зрелых — клиновидные гомогенные, темные (рис. 1з). Толщина септ в растущих клетках была равна 0,25 мкм, а в зрелых — 0,6 мкм вблизи клеточной стенки и 0,2 мкм — около септальной поры. Диаметр септальной поры составлял 0,5 мкм. Вблизи септ располагались тельца Воронина в числе от 1 до 3 (рис. 1е-з). Они округлой формы (0,8 мкм), окружены высококонтрастной мембраной. Тельца Воронина темные гомогенные в растущих клетках (рис. 1е, ж) и умеренной электронной плотности — в зрелых (рис. 1з). Отметим, что старение клеток вегетативного мицелия протекало довольно сходно: они сильно вакуолизировались, обеднялись оргanelлами, запасными веществами, свободными рибосомами и цитозолем. Из компонентов цитоплазмы деструктивным изменениям в одних клетках вначале подвергались митохондрии, в других — ядра, а в третьих — и те и другие, что характерно и для некоторых видов мицелиальных грибов (Степанова и др., 2009). Клеточные стенки разрушались последними (рис. 1г), они становились тоньше, теряли контраст и приобретали извилистую форму.

Подводя итог полученным данным можно заключить, что: 1) богатство клеток вегетативного мицелия изученного штамма необходимо для осуществления спороношения и инфицирования тканей хозяина; 2) особенности строения латеральных клеточных стенок, септ и их порового аппарата представляют диагностическую ценность при идентификации культуральных и тканевых форм данного вида.

Литература

- Климко Н. Н. *Микозы: диагностика и лечение. Руководство для врачей, 2-е издание.* М.: Ви Джи Групп, 2008, 336 с.
- O'Donnell K., Gueidan C., Sink S., Johnston P. R., Crous P. W. et al. A two-locus DNA sequence database for typing plant and human pathogens within the *Fusarium oxysporum* species complex // *Fungal Genet. Biol.*, 2009, 46, p. 936–948.
- O'Donnell K., Sutton D. A., Rinaldi M. G., Magnon K. C., Cox S. G. et al. Genetic diversity of human pathogenic members of the *Fusarium oxysporum* complex inferred from multilocus DNA sequence data and amplified fragment length polymorphism analyses: evidence for the recent dispersion of a geographically widespread clonal lineage and nosocomial origin // *J. Clin. Microbiol.*, 2004, 42, p. 5109–5120.
- Степанова А. А., Сеницкая И. А. Ультраструктурные аспекты старения клеток некоторых видов рода *Aspergillus* // *Проблемы медицинской микологии*, 2009, т. 11, 4, с. 24–29.
- Aist J. P., Williams P. H. Ultrastructure and time course of mitosis in the fungus *Fusarium oxysporum* // *J. Cell. Biol.*, 1972, v. 55, 2/1, p. 368–389.

CYTOLOGICAL INVESTIGATION OF THE CELLS OF VEGETATIVE MYCELIUM FUSARIUM OXYSPORUM SCHLTDL.

Stepanova A. A.¹, Gagkaeva T. Yu.²

¹ *Kashkin Research Institute of Medical Mycology, I. I. Mechnikov North-Western State Medical University, St.-Petersburg, Russia, amastepanova@yahoo.com*

² *All-Russian Institute of Plant Protection (VIZR), St.-Petersburg, Russia*

Morphogenesis of *F. oxysporum* cells of vegetative mycelium was accompanied by the synthesis of a large number of storage substances in the form of polyphosphate granules in vacuoles, rosettes of glycogen and lipid inclusions in cytosol. The lipid inclusions were common, especially in active cells. The mature hyphal cells were surrounded by a complex cell wall consisting of at least two distinct layers. Septa in the young cells were straight and clear, in mature cells were more dark wedge-shaped. Voronin bodies (0.8 μm) rounded, with dark homogeneous matrix in growing and moderate electron density in the mature cells.

Key words: cell components, ultrastructure, vegetative mycelium.

ВИДОВОЙ СОСТАВ И ГЕОГРАФИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ МИКОБИОТЫ КАГАТНОЙ ГНИЛИ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Стогниенко О. И., Воронцова А. И.

Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы имени А. Л. Мазлумова Россельхозакадемии, Рамонь, Россия, stogniolga@mail.ru

В результате изучения видового состава возбудителей кагатной гнили установлены динамические изменения в таксономической структуре комплекса патогенов. Показано, что с продвижением с севера на юг в центральном регионе России уменьшается частота встречаемости *Botrytis cinerea*, *Fusarium* spp., *Penicillium* spp., увеличивается — *Oospora betae* и комплекса бактерий.

Ключевые слова: сахарная свекла, кагатная гниль, микробиота.

Сахарная свекла — стратегическая культура как основной источник сахарозы. В России сахарной свеклой засевают ежегодно 850–1100 тыс. га. Ареал возделывания сахарной свеклы на территории России: ЦЧР, Краснодарский, Ставропольский и Алтайский края, Поволжье, Башкирия, Татария, Приморье. Все органы растения содержат те или иные количества моно- и дисахаров на всех этапах онтогенеза. Это и обуславливает обильную и разнообразную микобиоту, проявляющую свойства паразитизма, выраженного в той или иной степени, или ведущую сапротрофный образ жизни на всех органах сахарной свеклы, а также в ризосфере, ризоплане и филлоплане. Помимо растения-хозяина на формирование комплексов патогенной микобиоты влияют почвенно-климатические условия, система земледелия и др.

В связи с коротким вегетационным периодом и недостатком мощностей для переработки часть урожая корнеплодов сахарной свеклы закладывается на хранение в призаоводские кагаты и полевые бурты. Основной проблемой хранения является

поражение корнеплодов кагатной гнилью. Гниль, развивающаяся на корнеплодах сахарной свеклы после их выкопки во время хранения, носит название кагатной гнили. Срок хранения в прежние годы (до 2000-х гг.) доходил до 100–120 дней, для чего были созданы лежкоспособные сорта.

Изменившийся ассортимент сахарной свеклы (высеивается около 95% импортных гибридов, как правило, слабоустойчивых или неустойчивых к аборигенным расам патогенов) спровоцировал сдвиг в структуре популяций фитопатогенной биоты. Отсутствие генетической устойчивости гибридов сахарной свеклы к корневым гнилям и севообороты с короткой ротацией способствуют накоплению почвенных фитопатогенных грибов. Следствием чего является увеличение вредоносности болезней корневой системы сахарной свеклы в период вегетации и при хранении.

Ежегодные потери от кагатной гнили при среднесрочном хранении составляют 3–4%, в отдельные годы доходят до 15–30%.

Таблица 1. Структура фитопатогенного комплекса кагатной гнили в ЦЧР

Группы	Доминирующие	Частые	Редкие	Случайные
Частота встречаемости	>60%	30-60%	10-30%	<10%
2008 г.	<i>Botrytis cinerea</i> , <i>Fusarium spp.</i>	бактерии	<i>A. alternata</i> <i>Mucor spp.</i>	<i>Aspergillus spp.</i> , <i>Cladosporium spp.</i> , <i>Mortierella spp.</i> , <i>Rhizopus stolonifer</i> <i>Oospora betae</i>
2009 г.	<i>Botrytis cinerea</i> , <i>Penicillium spp.</i> Бактерии	<i>Fusarium spp.</i>	<i>A. alternata</i>	<i>Mucor spp.</i> , <i>Oospora betae</i> <i>Rhizopus stolonifer</i>
2010 г.	<i>Penicillium sp.</i> Бактерии	<i>Fusarium spp.</i>	<i>A. alternata</i> <i>Botrytis cinerea</i> , <i>Rhizopus stolonifer</i> , <i>Oospora betae</i>	<i>Cladosporium sp.</i>
2011 г.	<i>Botrytis cinerea</i> , бактерии	<i>Oospora betae</i> <i>A. alternata</i> <i>F. oxysporum</i>	<i>F. solani</i> <i>F. gib.v. acuminatum</i> <i>Mucor spp.</i> , <i>Penicillium spp.</i> <i>Rhizopus stolonifer</i>	<i>F. gibbosum</i> <i>F. oxy. v. orthoceras</i> <i>Aspergillus spp.</i> , <i>Cladosporium spp.</i> <i>Trichoderma viride</i> <i>Verticillium lateritium</i>
2012 г.	<i>Oospora betae</i> бактерии	<i>Penicillium spp.</i> <i>A. alternata</i> <i>Botrytis cinerea</i> ,	<i>Rhizopus stolonifer</i> , <i>Mucor spp.</i> , <i>F. solani</i> <i>F. gib.v. acuminatum</i> <i>F. oxysporum</i> , <i>T. viride</i>	<i>Cladosporium spp.</i>

Имеющиеся данные о видовом разнообразии возбудителей кагатной гнили относятся к периоду 40–50 гг. прошлого века, в которых приводятся данные в основном по Украине (Морочковский, 1948, 1959; Шевченко, 1959). Задачей наших исследований явилось изучение микобиоты кагатной гнили в современных условиях, выявление доминирующих групп патогенов и географии их распространения в Центрально-Черноземном регионе.

Исследования, проведенные в 2008–2010 гг. в Воронежской обл. (Стогниенко, Селиванова, 2012; Стогниенко, Селиванова, Воронцова, 2012), в 2011 г. в Белгородской обл. (Стогниенко, Воронцова, 2012), в 2012 г. в Орловской, Тамбовской, Воронежской обл. позволили установить комплексы патогенной микобиоты кагатной гнили (табл. 1).

Наибольшую вредоносность представляют патогены из группы доминирующих и частых (*Botrytis cinerea*, *Fusarium spp.*, бактерии, *Oospora betae*, *A. alternata*), а в отдельные годы происходит вытеснение наиболее активного возбудителя кагатной гнили другими видами, заселение которыми происходит в поздние сроки вегетации при поражении гнилями

(*Rhizopus stolonifer*, *Oospora betae*), при благоприятных погодных условиях для их развития.

Представляет интерес география распространения патогенов кагатной гнили с продвижением с севера на юг ЦЧР и расстоянием между точками отбора проб около 300 км. В 2012 г. установлено,

Таблица 2. Частота встречаемости (%) возбудителей кагатной гнили сахарной свеклы (2012 г.)

Области	Орловская		Тамбовская	Воронежская
Срок хранения (сут.)	30	60	30	30
Zygomycota				
<i>Mucor spp.</i>	50,0	43,8		6,3
<i>Rhizopus stolonifer</i>	18,8	12,5		
Anamorpha fungi				
<i>Alternaria alternata</i>	43,8	25	60	6,3
<i>Botrytis cinerea</i>	56,3	75	20	18,8
<i>Cladosporium herbarum</i>	0	6,25		
<i>Fusarium:</i>	68,8	37,5	20	31,3
<i>F. oxysporum</i>	37,5	6,3		18,8
<i>F. oxysporum v. orthoceras</i>	18,8	18,8		6,3
<i>F. gibbosum</i>	43,8	6,3	20	6,3
<i>F. gibbosum v. acuminatum</i>	50,0	18,8	20	12,5
<i>Oospora betae</i>	25,0	62,5	60	81,3
<i>Penicillium spp.</i>	56,3	56,3	40	50
<i>Trichoderma viride</i>			20	18,3
Бактерии	87,5	87,5	100	93,3

что наибольшее видовое разнообразие было в северной части (Орловская обл.). Здесь доминировали виды *Botrytis cinerea* и комплекс бактерий. Показано, что с увеличением срока хранения снижается частота встречаемости мезофильных видов грибов (*Fusarium* spp., мукоровые) и увеличивается — психрофильных (*Botrytis cinerea*, *Oospora betae*) (табл. 2).

В Тамбовской и Воронежской областях видовое разнообразие грибов практически идентично, но ниже чем в Орловской области. С продвижением с севера на юг уменьшается частота встречаемости *Botrytis cinerea*, *Fusarium* spp., *Penicillium* spp., увеличивается — *Oospora betae* и комплекса бактерий.

После 2010 г. началось постепенное увеличение частоты встречаемости бактериальной инфекции, поражающей корнеплоды в поздние сро-

ки вегетации. В 2012 г. она достигает практически 100% и является базой для развития кагатной гнили. В южной части ЦЧР кагатная гниль в последние годы стала преимущественно бактериальной этиологии. Идет конкурентное вытеснение грибов из патогенного комплекса. За исключением гриба *Oospora betae*, который живет в пораженных тканях в дрожжеподобном состоянии, ассоциировано с бактериями, и вызывает быстро развивающуюся мокрую гниль.

Таким образом, можно предположить, что при условии дальнейшего потепления климата в южной части ЦЧР снизится роль грибов в структуре возбудителей кагатной гнили и усилится роль бактериальной составляющей и ассоциаций бактерий с отдельными видами грибов.

Литература

Морочковский С. Ф. Микрофлора сахарной свеклы // *Свекловодство*, 1959, т. 3, с. 576–582.

Морочковский С. Ф. Грибная флора кагатной гнили сахарной свеклы. М., 1948, 214 с.

Стогниенко О. И., Селиванова Г. А. Возбудители кагатной гнили сахарной свеклы в ЦЧР // *Сахарная свекла*, 2012, № 9.

Стогниенко О. И., Воронцова А. И. Микобиота кагатной гнили // *Современная микология в России. Том 3. Материалы 3-го съезда микологов России*, М., Национальная академия микологии, 2012, с. 317.

Шевченко В. Н. Кагатная гниль сахарной свеклы // *Свекловодство*, 1959, т. 3, с. 523–538.

SPECIES COMPOSITION AND GEOGRAPHICAL SPREAD OF SUGAR BEET CLAMP ROT MYCOBIOTA

Stognienko O. I., Vorontsova A. I.

The A. L. Mazlumov All-Russian Research Institute of Sugar Beet,
Russian Agricultural Academy, Ramon, Russia, stogniolga@mail.ru

As a result of species structure studying of clamp rot disease agents, dynamic changes in taxonomic structure of pathogen complex have been determined. It has been shown that in direction from north to south in central-European region of Russia, frequency of occurrence of *Botrytis cinerea*, *Fusarium* sp., and *Penicillium* sp. decreases, and that occurrence of *Oospora betae* and bacterial complex increases

Key words: sugar beet, clamp rot, microbiota, fungi, bacteria.

ЛЕСНОЙ МИКОЦЕНОЗ И ЛЕСНАЯ МИКОЦЕНОЛОГИЯ

Стороженко В. Г.

Институт лесоведения РАН, Москва, Россия, lesoved@mail.ru

На основе классических представлений о строении лесного сообщества обсуждается возможность выделения грибной биоты лесов в структуру ценотического уровня. Приводится три доказательных положения, обосновывающих целесообразность выделения грибной биоты в структуру ценоза. На этих же положениях обосновывается возможность выделения нового самостоятельного научного направления — лесной микоценологии в составе лесной биогеоценологии.

В середине XX века В. Н. Сукачев (1964) разработал теорию структурного строения лесного сообщества. В этом строении он, в ряду прочих ценологических структур, определил «микробеценоз», в состав которого вошли и грибы. В то время грибной консорт лесов еще не рассматривался как гетеротрофная структура, более чем на 90% ответственная за разложение накапливаемой фитомассы (Соловьев, 1992); еще только начинало формироваться представление о грибах как о самостоятельной группе организмов в составе лесного биогеоценоза. Начиная с 60-х по 90-е годы прошлого столетия еще велись оживленные дискуссии о статусе грибов в системе лесного сообщества. Можно привести достаточно примеров, как сторонников, так и противников выделения грибов в самостоятельную ценологическую структуру, включая многих известных в России ученых. В наших представлениях грибное сообщество безусловно является структурой ценологического уровня, и это утверждение имеет несколько доказательных позиций. Эти же доказательные позиции определяют возможность и целесообразность выделения в составе лесной биогеоценологии самостоятельного научного направления — лесной микоценологии. Вся теория строится на примере комплекса дереворазрушающих грибов.

Первое доказательное положение. Грибная биота — ценологическая структура.

В современных трактовках эволюции биоты утверждено понятие, при котором грибы являются отдельной (филогенетической) линией эукариот и стали рассматриваться как отдельное царство живого мира одновременно с царствами животных и растений — Kingdom Fungi (Кусакин, Дроздов, 1998; Whittaker, 1964; Тахтаджан, 1973; Margulis, Schwartz, 1982; Гарибова, Лекомцева, 2005 и др.). В то же время существует несколько более отличная трактовка разделения живой материи на группы организмов. Если грибы по своей биохимии и физиологии, составу и строению клеточной оболочки могут быть отнесены к организмам, имеющим некоторые характеристики как растений, так и животных, то вполне логично предположить, что именно грибы являются вторым звеном эволюции после бесцветных жгутиковых организмов (Flagellatae), обитавших в первичном океане, и именно от них в эволюционном процессе отделились растения и животные 1,1 (в некоторых источниках — около 1,5) млрд. лет тому назад. Грибная биота лесов, имея в своей структуре явно выраженное морфологическое, экологическое и функциональное строение, уже по этим критериям отвечает всем требованиям ценологического комплекса. Как бы там ни было, бесспорно одно — в цепи накопления и разложения биомассы, составляющей важнейшее звено круго-

ворота вещества и энергии в лесных сообществах, грибная составляющая лесного биогеоценоза, как основной консорт, разлагающий биомассу фитомассы, имеет абсолютно равноправное значение с автотрофной составляющей.

Второе доказательное положение. Функциональное значение грибной биоты лесов. Благодаря присутствию в грибной биоте лесов, во-первых, огромного количества видов с различной пищевой специализацией (от облигатного паразитизма до облигатного сапрофитизма) и, во-вторых, видов, обладающих широкой пищевой пластичностью, особенно среди биотрофного комплекса, грибная гетеротрофная биота способна выполнять свои функции на всех этапах жизненного и послезиженного существования биомассы фитомассы. Приводим основные функции, которые мы относим к числу важнейших доказательных характеристик выделения микоценоза в ценологическую структуру и микоценологии в отдельное научное направление.

- Функция заражения отдельных здоровых или ослабленных действием других факторов экзепляров растений, осуществляемая грибами комплекса облигатных паразитов, и грибами, обладающими в различной степени факультативными свойствами.
- Функция ослабления определенного количества деревьев фитомассы и перевода их в текущий древесный отпад и далее в валеж, осуществляемая комплексом дереворазрушающих грибов, обладающих факультативными свойствами.
- Функция разложения древесного отпада до состояния гумуса, осуществляемая грибами как факультативного комплекса, так и в большей степени грибами ксилотрофного комплекса.

Все эти функции основаны на гетеротрофной природе грибной биоты и в сумме составляют важнейший эндогенный механизм, осуществляющий движение в цепи круговорота вещества и энергии в лесных экосистемах. Еще одна важнейшая функция, объединяющая перечисленные выше функции и связанная с гетеротрофной природой грибов, имеет две ипостаси — деструктивную и формирующую. Деструктивная функция определена эволюцией как основная функция ослабления и разложения биомассы природных экосистем. Формирующая — определяется социальным устройством лесного сообщества через управление отдельными консортами с помощью консортивных связей, в том числе грибами различных групп и в первую очередь грибами дереворазрушающего комплекса.

Третье доказательное положение. Закономерное обусловленное поведение дереворазрушающих грибов. Определены и экспериментально

доказаны в качественных, количественных и объемных показателях закономерности формирования и функционирования грибных сообществ в составе биогеоценозов, в том числе комплексов дереворазрушающих грибов, как одного из основных агентов, осуществляющих и поддерживающих в необходимых для нормального развития лесного сообщества показателях, работу расходной цепи круговорота вещества и энергии в лесных биогеоценозах. Важнейшие из этих закономерностей в тезисном изложении мы приводим их ниже.

1. Чем сложнее структурное и функциональное строение биогеоценоза, тем сложнее и разнообразнее (в пределах оптимальности) по видовому и функциональному составу микоценоз и тем устойчивее это растительное сообщество.
2. Количественные характеристики величин общего распространения грибов дереворазрушающего комплекса в лесах всех зон растительности в объемах лесных формаций имеют сопоставимые, известные и предсказуемые показатели.
3. Общей для всех лесов закономерностью качественных характеристик комплексов биотрофных дереворазрушающих грибов явилось стремление к балансу возбудителей, вызывающих деструктивные и коррозионные гнили в древостоях климаксовых фаз динамики, то есть к 1. С продвижением в область демуляции или дигрессии этот баланс нарушается в сторону преобладания количества деревьев, пораженных видами грибов, вызывающих коррозионные или деструктивные гнили.
4. В коренных разновозрастных лесах пораженные деревья, независимо от величины общего поражения древостоя, относительно равномерно распределяются по площади сообщества. Очагового поражения и активизации распространения какого-то одного вида биотрофа в таких лесах нет.

5. В составе ксилотрофного комплекса дереворазрушающих грибов присутствует большая группа видов, проявляющих антагонистические свойства разной степени активности к патогенным видам биотрофов и осуществляющих контроль за их распространением по площади лесных сообществ в микогоризонтах подстилочного, корневого, комлевого и стволового слоев микоценоза.
6. В целом, сбалансированный по видовому составу и пищевой специализации микоценоз коренных лесов, в том числе комплексы дереворазрушающих грибов биотрофной и ксилотрофной групп, соответствует динамическим характеристикам биогеоценозов, имеет вполне определенную структуру и иерархическую подчиненность видов, осуществляя контроль за текущим отпадом необходимого лесному сообществу количества деревьев из состава древостоя.

Таким образом, анализируя весь объем доказательных позиций, приведенных в пользу выделения микоценоза в структуру ценотического уровня и микоценологии в самостоятельное научное направление в составе лесной биогеоценологии, можно говорить, как мы считаем, о доказанности обсуждаемых положений.

Микоценология — это раздел лесной биогеоценологии, изучающий и объясняющий структуру и строение грибной биоты лесных сообществ, закономерности поведения видов и комплексов грибов в динамике формирования и деструкции лесных биогеоценозов.

Вся доказательная база в наших примерах основана на анализе поведения в основном грибов комплекса дереворазрушителей, наиболее тесно связанных консортивными связями с растениями фитоценоза и в целом биогеоценоза. Эти связи в наибольшей степени определяют поведение грибов дереворазрушающего комплекса.

Литература

- Гарибова Л. В., Лекомцева С. Н. Основы микологии. Морфология и систематика грибов и грибоподобных организмов. М., Тов-во научн. изданий КМК, 2005, 220 с.
- Кусакин О. Г., Дроздов А. Л. Филема органического мира. СПб., Наука, 1994, ч. 1, 281 с.; 1998, ч. 2, 358 с.
- Соловьев В. А. Микогенный ксилолиз, его экологическое и технологическое значение. М., Наука, В кн. «Научные основы устойчивости лесов к дереворазрушающим грибам», 1992, с. 140–172.
- Стороженко В. Г. Микоценоз и микоценология. М.-Тула, Тип. «Гриф и К», 2012, 191 с.
- Сукачев В. Н. Основы лесной биогеоценологии. М., Наука, 1964, с. 5–49.
- Тахтаджан А. Л. Четыре царства органического мира // Природа, 1973, № 2, с. 22–32.
- Margulis L, Schwartz K. Five Kingdoms. San Francisco, 1982, 400 p.
- Whittaker R. H. New concepts of kingdoms of organisms // Science, 1969, No. 163, p. 150–159.

FOREST MYCOCOENOSIS AND FOREST MYCOCOENOLOGY

Storozhenko V. G.

Institute of Forest Sciences of RAS, Moscow, Russia, lesoved@mail.ru

The author raises for discussion an option to classify a forest fungi biota as a structure of cenotic level (grade, stage). He presents three supporting theses to substantiate the expediency of fungi biota's separation into a structure of cenosis. The author uses the above mentioned theses to prove the possibility of introducing a new separate scientific direction — the Forest Mycocoenology, as part of forest biogeocenology.

Key words: forest fungi, biogeocenology, mycocoenology.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЧВООБИТАЮЩЕГО ФИТОПАТОГЕННОГО ГРИБА FUSARIUM CULMORUM

Струнникова О. К., Шахназарова В. Ю., Вишневецкая Н. А.

*ГНУ ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии,
Санкт-Петербург, Россия, olgastrunnikova@rambler.ru*

Fusarium culmorum вызывает корневую и стеблевую гнили и фузариоз зерна. Инфицирование грибом корней — мало изученный процесс. Было показано, что не во всех случаях наблюдалась прямая зависимость между плотностью мицелия *F. culmorum* в почве под ячменем, интенсивностью колонизации грибом корней и интенсивностью развития гнили. Взаимоотношения *F. culmorum* с растением могут варьировать от паразитизма до мутуализма. Было установлено, что *F. culmorum* способен к длительному сапротрофному развитию в почве, успешно конкурируя с почвенной микрофлорой. В почве гриб существует, главным образом, в виде мицелия.

Ключевые слова: сапротрофное развитие, паразитизм, мутуализм, колонизация, инфицирование.

Fusarium culmorum (Wm. G. Sm.) Sacc. — почвообитающий факультативный фитопатогенный гриб. Виду *F. culmorum* свойственно формирование одного типа конидий, так называемых макроконидий, а также покоящихся структур — хламидоспор. Формирования аскоспор, а, следовательно, полового размножения, у данного вида не найдено. *F. culmorum* поражает растения из многих семейств, но особенно опасен для человека и животных при развитии на зерновых культурах, не только вследствие снижения их урожая, но и загрязнения зерна микотоксинами (Pomeranz et al., 1990; Parry et al., 1995). На зерновых, таких как ячмень и пшеница, *F. culmorum*, наряду с другими грибами рода *Fusarium*, вызывает корневую и стеблевую гнили и фузариоз зерна. Источниками инфекции являются как почва, так и заселенная грибом стерня. Среди грибов рода *Fusarium* наиболее вредоносным считается *F. graminearum*, однако *F. culmorum* доминирует в более холодных областях северной, центральной и западной Европы (Wagacha, Muthomi, 2007). Паразитическая активность *F. culmorum* известна и давно привлекает пристальное внимание исследователей.

В то же время, развитие *F. culmorum* не связано с одним лишь паразитизмом, этот гриб способен к длительному сапротрофному развитию в почве. Burgess и Griffin (1967) считают *F. culmorum* конкурентоспособным сапротрофным колонизатором растительных остатков в почве. Нами в нескольких экспериментах было прослежено развитие внесенного в почву патогенного штамма *F. culmorum*. Для этой цели были использованы мембранные фильтры, на которых гриб вносили в почву, с последующим иммунофлуоресцентным окрашиванием грибных структур после извлечения фильтров (Струнникова и др., 1998). Максимальный срок слежения за *F. culmorum* в нестерильной почве составил 114 суток в вегетационном опыте и 60 суток в полевом.

Обычно длительное выживание и сохранение *F. culmorum* в почве связывают с формированием грибом хламидоспор. Однако микроскопирование фильтров с грибом показало, что в течение столь длительных сроков *F. culmorum* был представлен в основном мицелием, который составлял 89–100% от общей биомассы гриба (Шахназарова и др., 2004). Это свидетельствует о том, что гриб

активно развивается в почве, а не просто выживает в ожидании возможности заразить растение. В дальнейших исследованиях была установлена способность *F. culmorum* конкурировать с почвенной микрофлорой за легкодоступный (глюкоза) и труднодоступный (целлюлоза) источник углерода в почве (Струнникова и др., 2007). Было установлено, что сапротрофное развитие гриба активнее протекает в ризосфере, чем в неризосферной почве, но вряд ли это следует считать накоплением инокулята перед атакой на растение: ризосфера непоражаемых растений, например, овса, также стимулирует развитие гриба, как и ризосфера поражаемых растений гороха и ячменя (Шахназарова, 2000).

Количество *F. culmorum* в почве обычно рассматривается, прежде всего, в связи с угрозой развития фузариоза. Считается очевидным, что высокий уровень развития *F. culmorum* в ризосферной почве способствует высокому уровню колонизации корней и как следствие — активному развитию болезни. Наши исследования показали, что далеко не всегда прослеживается прямая связь между интенсивностью развития гриба в почве и колонизацией корней. Более того, в некоторых случаях мы наблюдали обратную зависимость. Так, внесение в почву целлюлозы привело к более активному развитию *F. culmorum* в ней по сравнению с небогатой почвой. Однако заселение корней ячменя грибом и развитие корневой гнили при внесении в почву целлюлозы шло менее интенсивно, чем в контрольном варианте (Струнникова и др., 2008).

В то же время, активная колонизация *F. culmorum* корней растения-хозяина не всегда приводит к развитию болезни. Было установлено, что в присутствии *Pseudomonas fluorescens* гриб значительно хуже развивался в почве, но интенсивность колонизации корней не снижалась, а в некоторые сроки была достоверно выше, чем в контроле. В то же время корневая гниль активнее развивалась в контрольном варианте (Струнникова и др., 2008). Таким образом, уровень развития гриба в почве, колонизации корней и развития болезни не всегда прямо связаны друг с другом.

F. culmorum, колонизирующий корни, способен не только паразитировать, но и вступать в мутуалистические взаимоотношения с растением-хозяином. Так, *F. culmorum*, колонизировавший корни и надземные органы *Leymus mollis*, увеличивал устойчивость растений к засолению

(Rodriguez, Redman, 2008). Как указывают авторы, без этого грибного эндофита, специализированного к данной среде обитания, растения не выживали в условиях засоленных береговых дюн. Непатогенный ризосферный изолят *F. culmorum* DEMFc2, колонизирующий эпидермис и кортекс корней ржи, увеличивал вес растений и существенно снижал их заболеваемость фузариозом: с 86% до 8% (Jaroszuk-Scisel J. et. al., 2008).

В одном из наших экспериментов суспензия макроконидий штамма 30 *F. culmorum* при внесении в нестерильную почву для создания инфекционного фона стимулировала рост ячменя. В этом варианте заболеваемость ячменя гнилями и фузариозом колоса не наблюдалось, хотя в контрольном было отмечено несколько больных растений. Тот же штамм *F. culmorum*, колонизирующий корни пшеницы, вызывал ту или иную степень заболеваемости корневой гнилью у растений разных сортов. Однако колонизация грибом растений дикого типа диплоидной пшеницы *Triticum boeoticum* не только не привела к их заболеваемости, но и стимулировала рост корней: их масса увеличилась в 4 раза по сравнению с контролем (неопубликованные данные).

Стимулирующее действие *F. culmorum* на растение может быть связано с выделением грибом растительного гормона — гибберелловой кислоты. И даже в случаях, когда *F. culmorum* проявляет себя как явный патоген, на ранних стадиях колонизации он иногда вызывает стимуляцию роста растений. Однако то, что в некоторых опытах в конце вегетации наблюдается отсутствие болезни у растений, выращенных на инфекционном фоне, позволяет предположить, что в определенных условиях гриб способен менять характер взаимоотношений с растением.

Таким образом, в почве факультативный фитопатоген *F. culmorum* может существовать как сапротроф. Его взаимоотношения с растением могут варьировать от паразитизма до мутуализма. Мы пока не знаем, является ли тот или иной характер отношений с растением-хозяином показателем генетического разнообразия данного вида или же, напротив, показателем разного ответа конкретного генотипа на меняющиеся условия среды. В любом случае, для регулирования фитосанитарного состояния агроценозов необходимо дальнейшее изучение *F. culmorum* и его взаимоотношений с растениями в разных почвенных условиях.

Литература

Струнникова О. К., Шахназарова В. Ю., Вишневецкая Н. А., Муромцев Г. С. Применение мембранных фильтров и иммунофлуоресценции для изучения развития почвообитающих микромицетов. // Микология и фитопатология, 1998, 32, 2, с. 65–72.

- Струнникова О. К., Шахназарова В. Ю., Вишневецкая Н. А., Чеботарь В. К., Тихонович И. А. Развитие и взаимоотношения *Fusarium culmorum* и *Pseudomonas fluorescens* в почве // Микробиология, 2007, 76, 5, с. 675–681.
- Струнникова О. К., Вишневецкая Н. А., Бородин Е. В., Тихонович И. А. Влияние целлюлозы на развитие *Fusarium culmorum* в ризосфере и ризоплане ячменя и интенсивность проявления корневой гнили // Микология и фитопатология, 2008а, 42, 6, с. 573–580.
- Струнникова О. К., Шахназарова В. Ю., Вишневецкая Н. А., Чеботарь В. К., Тихонович И. А. Взаимоотношения *Fusarium culmorum* и *Pseudomonas fluorescens* в ризосфере и ризоплане ячменя // Микология и фитопатология, 2008б, 42, 1, с. 68–77.
- Шахназарова В. Ю., Струнникова О. К., Вишневецкая Н. А. Развитие внесенной популяции *Fusarium culmorum* в почве: особенности формирования и лизиса различных структур гриба // Микология и фитопатология, 2004, 3, с. 79–88.
- Шахназарова В. Ю. Развитие интродуцированной популяции *Fusarium culmorum* (Wm. G. Sm.) в различных почвенных условиях. Автореф. канд. дис. СПб, 2002, 22 с.
- Burgess LW., Griffin D. M. Competitive saprophytic colonization of wheat straw // Ann. Appl. Biol. 1967, 60, p. 137–142.
- Jaroszuk-Scisel J., Kurek E., Winiarczyk K., Batur A., Lukanowski A. Colonization of root tissues and protection against *Fusarium wilt* of rye (*Secale cereale*) by non-pathogenic rhizosphere strains of *Fusarium culmorum* // Biol. Control., 2008, 1, 45, p. 297–307.
- Parry D. W., Jenkinson P. & McLeod L. *Fusarium ear blight (scab) in small grain cereals — a review* // Plant Pathol., 1995, 44, p. 207–238.
- Pomeranz Y., Becher D. B., Sauer D. B., Seitz L. M. *Fusarium head blight (scab) in cereal grains*. (In Y. Pomeranz (Ed.) *Advances in Cereal Science and Technology*. American Association of Cereal Chemists. St. Paul), 1990, p. 373–433.
- Rodriguez R., Redman R. More than 400 million years of evolution and some plants still can't make it on their own: plant stress tolerance via fungal symbiosis // J. Exp. Botany, 2008, 59, 5, p. 1109–1114. Doi:10.1093/jxb/erm342.
- Wagacha J. M., Muthomi J. W. *Fusarium culmorum: Infection process, mechanisms of mycotoxin production and their role in pathogenesis in wheat* // Crop Protection, 2007, 26, p. 877–885.

ECOLOGICAL FEATURES OF SOILBORNE PHYTOPATHOGENIC FUNGUS *FUSARIUM CULMORUM*

Strunnikova O. K., Shakhnazarova V. Yu., Vishnevskaya N. A.

Research Institute for Agricultural Microbiology, St.-Petersburg, Russia, olgastrunnikova@rambler.ru

Fusarium culmorum causes seedling blight, foot rot, and head blight of cereals. Infection of roots by fungus has been poorly studied. It has been shown that direct correlation among mycelia density in soil, intensity of root colonization by fungus and intensity of disease incidence is absent in some cases. Interactions of *F. culmorum* with plant can vary from parasitism to a mutualism. It has been established that *F. culmorum* is capable to exist in soil as a saprotroph for a long time. In soil fungus forms mainly mycelia.

Key words: saprotrophic growth, parasitism, mutualism, colonization, infection.

ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ПРОТРАВИТЕЛЕЙ И ИХ СМЕСЕЙ НА ПАТОГЕННУЮ МИКРОФЛОРУ СЕМЯН

Тимофеев В. Н., Гарбар Л. И.

ГНУ НИИСХ Северного Зауралья Россельхозакадемии,

г. Тюмень, РФ, Timofeev_vn2010@mail.ru

В современных условиях предпосевная фитоэкспертиза семян, становится неотъемлемой частью семенного контроля, для оценки качества семян, выявления содержания патогенного комплекса болезней и выбора эффективных методов и средств для регулирования количественного состава возбудителей болезней в начальный период роста и развития растений.

Ключевые слова: протравители семян, гуминовые препараты, яровая пшеница, болезни семян.

Исследования выполнены в лабораторных и полевых мелкоделяночных опытах, руководствуясь методиками Государственного сортоиспытания (1983); эпифитотологическую классификацию вредных организмов проводили по Е. Ю. Тороповой, Г. Я. Стецову, В. А. Чулкиной (2002); фитопатологический анализ семян — методом рулонной экспертизы по В. А. Чулкиной; была проведена сравнительная оценка эффективности изучаемых препаратов на яровой пшенице.

Результаты фитодиагностики в среднем за 5 лет исследований показали, что зараженность семян возбудителями корневых гнилей яровой пшеницы составляла: *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker 8–12% и *Fusarium* spp. 3–5%. Во все годы наблюдений и на всех сортах наблюдается тенденция стабильно высокого заражения 22–69% семян пшеницы грибами р. *Alternaria*.

Грибы р. *Alternaria*, также как и гелиминтоспориоз, вызывают черный зародыш и являются одной из причин низкой всхожести семян, когда зараженные проростки дают ослабленные всходы или погибают до выхода на поверхность (Степановских, 1988).

Погодные условия в период налива и созревания зерна определяют тип заражения. Так, во влажные годы на семенах преобладает гелиминтоспориозная инфекция и фузариоз, а при более засушливых условиях созревания чаще распространены альтернариоз (Коршунова, 1972).

При влажной погоде и благоприятной температуре происходит ухудшение качества зерна;

в результате продукты гидролитического распада углеводов образуют благоприятную среду для питания и размножения паразитных грибов, таких как виды альтернарии, гелиминтоспориума.

Контроль над инфекцией осуществляется с помощью протравителей или их использования в комплексе с регуляторами роста, микроудобрениями (Немченко и др., 2006; Кириченко, Торопова, 2007).

Посев здоровыми семенами — обязательное требование интегрированной системы защиты растений. С семенами передается до 60% болезней растений, а посев зараженными семенами влечет за собой возникновение корневых гнилей, изреживание всходов или задержку их развития, что, в конечном счете, сказывается на урожае (Тютчев, 2005).

Результаты экспертизы обработанных семян показали различное влияние изучаемых нами препаратов — Дивиденд Стар, Раксил и Виал ТТ, Грандсил, Дивиденд Экстрим, Винцит, удобрений на основе гуминовых кислот — Гумимакс, Лигногумат, Гумат калия и их смесей на семенную микрофлору.

Наши исследования показали, что влияние протравителей в рекомендуемой норме расхода на подавление патогенной микрофлоры семян наиболее эффективно в чистом виде, а при использовании протравителей в смеси фунгицидная активность снижается на 5–15% (Грандсил + Лигногумат, Дивиденд Стар + Гумат калия и Гумимакс).

Таблица 1. Биологическая эффективность протравителей семян яровой пшеницы, %

№ п/п	Вариант опыта	<i>p. Alternaria</i>	<i>P. Fusarium</i>	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	Среднее
1	Контроль	—	—	—	—
2	Грандсил, 0,5 л/т	58,0	100	60,0	72,6
3	Грандсил, 0,5 л/т + Лигногумат, 0,1 кг/т	37,1	83,3	80,0	66,8
4	Дивиденд Экстрим, КС, 0,6 л/т	50,0	83,3	80	71,1
5	Дивиденд Экстрим, КС, 0,8 л/т	51,6	100	100	83,8
6	Винцит СК, 1,5 л/т	51,6	83,3	60	64,9
7	Винцит Форте, КС, 1,1 л/т	48,3	100	80	76,1
8	Дивиденд Стар, 1,0 л/т +				
9	Гумимакс, 0,5 л/т	66,6	80,0	66,6	
10	Гумимакс, 0,5 л/т	—	33,3	—	11,1
11	Дивиденд Стар, 1,0 л/т +				
12	Гумат калия, 0,2 л/т	66,6	40,0	53,0	
13	Гумат калия, 0,2 л/т	3,2	—	—	1,06
14	Дивиденд Стар, 1 л/т	46,3	80	90	72,1
13	Виал ТТ, 0,4 л/т	47,8	100	80	75,9
14	Раксил, 0,5 л/т	43,4	100	70	71,1
	среднее	50,3	83,3–87,5	74,5–78,0	

Эффективность против семенной инфекции изучаемых нами препаратов в среднем варьировала: против *P. Alternaria* — 50,3%, *r. Fusarium* — 83,3–87,5% и *B. sorokiniana* 74,0–78,0% (табл. 1).

Препарат Дивиденд Стар, наиболее активен против *B. sorokiniana* — 90%, значительно ниже эффективность препарата — на 10% против *Alternaria spp.* и *Fusarium spp.* Эффективность препаратов Виал ТТ, Грандсил, Винцит Форте, Раксил против *B. sorokiniana* была на уровне 75% и увеличивалась против грибов *r. Fusarium* — 100%. Препарат Дивиденд Экстрим в норме 0,8 л/т проявлял высокую эффективность против всего комплекса патогенов и снижал эффективность на 17–20% по мере снижения нормы до 0,6 л/т.

Присутствие в смеси препаратов на основе гуминовых кислот снижало биоцидное действие протравителей. Препараты Гумимакс, Гумат ка-

лия в чистом виде не влияли на виды *Alternaria* и способствовали развитию *B. sorokiniana*, *Fusarium spp.* на 2–5%.

Высокая гибель *B. sorokiniana* — 70–90% наблюдается при действии препаратов на основе дифеноконазола, на грибы *P. Fusarium* — отмечается 80–100% эффективность препаратов с содержанием тебуконазола, действие препаратов снижается в отношении *Alternaria spp.* — биологическая эффективность составляет 37–66%.

Препарат для протравливания семян определяется в зависимости от наличия видового состава возбудителей болезней на семенах. Протравливание является наиболее экологичной частью комплекса интегрированной защиты растений, эффективность приема зависит от агротехники культуры, возделываемого сорта и особенностей действия применяемого препарата.

Литература

- Кириченко А. А., Торопова Е. Ю. Биологическое обоснование мониторинга, прогноза и контроля черноты зародыша яровой пшеницы в Новосибирской области // *Сибирский вестник с.-х. науки*, 2007, №8, с. 31–34.
- Коришнуова А. Ф. Влияние микроорганизмов и протравителей на семена. М., 1972, 43 с.
- Немченко В. В. и др. *Современные средства защиты растений и технологии их применения*. ГУП «Куртамышская типография», 2006, 348 с.
- Степановских А. С. *Рекомендации по протравливанию семян сельскохозяйственных культур в Зауралье*. Курган, 1988, 41 с.
- Торопова Е. Ю. и др. *Эпифитотимологические основы систем защиты растений*. Новосибирск, 2002, 579 с.
- Тютюрев С. Л. Протравливание семян зерновых колосовых культур // *Защита и карантин растений*, 2005, №3, 132 (44) с.

FEATURES OF INFLUENCE OF DISINFECTANTS AND THEIR MIXTURES ON SEED PATHOGENS

Timofeev V. N., Garbar L. I.

State Scientific Institution Research Institute of Agriculture of the North Trans-Ural Russian Agricultural Academy, Tyumen, Russia, Timofeev_vn2010@mail.ru

Numerous fungal species are capable of infecting wheat resulting in low quality with reductions in grain yield. The results of experiments in the control of fungous diseases of cereal seed-grain by means of chemical disinfectants have been shown.

Key words: spring wheat, seed, fungi, disinfectants.

ВЛИЯНИЕ ГРИБНЫХ БОЛЕЗНЕЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ РАЗНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ И ЯЧМЕНЯ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ ЮЖНОГО УРАЛА

Тимошенкова Т. А.

ГНУ Оренбургский НИИСХ РАСХН, Оренбург, Россия, tim2233@mail.ru

В исследованиях проведен анализ фитосанитарного состояния посевов групп сортообразцов ячменя и пшеницы из коллекции ВИР разного эколого-географического происхождения в засуш-

ливых условиях степи Оренбургского Предуралья. Выявлены устойчивые к комплексу болезней сорта. Поражения грибными болезнями негативно отражаются на реализации генетического и продуктивного потенциала сортов. В результате подобраны родительские формы, которые включены в селекционные программы на повышение устойчивости растений к болезням в степной зоне Южного Урала.

Ключевые слова: сортообразец, степень поражения, фитосанитарное состояние, урожайность.

Устойчивость растений к болезням является главным показателем, определяющим фитосанитарное состояние посевов зерновых культур. Возделывание устойчивых сортов позволяет сокращать затраты на мероприятия по защите растений. Но вследствие постоянно протекающих в природе формообразовательных процессов, появляются все новые расы возбудителей, способные поражать ранее устойчивые сорта (Пересыпкин, 1979; Чумаков, Захарова, 1990; Санин, 2007). Из-за поражения болезнями возделываемые сорта не всегда реализуют свой генетический потенциал. Поэтому для селекционеров остается актуальной проблема создания сортов с высокой устойчивостью к биотическим стрессорам.

Для каждой агроклиматической зоны характерно развитие определенных рас болезней и видов вредителей. По мнению В. П. Лухменева (2000), при сложившейся на Южном Урале системе растениеводства, потенциальный недобор продукции зернового поля, вызываемый вредными организмами, нередко достигает 50% потенциально возможного биологического урожая. Это негативное воздействие защитными мерами удается снизить лишь на 35–40%. В этом регионе имеют широкое распространение 80 видов вредителей, 50 видов болезней и 300 видов сорняков. Из них наиболее опасны 35 видов вредителей, 23 вида болезней и 22 вида сорных растений. Ю. Б. Коновалов (1999) в полный перечень возбудителей грибковых болезней на пшенице включает 278 видов, а также 18 видов бактерий и столько же вирусов. Пшеницу повреждают более 100 видов насекомых и клещей.

Огромный ареал культурного ячменя в мировом земледелии и древность происхождения этой культуры обуславливают большую дифференциацию видов и рас патогенов его поражающих (Трофимовская, 1972). Устойчивость сортов к полеганию и сопряженная с ней устойчивость к инфекционным заболеваниям являются ведущими направлениями в селекции ячменя (Лукьянова, Трофимовская и др., 1990).

В степной зоне Южного Урала большой вред посевам зерновых культур наносят: пыльная головня пшеницы *Ustilago tritici* (Pers.) Jens, твердая головня ячменя *Ustilago hordei* Kell. Swing, мучнистая роса *Erysiphe graminis* D. S., темно-бурая листовая пятнистость *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker, бурая ржавчина пшеницы *Puccinia*

tritica Erikss, обыкновенная корневая гниль *Bipolaris sorokiniana*.

Метеорологические условия в годы исследований были характерными для степной зоны. Учет болезней проводили по общепринятым методам ВИР и ВИЗР.

Анализ фитосанитарного состояния посевов разных по происхождению сортов ячменя и пшеницы в условиях степи Оренбургского Предуралья выявил, что в годы исследований наибольшее развитие получили бурая ржавчина, твердая и пыльная головня, мучнистая роса, обыкновенная корневая гниль и темно-бурая пятнистость злаков.

Распространенность твердой головни в посевах сортообразцов ячменя К-29139, Туррег; К-22784, АВ-1102 (голозерная группа) составила 20–25%. Устойчивыми к твердой головне за годы исследований из западноевропейской группы оказались: К-30889, Danuta; К-30916, Pasadena; восточноевропейской К-30843, Зевс; К-30994, Донецкий 15; К-30995, Malva; степной К-30847, Ясный, а также, канадской — К-590379, Joli; К-579138, Tankard и К-30029, Noble. Поражение растений пыльной головней проявилось у сортов пшеницы волжской экологической группы: Волгоуральская (3,0%) и Тулайковская степная (1,0%). Остальные изученные образцы из всех трех экологических групп пыльной головней не поразились.

В посевах сортообразцов ячменя всех исследованных экологических групп было отмечено развитие бурой пятнистости. Степень поражения листьев составила от 1 до 4 баллов. Сильное повреждение листьев проявилось у образцов К-15014, Местный Дагестан и К-30855, ГУ-250.

Посевы пшеницы повреждались мучнистой росой. Сильное поражение (3–4 балла) наблюдалось у образцов К-64855, Александрина; К-64878, Соановская 4; К-64879, Соановская 5 (лесостепная западносибирская группа); К-64874, Саяногорская; К-64882, Линия 2 (лесная восточносибирская группа); Волгоуральская; К-43283, Заволжская; Оренбургская 13 и К-64887, Степная 2 (степная волжская группа). Мучнистой росой не поразились К-64858, Магистральная 1; К-64861, Рикс; К-64864, Баганская 95; К-64867, Новосибирская 44; К-64868, Аннет; К-64877, Селена; К-64851, Маргарита и К-64854, Закамская.

Сортообразцы пшеницы К-64855, Александрина; К-64879, Соановская 5 из лесной восточно-

сибирской группы и К-64851, Маргарита из степной волжской группы были поражены корневой гнилью (2 балла).

В 2012 году на посевах пшеницы наблюдалось массовое развитие бурой ржавчины. Степень поражения колебалась от 0 до 5 баллов. Не поражались данной болезнью К-64860, Омская 21; К-64866, Лубнинка; К-64878, Соановская 4 (западносибирская группа); Белянка, Волгоуральская и Фаворит (степная волжская группа).

Главным критерием оценки адаптивной способности к определенным условиям региона возделывания является урожайность. Воздействие биотических стрессоров негативно отражается на уровне продуктивности растений. Так, при сильном поражении бурой ржавчиной сортообразцов пшеницы у устойчивых к данной болезни К-64866, Лубнинка и Белянка урожайность составила 15,7–16,0 ц с 1 га, а у не устойчивых К-64879, Соановская 5; К-64882, Линия 2 и Варяга урожайность была на уровне 8,2–12,0 ц с 1 га. При сильном повреждении сортообразцов ячменя К-29139, Туррег и К-22784, АВ-1102 (голозерная группа) твердой головней урожайность составляет 8,2–9,6 ц с 1

га. Устойчивые к данной болезни образцы К-30419, М-11763; К-30824, Родник 98; К-30828, Ратник; Натали; К-30847, Ясный и К-30413, Lakombe сформировали урожайность в пределах 16,7–23,0 ц с 1 га. В годы исследований более продуктивными были образцы степной группы ячменя и степной волжской группы пшеницы.

В ходе исследований из мировой коллекции ВИР выделены 5 сортообразцов пшеницы устойчивых к местным расам бурой ржавчины, 22 образца — к корневой гнили, 9 образцов — к мучнистой росе и 3 образца — к комплексу болезней.

В коллекции ячменя выявлено 8 сортообразцов устойчивых к твердой головне. Слабое поражение темно-бурой пятнистостью листьев наблюдалось у 9 образцов голозерной группы, 5 — западноевропейской группы, 13 — восточноевропейской группы, 9 — степной группы, 4 — канадской группы. Образцов ячменя с устойчивостью к основным грибным болезням на естественном инфекционном фоне не было установлено.

Выбранные образцы рекомендуется использовать в селекционных программах.

Таблица 1. Таблица. Урожайность разных экологических групп сортов ярового ячменя и мягкой пшеницы в степи Оренбургского Предуралья

Table. Crop capacity of different ecogeographic groups of spring barley and soft wheat in Orenburg PreUral steppes

Экологическая группа	Урожайность в годы исследований, ц с 1 га				
	2009	2010	2011	2012	Средняя за 4 года
Яровой ячмень					
Голозерная (Северный Кавказ, Закавказье)	15,7	2,7	15,1	7,7	10,3
НСР ₀₅ по группе	2,8	1,2	1,5	0,9	—
Западноевропейская	22,7	4,2	24,5	15,6	16,8
НСР ₀₅ по группе	2,5	1,5	2,8	1,1	—
Восточноевропейская	20,9	4,5	29,6	13,6	17,2
НСР ₀₅ по группе	1,5	0,8	2,5	0,6	—
Степная	27,2	7,3	33,5	19,9	22,0
НСР ₀₅ по группе	1,4	0,8	0,6	0,6	—
Канадская	22,1	2,9	21,1	6,4	13,1
НСР ₀₅ по группе	1,5	0,9	1,5	0,5	—
Яровая мягкая пшеница					
Лесостепная западносибирская	24,7	2,2	11,8	10,7	12,4
НСР ₀₅ по группе	3,0	0,7	1,7	0,6	—
Лесная восточносибирская	28,1	2,2	14,1	11,0	13,9
НСР ₀₅ по группе	2,5	0,7	1,6	1,1	—
Степная волжская	20,2	5,9	18,8	12,6	14,4
НСР ₀₅ по группе	2,6	1,0	2,9	2,5	—

Литература

- Коновалов Ю. Б. Селекция растений на устойчивость к болезням и вредителям. М., Колос, 1999, с. 136.
- Лукьянова М. В., Трофимовская А. Я., Гудкова Г. Н. и др. Культурная флора СССР: Ячмень. Л., Агропромиздат, 1990, т. II, ч. 2., 421 с.
- Лухменев В. П. Защита зерновых культур от вредителей на Южном Урале. Оренбург, 2000, 339 с.
- Пересыпкин В. Ф. Болезни зерновых культур. М., Колос, 1979, 280 с.
- Санин С. С. Защита пшеницы от бурой ржавчины // Защита и карантин растений, 2007, № 11, с. 58 — 68.
- Трофимовская А. Я. Ячмень (эволюция, классификация, селекция). Л., Колос, 1972, 296 с.
- Чумаков А. Е., Захарова Т. И. Вредоносность болезней сельскохозяйственных культур. М., ВО Агропромиздат, 1990, 128 с.

INFLUENCE OF FUNGAL INFECTIONS ON PRODUCTIVITY OF DIFFERENT ECOLOGICAL GROUPS OF SORTS OF SPRING WHEAT AND BARLEY IN THE STEPPE REGION OF SOUTH URAL

Timoshenkova T. A.

Orenburg Research Institute of Agriculture RAAS, Orenburg, Russia, tim2233@mail.ru

The researches contain analysis of phytosanitary condition of seeded groups of spring wheat's and barley's sort-samples taken from a collection of National Research Center named after N. I. Vavilov; these sort-samples are of different ecogeographic origin, growing in arid zones of Orenburg PreUral steppes. During the research we found out that there are several sorts resistant to many diseases. Fungal infections have a negative impact on realization of genetic and productive potential of the sorts. As a result, we picked up parent forms, included into selection programs created for increasing resistance of plants to infections in South Ural steppe zones.

Key words: sort-sample, degree of affection, phytosanitary condition, crop capacity.

МИКОСИНУЗИИ НЕКРОБИОНТНЫХ КОНСОРЦИЙ ИСТОРИЧЕСКОЙ ДРЕВЕСИНЫ ПАМЯТНИКОВ АРХИТЕКТУРЫ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Титова Ю. А., Серова Т. А.

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений Россельхозакадемии (ВИЗР), Санкт-Петербург — Пушкин, Россия, juli1958@yandex.ru

Охарактеризованы особенности микосинузий и их воздействия на деревянные конструкции 6-и исторических зданий Санкт-Петербурга, построенных в XVIII–XIX веках. Все стадии биодеструкции характеризовались преобладанием видов *Penicillium*, *Aspergillus* и *Fusarium*, причем максимальный пул этих микромицетов в образцах древесины 105–106 КОЕ/г — свидетельство их участия в биодеструкции. Показано, что деформируя древесину с поверхности, микромицеты подготавливают ее для колонизации макромицетом. Выявлено сходство микосинузий к консорциям деревянных конструктивных элементов различных исторических зданий и тенденция к конвергенции при формировании комплекса доминантов в начале и конце сукцессии микосинузий. Начальную и завершающую фазу некробионтной сукцессии исторической древесины обуславливали лигнофильные синузии грибов, с гифомицетами и анаморфами аскомицетов в их составе. Между крайними фазами в большинстве случаев протекал период воздействия афиллофоровых грибов.

Ключевые слова: микосинузии, лигнофильные синузии, некробионтные консорциев, биодеструкция древесины, биоконверсия древесины, сукцессии.

Биогенная деструкция исторической древесины стропильных конструкций памятников архитектуры Санкт-Петербурга — одна из основных

проблем их сохранения и реставрации. Решение ее на современном уровне остается весьма сложным без осуществления ценотического подхода, рас-

смагивающего деструкцию как процесс становления и развития взаимоотношений обуславливающих его различных организмов. Иными словами, структурно-функциональная организация процесса биодеструкции исторической древесины представляет собой совокупность гетеротрофных некробионтных консорциев, развивающихся путем био конверсии с последовательной передачей органического вещества и энергии, с постоянным снижением энергетического потенциала. (Kalamees, 1971; Селиванов, 1974; Беломесяцева, 2004). Микроорганизмы, осуществляющие био конверсию в консорциях исторической древесины (наиболее значимые микро- и макромицеты), пространственно и временно обособлены в структурные части складывающейся экосистемы определенного видового состава и экологии — микосинузии — относительно стабильные при неизменности биотических и абиотических факторов, характеризующиеся динамикой различных типов консортивных взаимоотношений от комменсализма до угнетения или прямого паразитизма (Сукачев, 1972; Титова, 2000 а; Беломесяцева, 2004). Структура микосинузии специфична и относительно стабильна для каждого ядра консорции (вида строительной исторической древесины и конструкции), специфичны ее динамика и динамика взаимоотношений в микосинузиях (Титова, 2000 б; Воронин,

2007; Коробова, 2007). Для разработки эффективных мер консервации и реставрации исторической древесины конструкций необходимо знать, какие комплексы микро- и макромицетов развиваются на них и какие процессы происходят в субстрате при активном развитии последних. Из всего вышесказанного цель исследования: охарактеризовать особенности микосинузий и их воздействия на деревянные конструкции исторических зданий Санкт-Петербурга. Для достижения поставленной цели решали задачи по идентификации микобиоты деревянных стропильных конструкций 6-ти исторических зданий г. Санкт-Петербурга; характеристике особенностей видового состава микро- и макромицетов, а также выявлению и характеристике активно разрушающих комплексов микобиоты деревянных конструкций на разных стадиях их биодеструкции.

Объекты исследований — построенные в XVIII–XIX веках: Благовещенская церковь (1750–1758 г.), Собор Святой Живоначальной Троицы Лейб-гвардии Измайловского полка (Троицкий собор) (1828–1835 г.), Казанский собор (1801–1812 г.), Китайский дворец комплекса «Ораниенбаум» (1762–1768 г.), Каменноостровский Императорский театр (1827 г.) и здание Гостиницы на Садовой улице (1872–1874 г.). В работе применяли как классические, так на некоторых

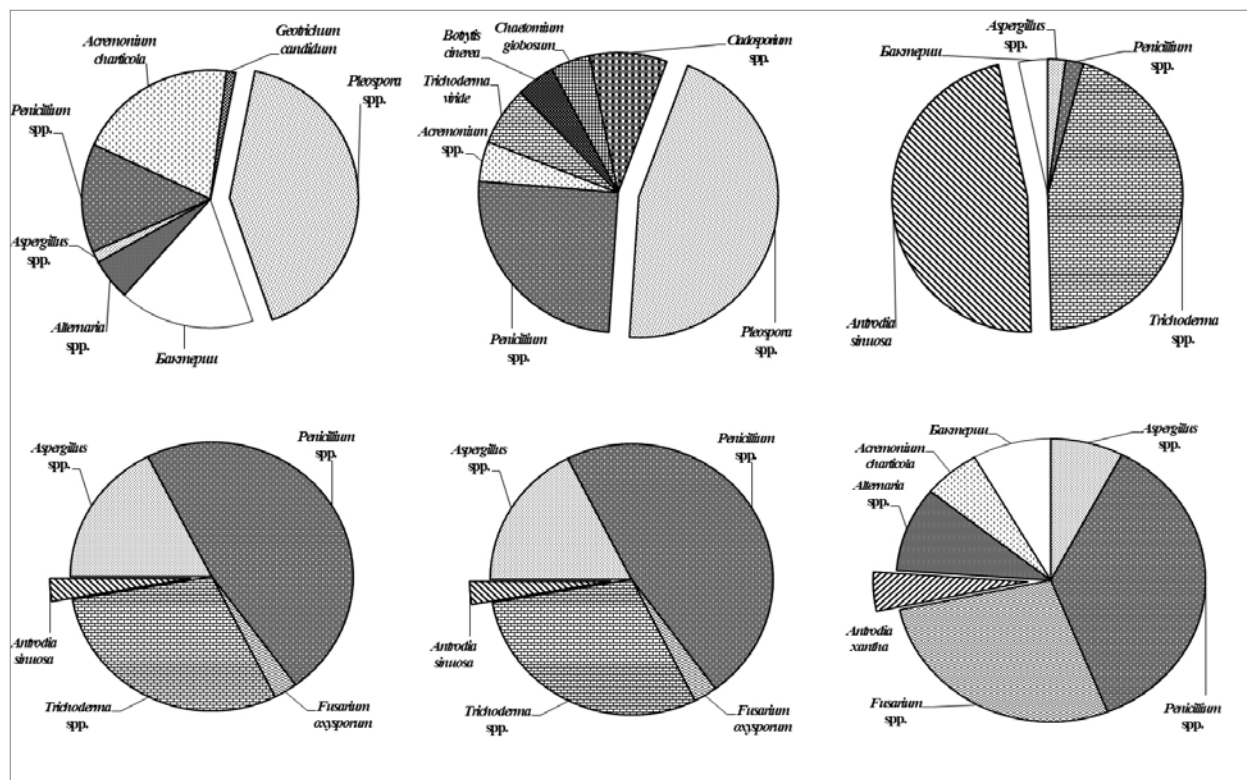


Рисунок 1. Структура микосинузий некробионтных консорциев исторической древесины: а – Благовещенская церковь; б – Троицкий собор; в – Казанский собор; д – Китайский дворец комплекса "Ораниенбаум"; е – Каменноостровский Императорский театр; ф – здание Гостиницы.

Figure 1. Mycosinusiae' structure in necrobiont consortia on the historical wood: a – Annunciation Church; b – the Holy Trinity Cathedral; c – Kazan' Cathedral; d – Chinese Palace; e – Caesarean Theatre; f – Hotel Building.

объектах и молекулярно-генетические методы выделения и идентификации грибов, качественного и количественного учета макро- и микромицетов, характера их развития.

В результате микологического анализа пораженных образцов древесины стропильных конструкций Благовещенской церкви выявлено 24 вида микромицетов, Троицкого собора — 28 видов микромицетов, Казанского собора — 10 видов макро- и микромицетов, Китайского дворца — 25 видов макро-, микро- и миксомицетов, стропильных и этажных конструкций Императорского театра — 53 вида представителей микобиоты, здания Гостиницы — 49 видов макро- и микромицетов. Микобиота представлена, в основном, мезофильными видами грибов, способными к сапротрофному (некротрофному) существованию на мертвых древесных субстратах. Наибольшее число видов относили к порядкам Eurotiales и Nuroscreales. Сравнение таксономических характеристик показало высокую степень сходства микобиоты всех обследованных зданий. В зависимости от степени биодеструкции древесины и условий нахождения элементов конструкций на них формировались различные комплексы колонизаторов, формирующих микосинузии различных стадий биодеструкции древесины. Для всех конвертирующих древесину комплексов характерно присутствие видов *Penicillium* (3–35 видов) с высокими значениями частоты встречаемости и плотности популяции (Смоляницкая, 2007). Все стадии биодеструкции характеризуется преобладанием видов *Penicillium*, *Aspergillus* и *Fusarium*, совокупная доля которых в микосинузиях элементов с поверхностной колонизацией древесины составлял 43–76 % то есть около половины и более колонизирующих элемент микромицетов (рис. 1).

Максимальный пул этих микромицетов в образцах древесины конструкций 105–106 КОЕ/г свидетельствует об их участии в биодеструкции древесины. В некробионтной консорции в благоприятных условиях формировались микосинузии, которые, сохраняя влажность поверхностных слоев древесины на достаточном для дальнейшей

колонизации уровне за счет собственных метаболических процессов, продолжали свое развитие и колонизацию доступной и подготовленной для этого части элементов, активно деструктурируя поверхностные и более глубокие слои последних (Свиридова и др., 2001; Серов и др., 2004; Семенкова, 2008). Колонизируя древесину с поверхности при благоприятных условиях, микромицеты готовят ее и для колонизации макромицетом. Поэтому макромицет может поселиться не только в местах агрессивного воздействия влаги на древесину, но и в тех местах, где происходит интенсивная колонизация субстрата и успешное развитие микромицетов на нем. При биоконверсии древесины с участием макромицета-эдификатора (с плотностью популяции 6–30 %) происходило некоторое уменьшение видового разнообразия микосинузий (Титова, 2000 б; Коробова, 2007) (Рис. 1). При биодеструкции макромицетом древесины формируется трофическая база для нового увлечения разнообразия и численности микромицетов. На последней стадии разрушения древесины видовое разнообразие также снижается. На трофической базе со значительной минерализацией органических компонентов субстрата способны развиваться лишь немногие виды и группы микромицетов (Schmidt, 2007). Направление сукцессии обуславливали антагонистические отношения микромицетов между собой, а также макромицета по отношению к подавляющему числу микромицетов.

Таким образом, наблюдали сходство микосинузий к консорциям деревянных конструктивных элементов различных исторических зданий. Выявлена тенденция к конвергенции при формировании комплекса доминантов в начале и конце сукцессии микосинузий (Коробова, 2007). Начальную и завершающую фазу некробионтной сукцессии исторической древесины обуславливали лигнофильные синузии грибов, представленные преимущественно, гифомицетами и анаморфами аскомицетов. Между этими крайними фазами в большинстве случаев протекал период воздействия афиллофоровых грибов.

Литература

- Беломесяцева Д. Б. Микобиота в консорции можжевельника в Беларуси. Минск, ИООО «Право и экономика, 2004, 236 с.
- Воронин Л. В. Сукцессии комплексов грибов на отмерших растительных субстратах в малых озерах Воркутинской тундры // Микол. и фитопатол., 2007, 41, 5, с. 403–412.
- Коробова Л. Н. Особенности сукцессии микробных сообществ в черноземах западной Сибири. Автореф дисс... доктора биол. наук. Новосибирск, 2007, 43 с.
- Свиридова О. В., Михалева Л. В., Воробьев Н. И., Кочетков В. В. Разложение коры хвойных деревьев грибами и бактериями. // Микол. и фитопатол., 2001, 35, 1, с. 38–47.
- Селиванов И. А. Некоторые вопросы учения о консорциях // Микориза и другие формы растительных консор-

- ций. Ученые записки Пермского пед. ин-та, Пермь, 1974, 133, с. 5–14.
- Семенкова И. Г. Фитопатология. Древоразрушающие грибы, гнили и патологические окраски древесины (определятельные таблицы): учеб. пособие. М., ГОУВПОМГУЛ, 2008, 72 с.
- Серов А. Е., Серов Е. Н., Лабутов С. А., Титова Ю. А. Основные результаты обследования конструкций крыши Казанского собора // Актуальные проблемы современного строительства. 56-я Междунар. научн. конферен. молодых ученых. Сборник докладов. Ч. I. СПб, 2004, с. 32–37.
- Смоляницкая О. Л. Микромицеты как потенциальные агенты биоповреждения культурных ценностей и стратегия защиты от них в Государственном Эрмитаже. Автореф. дисс... кандидата биологических наук. СПб, 2007, 2 с.
- Сукачев В. Н. Избранные труды: В 3 т. М., Наука, 1972, Т. 1, 418 с.
- Титова Ю. А. Микобиота на различных стадиях морфогенеза *Agaricus bisporus* // Микол. и фитопатол., 2000 а, 34, 2, с. 32–39.
- Титова Ю. А. Микосинусии различных сортов шампиньона двуспорового *Agaricus bisporus*// Микол. и фитопатол., 2000 б, 34, 4, с. 25–32.
- Kalamees K. Theoretical aspects of mycocoenology // Известия АН ЭССР, 1971, 20, с. 2–7.
- Schmidt O. Indoor wood-decay basidiomycetes: damage, causal fungi, physiology, identification and characterization, prevention and control // Mycol Progress, 2007, 6, p. 261–279.

MYCOSINUSIAE IN NECROBIONT CONSORTIUMS ON THE HISTORICAL WOOD OF ST.-PETERSBURG'S ARCHITECTURE MONUMENTS

Titova J. A., Serova T. A.

All-Russian Institute of Plant Protection (VIZR), St.-Petersburg, Russia, juli1958@yandex.ru

Mycosinusiae' peculiarities and their influences on carpentry of 6 St.-Petersburg's historical buildings, constructed in XVIII-XIX centuries are characterized. All the biodegradation stages were characterized by the prevalence of *Penicillium*, *Aspergillus* and *Fusarium* species, the maximal pool of these micromycetes in the wood samples up to 105–106 colony forming units/g indicates on their participation in biodegradation. It is shown, that by wood degrading from its surface, micromycetes prepare it for macromycete colonization. Similarity in mycosinusiae from carpentry's necrobiont consortiums of various historical buildings and the tendency to convergence is revealed in dominant complex forming at the beginning and at the end of mycosinusiae's succession. The initial and finishing necrobiont succession's phases on historical carpentry were provided by lignophilic fungi' sinusiae, with hyphomycetes and ascomycete anamorphs appeared in their structure. Between the extreme phases the period of aphyllorphoid causal fungi influence in the most cases proceeded.

Key words: mycosinusiae, lignophilic sinusiae, necrobiont consortiums, biodestruction of wood, wood biorecycling (bioconversion), successions.

ВКЛАД А. А. ЯЧЕВСКОГО В ИЗУЧЕНИЕ БОЛЕЗНЕЙ ВЫРОЖДЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ

Трускинов Э. В.

*Всероссийский институт растениеводства им. Н. И. Вавилова,
Санкт-Петербург, Россия, truskinov@yandex.ru*

Работа А. А. Ячевского по изучению болезней вырождения картофеля, которые вскоре были признаны как вирусные, явилась фактически первой в нашей стране, имела важное значение для развития научных исследований в этом направлении и, в целом, для отечественного картофелеводства.

Ключевые слова: ученый, фитопатология, картофель, вирусы.

В 1925 г. Центральный Союз Картофельной Кооперации (Союзкартофель) выпустил брошюру А. А. Ячевского «Болезни вырождения картофеля по данным обследования 1924 г.». Опубликована она была как отдельный материал к трудам 1-го Агрономического совещания картофельной кооперации при Союзкартофеле 15–18 декабря 1924 г. Летом того года Правление Союзкартофеля обратилось к А. А. Ячевскому с предложением организовать обследование состояния картофеля как на полях опытных учреждений и кооперативных семхозов, так и в наиболее типичных районах его возделывания. Это предложение им было принято и осуществлено с помощью сотрудников Микологической Лаборатории Л. Ф. Русакова, И. И. Абрамова и др. О результатах было доложено уже в декабре на совещании. По просьбе А. А. Ячевского он получил от С. М. Букасова клубни 76 сортов. Отдел прикладной ботаники и селекции, где тот работал, входил тогда в Государственный институт опытной агрономии (ГИОА). В том же институте работал и А. А. Ячевский, возглавляя Отдел микологии и фитопатологии. В 1925 г. Отдел по прикладной ботанике и селекции во главе с Н. И. Вавиловым выделился в самостоятельный Всесоюзный институт прикладной ботаники и новых культур (ВИПБ и НК), в 1930 г. получивший название Всесоюзный институт растениеводства (ВИР).

Переданные на испытание сорта были высажены на опытном участке Станции защиты растений в Петергофе. Кроме того, были обследованы посадки картофеля еще в 9 местах: Корневская опытная селекционная станция (под Москвой), опытный участок Станции защиты растений в Подольском уезде Московской губернии, Калитинский селекционный питомник, близ станции Калитино Балтийской железной дороги, Бабаевский картофельный рассадник Союзкартофеля, Шунгенская волость, Сумароковское опытное поле (все три в Костромской губернии), Казанское опытное поле, селекционная станция Эстачи (близ Казани) и Бутылицкое опытное поле во Владимирской губернии (близ Муром). Во всех этих пунктах были проведены обследования и получены соответствующие данные, доложенные затем на совещании и опубликованные в следующем году.

Обращает на себя внимание и требует пояснения, почему те болезни картофеля, которые принято теперь считать вирусными, в заглавии и тексте брошюры значатся как болезни вырождения. О вирусах здесь пока ни слова, о происхождении этих болезней А. А. Ячевский высказывается как о весьма загадочном явлении, используя, вместе с тем, термин патологическое вырождение, дегенерацию, распространенный в то время в иностранной литературе. Он определенно предпочитает его такому, как энзиматические болезни,

природа которых, как теперь известно, совершенно иная и может быть отнесена к физиологическим, функциональным болезням не инфекционного происхождения. Относительно же болезни вырождения уже тогда было понятно, что они заразны. Следует отметить, что в иностранной литературе 20-х годов название вирусы как фитопатогены еще не используется. Впервые они появляются в названиях работ Кванъера (Quanjer), Саламана (Salaman), Смита (Smith), лишь в 30-е годы прошлого века. Только в 1935 г. появилась работа У. Стэнли по выделению очищенного кристаллического препарата вируса табачной мозаики. В русскоязычной литературе впервые вирусы растений упоминаются в 1934–1935 гг. в работах В. Л. Рыжкова и К. С. Сухова. Так что, А. А. Ячевский отдает дань лишь той терминологии, которая была тогда принята в научной литературе. Прекрасно зная ее, он был осведомлен, наверное, о работах Д. И. Ивановского и М. Бейеринка с мозаичной болезнью табака и открытием фильтрующегося вируса. Тем не менее, предполагать участие этого патогена в вырождении картофеля, он, видимо, не имел тогда оснований, или просто остерегался неверных заключений.

Несмотря на неясность происхождения этих болезней, сделанное А. А. Ячевским описание их симптоматики настолько подробное и точное, что вполне может быть использовано и в настоящее время. Среди них два типа скручивания листьев (типичное и краелистное) и семь типов мозаики. Конечно, все это почерпнуто из имевшихся тогда, в основном зарубежных, научных работ, где были досконально изучены признаки вирусного, как мы теперь знаем, поражения картофеля, выявлены инфекционная его природа и пути заражения. Кроме знания этих исследований по публикациям, А. А. Ячевский имел возможность лично познакомиться с некоторыми их авторами, в частности с доктором В. А. Ортоном (W. A. Orton), во время поездки вместе с Н. И. Вавиловым в США в 1921 г. Будучи директором Института растениеводства в Вашингтоне, В. А. Ортон был известным специалистом по болезням вырождения картофеля. Ознакомившись с работами американских коллег, А. А. Ячевский пишет: «Побывав в Америке в 1921 году, мне не трудно было установить, что мозаика существует у нас и представлялось необходимым немедленно же приступить к обследованию распространения этой болезни на нашей территории». Такое обследование ему представилось возможным осуществить лишь через три года.

Несмотря на определенное заимствование из уже известных иностранных работ, работу, сделанную А. А. Ячевским и его сотрудниками, с полным правом можно считать первой и оригинальной по картофелю у нас в стране, и в этом

смысле — классической, на которую стоит ссылаться и нынешним исследователям. Во-первых, по охвату сортов, а во-вторых, по охвату территорий, на которых они испытывались. Среди сортов, полученных от С. М. Букасова и высаженных в Петергофе, не проявили признаков болезни лишь 8 сортов (15,2%). С симптомами скручивания листьев оказалось 56 сортов (74%), с различными типами мозаики — 41 сорт (55%), с признаками полной угнетенности — 6 сортов. Сюда входили, очевидно, и сорта, которые росли и до получения от С. М. Букасова. Что касается 8 здоровых сортов, то при нынешних возможностях диагностирования вирусов, они, скорее всего, могли иметь и скрытую инфекцию, т. е. были толерантными к инфекции. Подобные же данные приведены и по другим участкам. На основании сводных данных более устойчивыми оказались сорта Знич, Княжеская корона, Император, Новый император, Ранний розовый, Рояль Кидней, Силезия, Элла, Эпикур, Свитезь. Последние три сорта сохраняются в коллекции ВИР до сих пор, также как и Ранний розовый или Ранняя Роза (Early Rose). При этом А. А. Ячевский не считает возможным делать какие-то окончательные выводы об устойчивости перечисленных сортов на основании обследования одного года, тем более, что по разным участкам данные зараженности порой не совпадали.

А. А. Ячевский делает ряд обобщающих и имеющих важное значение выводов, касающихся, в основном, сугубо практических советов, которым не лишне следовать и в наше время. Многие из них были претворены в жизнь, но кое в чем пренебрегались, особенно в последние годы. Среди его предостережений по-прежнему актуально, в частности, следующее: «В особенности осторожно следует относиться к посадочному материалу, выписываемому из-за границы, требуя при отправке свидетельств о фитопатологическом контроле. Этот материал лучше ставить на испытание в отдельных участках». Уже тогда он понял, что основным путем занесения инфекции является зарубежный селекционный материал. В то время

подавляющее число сортов картофеля ввозилось из-за границы. Первыми отечественными сортами были Лорх и Корневский. Это напрямую вытекало из сделанных им тогда наблюдений, что наиболее вырожденным оказывался зарубежный материал, тогда как «местные сорта, разводимые только в отдельных районах, оказались совершенно здоровыми, либо слабо зараженными». Особое внимание должно быть уделено также сеянцам, являющимся «надежным исходным материалом без первичного заражения», что, как уже тогда было известно, связано с фактом не передачи инфекционного начала вырождения (вирусов) семенами.

Следует также отметить, что им, наряду с болезнями собственно вырождения, уделялось также внимание и другим заболеваниям картофеля. Уже тогда А. А. Ячевским закладывались определенные фитопатологические основы семеноводства этой экономически столь важной, но очень болезненной культуры. В статье приводится сводка максимальных норм допустимости признаков заболевания. По болезням вырождения они не должны превышать 5% (по нынешним нормам до 10% у сертифицированного картофеля). По фитофторе и раку клубней — 0%. Все его рекомендации были учтены участниками 1-го Агрономического совещания по картофелю. В его резолюции первым пунктом было: «Скорейшее напечатание доклада проф. А. А. Ячевского «О болезнях вырождения картофеля», а также скорейшее издание его плаката-листовки на ту же тему, доступного для широких масс населения», а третьим — «Принимая во внимание громадное значение для русского картофелеводства обследования картофеля, произведенного по поручению Союзкартофеля проф. А. А. Ячевским летом 1924 г., а так же исключительную ценность собранного при этом материала, Совещание считает необходимым продолжение начатой работы в дальнейшем».

Была ли продолжена эта работа лично А. А. Ячевским нам не известно, но то, что она явилась первым и очень важным шагом в этом направлении не подлежит никакому сомнению.

Литература

Ячевский А. А. *Болезни вырождения картофеля по данным обследования 1924 года. Союзкартофель, Москва, 1925.*

CONTRIBUTION OF A. A. JACZEWSKI IN THE STUDY OF POTATO DEGENERATION DISEASES

Truskinov E. V.

N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Industry (VIR), St.-Petersburg, Russia, truskinov@yandex.ru

The work of A. A. Jaczewski for inspection of potato degeneration diseases, which were soon recognized viruses, was actually the first in our country. It was crucial to development of scientific researches in this direction and potato industry in general. *Key words: scientist, plant pathology, potato, viruses.*

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ГРИБОВ РОДА *TRICHODERMA* В ПАЛЕОПОЧВАХ И ИХ СОВРЕМЕННОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

Тухбатова Р. И., Алимова Ф. К.

Казанский (Приволжский) федеральный университет,
Казань, Россия, resedushka@gmail.com

Было исследовано разнообразие грибов рода *Trichoderma* в палеопочвах на территории Республики Татарстан. Было выделено 135 изолятов этих грибов, которые идентифицировали по морфологическим признакам, молекулярно-генетическому анализу ITS-областей рДНК и с использованием объектно-ориентированного подхода. Дополнительно были изучены ферментативная, фитотоксическая и антагонистическая активности выделенных штаммов.

Ключевые слова: ITS, культурально-морфологический тип, фитотоксичность.

Известно, что ответственными за плодородие и супрессивность почв являются представители рода *Trichoderma* (Narman, 2004). Погребенные почвы являются природными резервуарами сохранения численности и видового разнообразия видов рода *Trichoderma*, где частота встречаемости составляет более 60%. Современные горизонты характеризуются снижением частоты встречаемости (0–7%) и видового разнообразия (менее 4–5 видов) (Алимова, 2006).

Нами были исследованы образцы палеопочв из Мурзихинского II могильника (8–6 вв. до н. э., Алексеевский район Республики Татарстан), Больше-Кляринского городища (9–11 вв. н. э., Камско-Устьинский район Республики Татарстан) и современных горизонтов в этих районах. Из исследованных почв нами было выделено 135 изолятов рода *Trichoderma*.

Выделенные изоляты были идентифицированы по морфологическим признакам, молекулярно-генетическому анализу ITS-областей рДНК и с использованием объектно-ориентированного подхода — новый формат описания морфологических признаков (Тарасов, 2007). Нами была предпринята попытка построения новой систематики рода *Trichoderma* по формализованным морфологическим и фенотипическим признакам. Иерархическая систематическая модель при использовании в практических целях обладает рядом преимуществ: ее использование ускоряет процесс идентификации изолятов и уменьшает число ошибок. Программа была использована нами, наряду с морфологическими, культуральными и молекулярно-генетическими признаками, для построения классификации изолятов *Trichoderma*, выделенных из погребенных почв.

В погребенных почвах было выделено 17 видов *Trichoderma*. Наиболее распространенным и часто встречающимся оказался вид *T. citrinoviride*. На втором месте по распространенности стоит *T. longibrachiatum*, на третьем — *T. atroviride*. Далее следуют *T. harzianum*, *T. hamatum*, *T.*

oblongisporum, *T. viride*, *T. koningii*, *T. asperellum*, *T. saturnisporum*, *T. spirale*. Также нами была выделена группа новых, неидентифицируемых изолятов. Морфологический анализ с использованием АСМ-микроскопии позволил выделить изоляты одного вида (*T. asperellum*) с разными по структуре поверхностями: от гладкой из гидроморфного горизонта до шероховатой из автоморфного.

В большинстве случаев изоляты представлены агрегатами гетерогенных популяций. Сравнение общих частот реакций совместимости (63%) и несовместимости (37%) указывает на наличие тенденции относительного сдвига в сторону реакций смешанного типа и вегетативной совместимости. Исследование кинетических параметров при различных температурах позволило выявить изоляты с различной стратегией жизни: г- и к-стратегии. Выявлены конкурентоспособные холодостойкие (10–14°C) и мезофильные виды (25–28°C) с высокой антагонистической активностью к фитопатогенам и ростстимулирующей активностью в отношении яровой пшеницы. При изучении взаимоотношений с растениями выявлены хозяин-специфичные и органотропные виды с различной степенью положительного и отрицательного воздействия на растение. Выявлены виды — симбиотрофы бактерий рода *Azotobacter*. Для отдельных видов отмечено положительное влияние на азотфиксирующую активность чернозема на 14 день после интродукции: максимальное увеличение азотфиксации при внесении 2 изолятов *T. citrinoviride* (по сравнению с контролем в 3 раза). Положительное влияние на респираторную активность показано для *T. koningii*, *T. asperellum* (превышение контроля в 2,5 раза) и *T. harzianum* (в 3 раза).

Изоляты рода *Trichoderma*, выделенные из палеопочв, характеризуются высокой целлюлазной, протеазной и ксиланазной активностями. Максимальная целлюлазная активность установлена у изолята *Trichoderma* spp. 328 и составила 1,1986 IU/ml, максимальная протеазная активность у изо-

лята *Trichoderma* spp. 323 и соответствует 229,7508 IU/ml, максимальная ксиланазная активность у *Trichoderma* spp. 302 и составила 8,8173 IU/ml.

В состав аборигенных изолятов *Trichoderma*, входят гетерогенные и моноспоровые клоны, представленные двумя культурально-морфологическими типами (II, IV). Моноспоровые изоляты рода *Trichoderma*, выщепляющиеся из гетерогенных популяций, характеризуются более высокой антагонистической активностью по отношению к *Fusarium oxysporum*, преобладанием вегетативного типа несовместимости и высоким гидролазным комплексом ферментов.

Изучение вегетативной совместимости, конкурентоспособности, кинетических параметров, антагонистической активности позволило выявить стратегии жизни изолятов *Trichoderma* из погребенных почв. Популяционная структура видов характеризуется тенденцией к увеличению клонов с k-стратегией в ходе эволюции, что указывает на переход в ходе сукцессии от молодых экосистем к более зрелым и снижению видового разнообразия.

При исследовании интродукции видов *Trichoderma* в выщелоченный чернозем было показано, что наибольшее достоверное влияние на азотфиксирующую активность почвы оказывают изоляты видов *T. asperellum* 211 (из погребенных почв Больше-Кляринского городища) и *T. citrinoviride* 319 (из погребенных почв Мурзинского II могильника).

Биотический аспект изучения *Trichoderma* предполагает обязательное изучение ее взаимоотношения с эдификаторами, которыми являются фототрофные организмы.

Главным регулирующим фактором типа взаимоотношений является спектр метаболитов, выделяемых растением, вид растения, стадия онтогенеза, физико-химические свойства почв, а также спектр возбудителей внутренней инфекции. Отмечена зависимость типа воздействия на растение от концентрации метаболитов *Trichoderma* и типов источника азота и углерода в питательной среде. Эффект разведения вызывал разнонаправленный эффект на растения от стимуляции до ингибирования роста и развития. Использование в составе питательной среды при культивировании *T. asperellum* 302 источников азота NaNO_2 и KNO_3 оказало стимулирующее действие на рост корней и проростков (длина, сырая и сухая масса) и KNO_3 на прорастание семян пшеницы сорта «Люба», а использование $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ — ин-

гибирующее. Использование в составе питательной среды при культивировании *T. asperellum* 302 источников углерода маннита и этилового спирта оказало стимулирующее действие на рост корней и проростков (длина, сырая и сухая масса) и прорастание семян пшеницы сорта «Люба», а использование сахарозы — ингибирующее.

При исследовании влияния культуральной жидкости различных изолятов *Trichoderma* на рост и развитие проростков и корней пшеницы сорта «Люба» отмечена следующая закономерность: наибольшее количество фитотоксических штаммов выделено из могильников (53% — токсичные, 34% — стимуляторы, 13% — нейтральный тип воздействия), затем — из погребенных почв городища (42% — токсичные, 38% — стимуляторы, 20% — нейтральный тип воздействия). Среди изолятов современных горизонтов почв обнаружены виды, как со стимулирующим (55%), так и нейтральным (16%) и отрицательным (31%) типами воздействия на растения.

Фитотоксическое действие изолятов из погребенных почв, вероятно, связано с активацией токсинообразования у эндогенных фитопатогенных микроорганизмов семян, сортовыми особенностями современных зерновых культур и конкуренцией с растением за питательные вещества в почве. Усиление токсинообразования фитопатогенным микроорганизмом *Fusarium* sp. при обработке семян микроорганизмами-антагонистами отмечал также Монастырский (2001). Длительное отсутствие контакта с растениями в глубинных слоях почвы привело к селекции изолятов с k-стратегией жизни, мощным гидролазным комплексом и отрицательным типом взаимодействия с современными сортами растений.

Изучение антигенных свойств при выращивании *T. asperellum* 302, выделенной из погребенной почвы, и *T. asperellum* 18, выделенной из современного горизонта, на жидкой среде Чапека, показало, что при примерно одинаковом выходе сухой биомассы на объем питательной среды, *T. asperellum* 18 в составе экстрагируемых антигенов содержала большее количество белков и углеводов, чем *T. asperellum* 302. Поскольку именно экстрагируемые антигены грибов содержат наибольшее количество аллергенов, это позволяет предположить, что потенциально *T. asperellum* 302 является источником меньшего количества веществ, способных вызывать аллергические реакции, по сравнению с *T. asperellum* 18.

Литература

Алимова Ф. К. Биологическое разнообразие видов рода *Trichoderma* (Fungi, Ascomycetes, Hypocreales) и их роль в функционировании микробиоты и защите растений в агроценозах различных почвенно-климатических

зон на территории Республики Татарстан: дис. докт. биол. наук 03. 00. 07; 06. 01. 11. Защищена 22. 06. 2006 / Ф. К. Алимova; Казанский гос. ун-т. Казань, 2006, 406 с.

Монастырский О. А. Токсикообразующие грибы, паразитирующие на зерне // *Агро XXI*, 2001, 11, с. 6–7.

Тарасов Д. С. Компьютерный метод систематики микроорганизмов на основе алгоритмической теории информации и его приложение к таксономии и номенклатуре микроскопических грибов рода *Trichoderma*: дис. канд. биол. наук 03. 00. 07 / Д. С. Тарасов; Казанский гос. ун-т. Казань, 2007, 100 с.

Harman G. E. *Trichoderma species — opportunistic, avirulent plant symbionts* / G. E. Harman, C. R. Howell, A. Viterbo, I. Chand, M. Lorito // *Nat. Rev. Microbiol.*, 2004, vol. 2, 1, p. 43-56.

SPECIES DIVERSITY OF FUNGI OF THE GENUS TRICHODERMA IN PALEOSOILS AND THEIR MODERN APPLICATION

Tukhbatova R. I., Alimova F. K.

Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russia, resedushka@gmail.com

Diversity of fungi of the genus *Trichoderma* in Tatarstan was studied. 135 *Trichoderma* strains were isolated from these soils and identified by morphological characteristics, molecular-genetic analysis of ITS regions of rDNA and using object-oriented approach. Additionally enzyme, phytotoxic and antagonistic activity of isolated strains been studied.

Key words: ITS, culture-morphological type, phytotoxicity.

АНАЛИЗ СПОСОБНОСТИ ФЕРМЕНТНЫХ СИСТЕМ ЭНДОФИТНЫХ ШТАММОВ *BACILLUS SUBTILIS* К ДЕСТРУКЦИИ МИКОТОКСИНОВ ГРИБОВ РОДА *FUSARIUM*

Уразбахтина Д. Р., Егоршина А. А., Хайруллин Р. М.

*ФГБУН Институт биохимии и генетики УНЦ РАН,
Уфа, Россия, di2412@yandex.ru*

Проведена оценка устойчивости эндофитных штаммов *Bacillus subtilis* к соединениям, продуцируемым фузариевыми грибами, по способности к росту на среде, содержащей метаболиты этого гриба. Все исследованные штаммы, в целом, проявляли устойчивость к метаболитам фитопатогена, что проявлялось в способности к росту на среде с токсинами. Интересной закономерностью оказалось то, что низкие концентрации токсинов способствовали уменьшению площади зоны роста всех штаммов по сравнению с контролем. При этом увеличение доли культурального фильтрата гриба до 50% в случае всех штаммов, кроме 11РН, стимулировало рост культуры бактерий. Приведенные результаты свидетельствуют о том, что исследованные эндофитные штаммы *B. subtilis* обладают устойчивостью к токсинам, продуцируемым *Fusarium sporotrichioides*, и защищают проростки при их воздействии.

Ключевые слова: эндофитные штаммы, бактерии-антагонисты, метаболиты, деструкция, Fusarium, микотоксины.

Согласно представлениям классической фитопатологии, токсины, продуцируемые фитопатогенными грибами, необходимы им для деструкции растительных тканей; многие из них, в том числе фузариотоксины, являются неспецифическими. У растений редко развивается устойчивость к этим соединениям, но, с другой стороны,

являясь природными соединениями, токсины грибов подвергаются биодеградации. Поскольку сами растения подвержены отрицательному воздействию вторичных метаболитов микромицетов, наиболее перспективными для поиска деструкторов фитотоксинов являются бактерии, стимулирующие рост растений (PGPB, plant growth-

promoting bacteria) и особенно эндофитные представители, благодаря их локализации внутри растительных тканей и, соответственно, возможности деструкции токсинов даже после проникновения последних в растения. Однако, токсические соединения, продуцируемые грибами, могут также ингибировать рост и развитие бактерий, что следует учитывать. В связи с этим первоначальной задачей нашей работы была оценка устойчивости эндофитных штаммов *Bacillus subtilis* Cohn к воздействию фузариотоксинов.

Оценка устойчивости бацилл к соединениям, продуцируемым *Fusarium sporotrichioides* Sherb., проводилась по способности к росту на среде, содержащей метаболиты этого гриба. Для получения метаболитов микромицета его культивировали на двухслойном картофельно-глюкозном агаре (КГА), после чего удаляли верхний слой с культурой гриба, а на нижний, в который диффундировали продуцируемые им соединения, помещали агаровые блоки с культурой бактерий. Кроме того, культуральный фильтрат *F. sporotrichioides* получали в процессе глубинного культивирования микромицета на картофельном отваре с глюкозой (2%). Жидкую культуру пропускали через мембранные фильтры Millipore с диаметром пор 0,22 мкм, после чего стерильную культуральную жидкость добавляли к КГА в различных соотношениях и помещали на поверхность среды агаровые блоки с культурой *B. subtilis*. Ингибирующее действие метаболитов гриба оценивали полуколичественно по площади зоны роста бактерий вокруг блока на среде с токсинами.

Оценка устойчивости 6 эндофитных штаммов *B. subtilis* (11РН, 49РН, 89РН, 118РН, 11ВМ и 26Д) к воздействию метаболитов *F. sporotrichioides* показала, что за 7 суток роста этот гриб продуцирует такое количество токсичных соединений, которое сильно ингибирует рост бацилл (табл.). Вокруг блоков с культурой всех штаммов отсутствовала зона роста, однако, нельзя сказать, что токсины обладали бактерицидным эффектом. С помощью микроскопии было выявлено, что большая часть культуры каждого из штаммов была пред-

ставлена спорами, т. е. покоящейся формой, что свидетельствует, с одной стороны, о том, что метаболиты гриба делают среду неблагоприятной для роста, а с другой — об определенной толерантности клеток штаммов к токсинам, поскольку процесс спорообразования занимает несколько часов. Об этом же свидетельствует и отсутствие в препаратах лизированных клеток и наличие у большинства штаммов некоторого количества вегетативных клеток. У таких штаммов, как 11ВМ, 11РН, 118РН приблизительное соотношение вегетативные клетки:споры можно оценить как 1:9, в то время как у штамма 89РН количество вегетативных клеток было около 40%, а у штамма 26Д достигало 50 — 60%. Только в культуре штамма 49РН вегетативных клеток не наблюдалось вообще. Не исключено, что относительно более высокая устойчивость штамма 26Д компенсирует его сравнительно слабую антагонистическую активность по отношению к этому и другим фитопатогенным грибам. Это также может объяснять тот факт, что, будучи слабым антагонистом, этот штамм гораздо лучше выживает в почвенных условиях по сравнению со штаммом 49РН, который, несмотря на высокую антагонистическую активность, в почве выживает плохо (Лукьянцев, 2010). Интересно, что устойчивость бацилл к метаболитам *F. sporotrichioides*, продуцируемым при глубинном культивировании сильно отличалась от описанного выше случая. Данные представлены в таблице.

Все исследованные штаммы, в целом, проявляли устойчивость к метаболитам фитопатогена, что проявлялось в способности к росту на среде с токсинами. Интересной закономерностью оказалось то, что низкие концентрации токсинов способствовали уменьшению площади зоны роста всех штаммов по сравнению с контролем. При этом увеличение доли культурального фильтрата гриба до 50% в случае всех штаммов, кроме 11РН, стимулировало рост культуры бактерий. Угнетение роста штамма 11РН как высокими, так и низкими концентрациями культурального фильтрата *F. sporotrichioides* может объясняться

Таблица. Влияние культурального фильтрата *F. sporotrichioides* на рост эндофитных штаммов *B. subtilis* (в % к контролю) Table. The influence of cultural filtrates *F. sporotrichioides* on the growth of endophytic strains *B. subtilis* (in % to control)

Объем	26Д	11РН	49РН	89РН	118РН	11ВМ	141РН	161РН
3,2%*	88	65	57	105	77	66	80	50
12,5%	83	102	90	125	100	107	80	52
25,0%	91	98	80	105	64	117	78	48
50,0%	133	61	119	149	116	135	136	110

* количество (по объему) культурального фильтрата *F. sporotrichioides*, добавленного в агаризованную среду, на которой выращивали бацилл.

тем, что используемый в работе изолят гриба был выделен из зерна растений ржи, обработанных препаратом этого штамма. Это позволяет предполагать, что либо после обработки бациллой в зерне осталась только изначально более устойчивая к воздействию штамма 11PH популяция фитопатогена (одним из преимуществ которой является способность к продукции специфического набора или более высоких концентраций определенных токсинов), либо такая селекция на устойчивость произошла после обработки в процессе двустороннего антагонизма этих микроорганизмов. Если верно второе, то это означает, что быстрая адаптация фитопатогенных грибов может происходить не только к химическим веществам, используемым в качестве фунгицидов, но и к бактериям, осуществляющим биоконтроль. При этом изменяющаяся или усиливающаяся продукция токсинов оказывается не только фактором патогенности/вирулентности, но и конкурентным пре-

имуществом при взаимодействии с бактериями.

Приведенные результаты свидетельствуют о том, что исследованные эндофитные штаммы *B. subtilis* обладают устойчивостью к токсинам, продуцируемым *F. sporotrichioides* и *F. poae*, и защищают проростки при их воздействии, что с большой вероятностью позволяет предполагать наличие у бацилл способности к деструкции некоторых фузариотоксинов.

Для доказательства этого предположения методом ВЭЖХ мы анализировали влияние клеток штамма *B. subtilis* 11PH на содержание Т-2 токсина в среде. Установлено, что через 1 час инкубации живых клеток бактерий с Т-2 токсином наблюдалось почти шестикратное снижение его концентрации по сравнению с вариантом, в котором токсин инкубировали с клетками, предварительно убитыми автоклавированием. Таким образом, мы впервые показали, что изученный эндофитный штамм бактерий способен к деструкции фузариотоксинов *in vivo*.

Литература

Лукьянцев М. А. Особенности биологической активности эндофитных штаммов *Bacillus subtilis* Cohn с различной степенью антагонизма к фитопатогенным грибам // Автореф. дисс. канд. биол. наук. Саратов, 2010, 24 с.

ANALYSIS OF BACILLUS SUBTILIS ENDOPHYTIC STRAINS ENZYME SYSTEM'S ABILITY TO DESTRUCT MYCOTOXINES OF FUSARIUM FUNGI

Urazbakhtina D., Egorshina A., Khairullin R.

Institute of Biochemistry and Genetics of Ufa Scientific Centre of Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia, di2412@yandex.ru

We appraised the stability of endophytic *Bacillus subtilis* strains to the combination produced by *Fusarium* fungi to the ability of growth in the medium including metabolites of these fungi. In the whole all researched strains showed the stability to plant pathogenic metabolites that is showed in ability to the growth in the toxin medium. We found interesting regularity that in comparison with the control low toxin concentrations furthered the reduction of the area of all strain's growth. By the way in case of all strains except 11PH the increase of the fungal cultural filtrate volume up to 50% stimulated the growth of bacteria. The mentioned results indicate that the researched endophytic strains *B. subtilis* have the stability to toxins produced by *F. sporotrichioides* and *F. poae* and under the influence of them defend acrospires.

Key words: endophytic strains, bacteria-antagonists, metabolites, destruction, Fusarium fungi, mycotoxins.

МИЦЕЛИАЛЬНЫЕ ГРИБЫ КАК ИСТОЧНИКИ ПОЛУЧЕНИЯ НОВЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ С ИММУНОМОДУЛИРУЮЩЕЙ, АНТИРАКОВОЙ И РАНОЗАЖИВЛЯЮЩЕЙ АКТИВНОСТЯМИ

Феофилова Е. П.

ФГБУ науки Институт микробиологии им. С. Н. Виноградского Российской академии наук, Москва, Россия, feofiliv@inmi.host.ru

Доклад посвящен новой отрасли медицины — фармакологической микологии и медицинским препаратам из грибов, активное начало которых рассматривается с позиций химии природных соединений. Основное внимание уделяется полисахаридам грибов и созданным на их основе лекарственным средствам, обладающим иммуномодулирующей, антираковой и ранозаживляющей активностями. Рассматриваются также последние данные о медицинском значении липидов грибов, в том числе эссенциальных жирных кислот и каротиноидов. Особо подчеркивается прогрессивное значение биотехнологий для создания лекарственных препаратов из грибов. В заключении отмечается перспективность биологически активных веществ грибов, с точки зрения их использования в современной медицине.

Ключевые слова: грибы, биотехнология, ранозаживляющие препараты, иммуномодуляторы, антиканцерогенные вещества.

Грибы (Eumycota) отличаются от других организмов особым свойством — гетерогенностью своих физиолого-биохимических свойств. Другими словами, определенные систематические группы грибов более близки растениям, это — Ascomycetes и особенно Basidiomycetes, а, например, Zygomycetes и, в частности, Mucorales значительно ближе к животным. Так, базидиальные грибы, как и растения, продуцируют бетаинсодержащие липиды, сахарозу, нециклические полиолы, холодовые стресс-белки дегидрины. А мукоровые грибы не имеют этих соединений, но в составе их липидного бислоя есть фосфолипид сфингомиелин, который свойственен только животным. Кроме того, грибы имеют ряд черт, сближающих их с прокариотами — это способность при стрессовых воздействиях, например, при недостатке влаги образовывать покоящиеся клетки, называемые спорами, длительное время сохраняющие в условиях стресса жизнеспособность.

Гетерогенность физиолого-биохимических свойств грибов оказалась очень удобным свойством для биотехнологов, так как из этих низших эукариотов оказалось возможным получать биологически активные вещества (БАВ), продуцентами которых ранее были животные, растения и бактерии. Например, такие гормоны растений как гиббереллины, абсцизин и фузикоцин, теперь получают из гриба *Fusarium moniliforme*, *Fusicoccum amygdale* и др. Ликопин, который ранее получали из томатов, теперь получают из мукорового гриба *Blakeslea trispora*. Этот же гриб служит продуцентом при получении провитамина А — β-каротина. В последнее десятилетие грибы рассматриваются как наиболее прогрес-

сивные источники получения эссенциальных жирных кислот — линолевой и линоленовой, а также арахидоновой. Эти свойства грибов, а также их способность наращивать при глубинном культивировании большие объемы биомассы за сравнительно короткие сроки ферментаций, возможность использовать дешевые среды (отходы других производств), получать во время одной ферментации несколько конечных продуктов, неограниченность производства и их экологическая чистота. Все это способствовало тому, что именно грибы заняли первое место, как наиболее используемые продуценты в биотехнологических производствах.

В свою очередь, развитию таких биотехнологий способствовали данные о том, что грибы могут служить источниками для получения ценных медицинских препаратов. Эта отрасль биотехнологии заняла в медицине к концу 19 столетия такую прочную позицию, что выделилась в отдельную дисциплину, называемую фармацевтической микологией. Созданию этой отрасли медицинской промышленности способствовали также значительные успехи в изучении химии природных соединений грибов и установление связи между определенными БАВ и их медицинским использованием. Появилась даже возможность прогнозировать препараты с определенными медицинскими свойствами в зависимости от химической формулы активного начала, например, с регенерирующей активностью, тромболитическим действием, антибактериальной активностью в отношении патогенной микрофлоры и др.

В последние годы микологи, химики природных соединений, медики и биотехнологи, которые

теперь совместно создают новые медицинские препараты, обратили особое внимание на иммуномодулирующую активность лекарственных средств, получаемых из грибов. Согласно современным данным, иммуномодуляторами считают любые вещества, которые оказывают стимулирующее, супрессирующее или регуляторное воздействие на иммунную систему, а иммунный ответ организма направлен на поддержание генетического постоянства его внутренней среды (гомеостаза). Лекарственные вещества могут оказывать как специфический, так и неспецифический иммуномодулирующий эффект, и в этом отношении в последнее время особый интерес вызывают мицелиальные грибы, особенно Basidiomycetes, которые с давних пор используются в традиционной восточной медицине как лекарственные средства. Так, наиболее достоверные сведения о лечебном действии грибов встречаются более 3000 лет назад, и такими грибами являются *Fomes fomentarius*, *Calvatia gigantea*, *Laricifomes officinalis*, *Amanita muscaria*, *Claviceps purpurea*, *Morchella esculenta* и др. В прошлом веке среди грибов в народной медицине наибольшей популярностью пользовались грибы *Inonotus obliquus* и *Piptoporus betulinus*, которые применяли как ранозаживляющие и противоопухолевые средства. Позже предположили, что эти грибы обладают и достаточно выраженной иммуномодулирующей активностью. В 19-м веке интерес стали вызывать другие грибы, тоже оказывающие благоприятные лечебные эффекты. Это *Lentinus edodes*, *Pleurotus ostreatus*, *Ganoderma* sp., *Volvariella volvacea*, *Flammulina velutipes* и др. Но, уже в это время, медицинское использование этих грибов осуществлялось параллельно с установлением связи между лечебным эффектом и химическим строением активного начала лекарства. В дальнейшем, при изложении современных данных о лекарственных препаратах из грибов мы считали целесообразным следовать указанной выше взаимосвязи.

Рассмотрены современные биотехнологии получения из грибов:

1. полисахаридов и связанных с ними белков, обладающих иммуномодулирующим, антираковым эффектами и ранозаживляющей активностью (аминополисахаридов — хитина и хитозана, глюканов, мукорана, уроновых кислот). Рассматривается современное значение ранозаживляющих препаратов для лечения пролежней и незаживающих ран у больных диабетом.
2. использование липидов грибов для создания медицинских препаратов, содержащих эссенциальные жирные кислоты и убихинон Q-9;
3. использование трегалозы в офтальмологии для лечения синдрома «сухих глаз»;
4. получение антиоксидантов — каротиноидов (β-каротина, ликопина) с целью их использования в антиканцерогенной терапии и косметологии;
5. рассматриваются основные этапы биотехнологических процессов, направленных на получение лекарственных препаратов из мицелиальных грибов: современные требования к получению спорового посевного материала, способы его активации и хранения, метод проращивания спор и добавление стимуляторов прорастания; оптимизация процесса ферментации, в частности сокращение времени этого процесса и его удешевление. Приводятся данные о современных способах и аппаратуре процесса химочистки биологически активных веществ грибов.

Необходимо подчеркнуть особое значение базидиомицетов в создании новых лекарственных препаратов. В настоящее время эти грибы рассматривают не только с позиций их пищевой ценности, но и как источники для получения БАВ, которые можно использовать как иммуностимуляторы, адаптогены, антиканцерогены, соединения, поддерживающие состояние гомеостаза, регуляторы биоритмов, сердечной деятельности, они оказывают гиполипидемический, антисклеротический, тромболитический, гипотензивный и антибиотический эффекты.

Исследования лечебных свойств базидиомицетов показали, что наиболее значимые результаты получены с полисахаридами, оказывающими иммуномодулирующую и антираковую активность. Среди всех биологических молекул именно полисахариды имеют наибольшую способность к передаче информации, так как олигосахариды и полисахариды способны к многочисленным интерконверсиям за счет разветвленной и линейной структуры. Эта громадная потенциальная вариабельность обеспечивает функционирование очень точных регуляторных механизмов в процессах клеточных взаимодействий.

Механизм лечебного эффекта биологически активных веществ (БАВ) грибов малоизвестен. Но предполагают, что полисахариды, полисахарид-белковые комплексы и другие БАВ грибов обладают не «точечным» действием, а способностью активировать иммунную систему, увеличивая, таким образом, потенциал защитной активности организма. Вещества грибов рассматривают как мультицитокининовые индукторы, вызывающие экспрессию генов многих цитокинов. В то же время, многие БАВ грибов являются антиоксидантами, перехватчиками свободных радикалов.

Следует отметить и тот факт, что лекарственные препараты, полученные из грибов, в частности антиканцерогенные и иммуномодулирующие,

имеют более низкую стоимость, чем их аналоги, синтезированные химическим способом. Кроме того, БАВ грибов не оказывают токсического действия, которое отмечается при прохождении курса химиотерапии. Следует также указать и на новые направления в использовании грибов, так, в последнее время в косметике все шире используются экстракты из мицелия грибов и их культуральные жидкости для создания кремов и масел. Одним из таких косметических средств является «Флоровит», созданный на основе БАВ грибов

рода фузариум. В косметике Европы начинают использовать мыла с запахом свежих грибов, обусловленный присутствием оптически активного спирта 1-октен-3-ола.

Таким образом, сбываются предсказания наиболее известного английского журнала «The Lancet», который еще в 1925 году писал о том, что медицинские свойства грибов представляют собой неиссякаемый источник для новых терапевтических исследований.

MYCELIAL FUNGI AS SOURCES OF NOVEL DRUG PREPARATIONS WITH IMMUNOMODULATORY, ANTICARCINOGENIC, AND WOUND-HEALING ACTIVITIES

Feofilova E. P.

*Institute of Microbiology, Russian Academy of Sciences,
Moscow, Russia, feofiliv@inmi.host.ru*

The presentation is concerned with a novel area of medicine referred to as pharmacological mycology. It also deals with medicinal preparations from fungi whose biologically active substances are considered in terms of chemistry of natural compounds. Special attention is given to fungal polysaccharides that are characterized by immunomodulatory, anticarcinogenic, and wound healing activity. Recent data on the medical importance of fungal lipids including essential fatty acids and carotenoids are discussed. Emphasis is placed upon the potential impact of biotechnological methods of developing drug preparation from fungi. In conclusion, the potential value of fungal biologically active substances with respect to modern-day medicine is stressed.

Key words: fungi, biotechnologies, wound-healing preparations, immunomodulators, anticarcinogenic substances.

СОЗДАНИЕ ПРИРОДНЫХ КОСМЕТИЧЕСКИХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ЛИКОПИНА МИЦЕЛИАЛЬНЫХ ГРИБОВ

**Феофилова Е. П.¹, Гончаров Н. Г.⁴, Алехин А. И.⁴, Сергеева Я. Э.¹,
Мысякина И. С.¹, Галанина Л. А.¹, Кочкина Г. А.², Усов А. И.³**

¹ ФГБУН Институт микробиологии им. С. Н. Виноградского Российской академии наук,
Москва, Россия, feofiliv@inmi.host.ru

² ФБУН Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г. К. Скрыбина РАН,
Пушино, Россия

³ ФГБУН Институт органической химии им. Н. Д. Зелинского РАН, Москва, Россия

⁴ Центральная клиническая больница РАН, Москва, Россия

Создано новое косметическое средство на основе природного ликопина гетероталлических мукоровых грибов, получаемого биотехнологическим способом. Косметическое средство, кроме ликопина, содержит также БАВ грибов, обладающие антиоксидантным, антиканцерогенным, консервирующим, антидиабетическим эффектом, получаемые в течение одной ферментации из мицелия гриба совместно с ликопином, что обеспечивает получение более дешевого конечного продукта.

Ключевые слова: косметическое природное средство, биотехнологический способ, Blakeslea trispora, ликопин, эссенциальные жирные кислоты.

В связи с резкими изменениями температуры, загрязнением окружающей среды, увеличением в воздухе химических примесей от производств, более активным действием УФ-облучения все большее внимание в медицине уделяется поражениям кожного покрова, и, в связи с этим, созданию более активных и дешевых средств косметики. При этом перспективными являются косметические средства (КС), основанные на натуральных ингредиентах; такая косметика классифицируется как «органика» или «натуральная» и пользуется наибольшим спросом. Большинство косметических препаратов получают в настоящее время из растительного и рыбного сырья. Их производство сопровождается такими отрицательными факторами, как сезонность, нестабильность урожая, ограниченность производственных мощностей, отсутствие возможности регуляции выходов биологически активных веществ (БАВ) и др. Этим недостаткам лишены предлагаемые нами способы биотехнологического получения КС из мицелиальных грибов, в частности, из мукоровых грибов — *Blakeslea trispora* Thaxt. Кроме того, эти грибы содержат соединения, необходимые для создания КС — антиоксиданты, пигментные вещества, липидные добавки и др., многие из которых получают в настоящее время из растений. Эти БАВ из грибов можно получить одновременно в одной ферментации, не выделяя их как самостоятельные соединения, что значительно удешевляет стоимость конечного продукта. В КС необходимо добавлять консерванты, а в мицелии грибов содержится природный консервант — дисахарид трегалоза, который применяется как консервирующий препарат в ряде производств. Особую ценность представляют КС из грибов, содержащие природные антиоксиданты, обладающие противораковой активностью, в частности, каротиноид ликопин.

В Институте микробиологии им. С. Н. Виноградского РАН разработан биотехнологический способ получения ликопина из мукорового гриба *B. trispora*, апробированный на заводе «Уралбиофарм», и на его основе создан препарат «Миколикопин» (Феофилова и др., 2000). Активным началом этого препарата является один из самых мощных природных антиоксидантов — ликопин, основную ценность которого определяет его антираковая активность, впервые установленная на раке предстательной железы, и далее показанная на моделях других раковых опухолей. Для установления этой антиканцерогенной способности ликопина в течение трех лет проводились испытания его противоопухолевого эффекта на животных — крысах-самцах линии АС1 с перевитой опухолью аденокарциномы предстательной железы, полученной из индуцированных новообразований по

методике, разработанной в лаборатории экспериментальной эндокринной терапии опухолей РОНЦ им. Н. Н. Блохина РАМН. Для сравнения использовали пептидный гормон — аналог люлиберина — сурфагон. Установлено, что торможение роста опухоли (ТРО) ликопином близко к показателю ТРО для сурфагона. Показана нетоксичность ликопина по данным суб- и острой токсичности.

Получены новые данные о механизме действия ликопина на раковые клетки. На основании исследования ДНК в клеточной популяции по фазам клеточного цикла установлено, что процент анеуплоидных клеток и индекс пролиферации достоверно снижаются в фазах S и G2 +M, что может свидетельствовать о влиянии ликопина на опухолевые клетки именно в эти фазы их развития. В опытах на мышах по программе скрининга модификаторов биологических реакций в лаборатории комбинированной терапии опухолей НИИ ЭДнТО ГУ РОНЦ РАМН подтверждено противоопухолевое действие ликопина, и высказано предположение, что его опухолеингибирующий эффект реализуется за счет иммуномодификации. Проведена всесторонняя оценка 2% ликопина на аллергизирующее и мутагенное действие. Результаты постановки соответствующих тестов позволяют сделать однозначный вывод о том, что 2% ликопин не обладает ни мутагенной, ни аллергизирующей активностями.

Учитывая способность ликопина задерживать рост раковых клеток, благодаря его высокой антиоксидантной активности, этот каротиноид в последние годы стал активно применяться в области косметики, а именно, в наиболее востребованной области — онкокосметике. На основе сказанного выше, нами создано новое косметическое средство, включающее антиоксиданты (основной — ликопин), эссенциальные жирные кислоты (линолевую и линоленовую), арахидоновую и эйкозапентаеновую, убихинон Q9, фосфолипиды, триацилглицерин, консерванты (трегалозу), т. е. антидиабетические и антиканцерогенные соединения, среди которых основная роль принадлежит ликопину.

На основе созданной биотехнологии, указанный выше состав нового КС можно изменять, регулируя содержание убихинона, ликопина, каротина, фосфолипидов, например, фосфатидилэтаноламина. Предварительные испытания показали, что созданное КС устраняет излишнее шелушение эпидермиса губ, придает им розовую окраску, устраняет образование трещин и предотвращает возникновение герпеса. В настоящее время планируется проведение более подробных испытаний нового косметического средства в онкодерматологическом отделении Центральной клинической больницы РАН.

Литература

Феофилова Е. П., Терешина В. М., Меморская А. С., Вакулова Л. А., Шапкина М. Я. Способ получения биологически активного средства // Патент РФ № 2166868 от 11. 07. 2000 г.

**CREATING OF NATURAL COSMETIC FORMULATIONS BASED
ON LYCOPENE OF FILAMENTOUS FUNGI**

**Feofilova E. P. ¹, Goncharov N. G. ⁴, Alekhin A. I. ⁴, Sergeeva Ya. E. ¹,
Mysyakina I. S. ¹, Galanina L. A. ¹, Kochkina G. A. ², Usov A. I. ³**

¹ Institute of Microbiology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, feofiliv@inmi. host.ru

² Skryabin Institute of Biochemistry and Physiology of Microorganisms (IBPM RAS), Puschino, Moscow reg., Russia

³ N. D. Zelinsky Institute of Organic Chemistry belongs to Department of Chemistry
and Material Sciences of RAS, Moscow, Russia

⁴ Central Clinical Hospital of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

A new natural cosmetic preparation has been developed on the basis of the lycopene of heterothallic mucoralean fungi that is obtained using a biotechnological method. The cosmetic preparation, apart from lycopene, contains fungal biologically active substances. They possess antioxidant, anticarcinogenic, preservative, antidiabetic properties. Since these substances are obtained during a single fermentation process together with lycopene, the final product is relatively inexpensive.

Key words: natural cosmetic formulations, biotechnological method, Blakeslea trispora, lycopene, essential fatty acids.

**ОСОБЕННОСТИ БИОТЫ АФИЛЛОФОРОИДНЫХ ГРИБОВ НА
АНТРОПОГЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ РИЦИНСКОГО РЕЛИКТО-
ВОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА РЕСПУБЛИКИ АБХАЗИЯ**

Хачева С. И.

*Институт экологии Академии Наук Абхазии,
г. Сухум, Республика Абхазия, hacheva@mail.ru*

В настоящей работе рассматривается видовой состав ксилотрофных грибов на антропогенной территории РИЦИНСКОГО РЕЛИКТОВОГО Национального парка Республики Абхазия. Определена экологическая структура микобиоты, выявлена ее биоиндикационная особенность в условиях рекреационной нагрузки. В связи с деградацией растительного сообщества произошли изменения и в структуре микобиоты. Это связано со снижением биоразнообразия видов грибов, увеличением синантропных видов и их включением в непосредственную природную среду, подверженную рекреационному воздействию.

Ключевые слова: ксилотрофы, биоразнообразие, антропогенные территории, индикаторы, синантропные виды, рекреационная нагрузка.

Республика Абхазия расположена в Юго-западной части Большого Кавказа. Она является одним из наиболее привлекательных туристических районов черноморского побережья, т. к., благодаря своему географическому положению и ландшафту, обладает весьма ценными и многогранными природно-рекреационными ресурсами, которые являются благоприятной базой для развития современной курортной сферы с ком-

плексом рекреационных услуг. В рекреационном использовании природы Абхазии особое внимание уделяется освоению горной зоны, при этом необходимо обеспечить сохранность и разумное использование лесных ресурсов, являющихся важнейшими природными богатствами страны. По данным учета лесного фонда площадь лесов республики составляет 60,7% (Экба, Дбар, 2007). В этой связи следует особо выделить РИЦИНСКИЙ

Реликтовый Национальный Парк (РРНП), организованный в 1996 г. специальным решением правительства Республики Абхазия на базе Рицинского госзаповедника и Рица — Ауадхарского рекреационного комплекса. Площадь РРНП составляет 390 км². РРНП расположен в высотном интервале 107 — 3256 м н. у. м. РРНП представляет собой уникальный природный комплекс с эндемичными и узко эндемичными (Западно-Абхазскими) видами растений. Главные растительные формации РРНП — пихтовые и буково-пихтовые леса. Они распространены, в основном, в пределах 800-1600 м, но отдельные группы деревьев спускаются до 300 м и поднимаются до 2200 м. Антропогенное воздействие на природную среду в последние годы приобрело глобальные масштабы. В связи с этим становится актуальной проблема сохранения естественных коренных, не нарушенных лесных экосистем, являющихся резерватами биоразнообразия. Грибы являются важнейшей составляющей частью природного комплекса лесных экосистем, а ксилотрофные грибы — это ведущая группа организмов-редуцентов, определяющая скорость биологического круговорота углерода в биоценозе и контролирующая состав и структуру древостоя.

Целью настоящей работы явилось изучение микобиоты афиллофороидных грибов и ее изменение на антропогенной территории РРНП. Задачи исследования: выявить видовой состав микобиоты и экологическую структуру ксилотрофных грибов в условиях антропогенной нагрузки, определить биоиндикаторную особенность микобиоты. С целью изучения микобиоты РРНП был выделен участок темнохвойного леса площадью 50x50 (2500 м²) недалеко от озера Рица, подверженный постоянному рекреационному воздействию. Исследования проводились с июня по октябрь 2010 года. Осуществлялся сбор плодовых тел ксилотрофных грибов, устанавливалась приуроченность их к питающему субстрату. Обилие ксилотрофов определялось по шкале Гааса (1932 г.). Для определения грибов были использованы следующие справочные руководства: «Определитель грибов России. Порядок афиллофоровые. Вып. 2» (Бондарцева, 1998); East Asian Polypores V. 1 Ganodermataceae-Hymenochaetaceae Nunez, Ryvarden (2000). За систематическую основу классов, порядков и семейств взята система Nordic Macromycetes (Hansen, Knudsen, 1997).

В результате проведенных исследований на выделенном лесном участке выявлено 23 вида афиллофороидных грибов, относящихся к 8 порядкам, 10 семействам и 15 родам. Ведущими по числу видов являются порядки: Coriariales (7), Hyphodermatales (3), Schizophyllales (3), Fomitopsidales (2), Polyporales (2). Наиболее широко представлены следующие

семейства: Coriariaceae — 7 видов (30,4%), Steccherinaceae — 3 вида (13%), Fomitopsidaceae — 2 вида (8,7%), Polypogaceae — 2 вида (8,7%), Schizophyllaceae — 2 вида (8,7%); остальные семейства представлены 1 видом (Рис.).

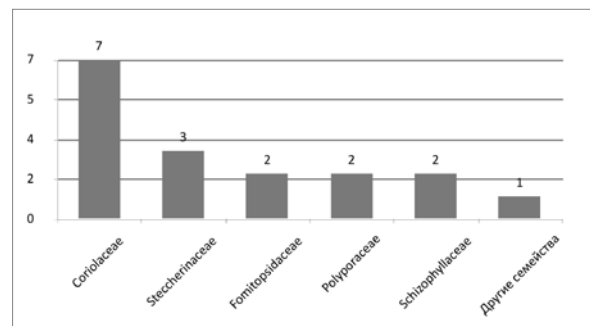


Рис. Спектр основных семейств микобиоты ксилотрофных грибов РРНП

Fig. The biodiversity of xylophore fungi families in the Ritsa-Audhara National park

К содержащим наибольшее количество видов родам относятся: *Trametes* (5), *Stereum* (2), *Phlebia* (2), *Ganoderma* (1), *Bjerkandera* (1), *Fomitopsis* (1). Видовой состав грибов и их обилие представлены в таблице.

Таблица. Распространение ксилотрофных грибов на антропогенных площадях РРНП

Вид гриба	Обилие по шкале Гааса
<i>Antrodia serialis</i> (Fr.) Donk	1
<i>Bjerkandera adusta</i> (Fr.) P. Karst.	3
<i>Daedaleopsis confragosa</i> (Bolton: Fr.) Schroet.	1
<i>Fomes fomentarius</i> (Fr.) Fr.	3
<i>Fomitopsis pinicola</i> (Sw.: Fr.) P. Karst.	3
<i>Ganoderma applanatum</i> (Pers.) Pat.	3
<i>Heterobasidion annosum</i> (Fr.) Bref.	+
<i>Irpex lacteus</i> (Fr.) Fr.	+
<i>Lenzites betulina</i> (L.:Fr.) Fr.	1
<i>Phlebia radiata</i> Fr.	+
<i>Phlebia tremellosa</i> (Schrad.:Fr.) Burds&Nakasone	3
<i>Polyporus badius</i> (Pers.), S.F. Gray	2
<i>Polyporus brumalis</i> (Pers.) Fr.,	+
<i>Schizophyllum commune</i> Fr.: Fr.	2
<i>Stereum hirsutum</i> (Willd.: Fr.) Gray.	4
<i>Stereum subtomentosum</i> Pouzar	5
<i>Trametes gibbosa</i> (Pers.) Fr.	2
<i>Trametes hirsuta</i> (Wulfen.: Fr.) Pilat	1
<i>Trametes ochracea</i> (Pers.) Gilb. & Ryvarden	+
<i>Trametes versicolor</i> (L.) Lloyd	3
<i>Trametes pubescens</i> (Schumach.) Pilat.	5
<i>Trichaptum abietinum</i> (Pers.: Fr.) Ryvarden	2
<i>Trichaptum bifforme</i> (Fr.) Ryvarden	2

В результате проведенных исследований выявлены наиболее распространенные виды ксилотрофов: *Stereum hirsutum*, *Stereum subtomentosum*, *Trametes pubescens*, Эти грибы встречаются с обилием 4-5 баллов, т. е. всюду или во многих местах (табл. 1). *Bjerkandera adusta*, *Fomitopsis pinicola*, *Fomes fomentarius*, *Ganoderma applanatum*, *Phlebia tremellosa*, *Trametes versicolor*, *Trichaptum abietinum*, *T. biforme* встречаются с обилием 2-3 балла. Комплекс вышеперечисленных ксилотрофов является доминирующим. Единично встречаются: *Antrodia serialis*, *Daedaleopsis confragosa*, *Heterobasidion annosum*, *Irpex lacteus*, *Lenzites betulina*, *Polyporus brumalis*, *Phlebia radiata*, *Trametes ochracea*, *T. hirsuta*.

Как правило, трофическая специализация большинства дереворазрушающих грибов проявляется в их способности к развитию либо на хвойной, либо на лиственной древесине (Мухин, 1993). Анализ проведенных исследований показал, что приуроченными к хвойному субстрату являются следующие виды грибов: *Antrodia serialis*, *Heterobasidion annosum*, *Trichaptum abietinum*. На лиственной древесине отмечены: *Bjerkandera adusta*, *Daedaleopsis confragosa*, *Fomes fomentarius*, *Fomitopsis pinicola*, *Ganoderma applanatum*, *Irpex lacteus*, *Lenzites betulina*, *Phlebia radiata*, *P. tremellosa*, *Polyporus badius*, *P. brumalis*, *Schizophyllum commune*, *Stereum hirsutum*, *S. subtomentosum*, *Trametes gibbosa*, *T. hirsuta*, *T. ochracea*, *T. versicolor*, *T. pubescens*, *Trichaptum biforme*. К эвритрофным видам, встречающимся как на хвойной, так и на лиственной древесине, относятся *Fomitopsis pinicola*, *Stereum hirsutum*. Наибольшее число видов развивается на лиственном субстрате (86,9%), к хвойному субстрату приурочено лишь несколько видов (13%). Большая часть обнаруженных видов являются космополитами, причем, видовой состав на обследованной территории достаточно однообразен.

Большинство грибов-ксилотрофов развивается на валеже — 22 вида; на сухостое отмечено — 3 вида; на валежных веточках — 9 видов; на пнях — 1 вид. Все перечисленные трофические группы грибов относятся к сапротрофам. Что касается грибов-паразитов, развивающихся на живых деревьях, то их выявлено не было. Высокая доля сапротрофов является признаком био-

ценозов, испытывающих сильное антропогенное воздействие (Брындина, 2000). Интенсивное рекреационное воздействие на лесные экосистемы РРНП ведет к нарушению устойчивости природных комплексов и особенно сильно сказывается на состоянии лесов парка: сокращаются площади старовозрастных насаждений, наблюдается увеличение видов, характерных для антропогенно нарушенных территорий.

В настоящее время считается, что деревообитающие грибы являются перспективным объектом при оценке антропогенного воздействия на лесные экосистемы (Арефьев, 1996). Их видовой состав в лесах, подверженных антропогенному воздействию, сильно обеднен, причем, происходит замещение чувствительных видов широко распространенными — эвритрофами. Наибольшее видовое разнообразие ДРГ характерно для старых естественных, мало затронутых интенсивной хозяйственной деятельностью лесных сообществ (Юпина, 1987; Мухин, 1993). Учитывая, что ксилотрофные грибы являются индикаторами состояния лесных экосистем (Арефьев, 2000), в результате наших исследований были выделены виды, распространенные на антропогенно-нарушенных территориях РРНП. Из числа видов, указанных в табл. 1, к синантропным можно отнести: *Bjerkandera adusta*, *Fomes fomentarius*, *Fomitopsis pinicola*, *Ganoderma applanatum*, *Irpex lacteus*, *Lenzites betulina*, *Schizophyllum commune*, *Stereum hirsutum*, *S. subtomentosum*, *Trametes gibbosa*, *T. hirsuta*, *T. ochracea*, *T. versicolor* (Юпина, 1987; Арефьев, 2000; Мухин, Ушакова, 2005) — всего 13 видов, которые составляют 56,5%. Значительно активизируют свою деятельность антропотолерантные виды: *Bjerkandera adusta*, *Fomes fomentarius*, *Fomitopsis pinicola*, *Stereum hirsutum*, *S. subtomentosum*, *Trametes pubescens*, обилие которых составляет от 3 до 4-5 баллов по шкале Гааса.

Таким образом, можно констатировать, что с деградацией растительного сообщества рекреационной площади, происходят изменения в структуре микобиоты, что связано со снижением биоразнообразия видов грибов, увеличением синантропных видов и значительной активизацией их деятельности, изменением трофической структуры микобиоты в сторону преобладания видов-целлюлозоразрушителей.

Литература

- Арефьев С. П., Гаишев С. Н., Степанова В. Б. и др. *Природная среда Ямала. Том 3. Биоценозы Ямала в условиях промышленного освоения* Тюмень: Изд-во Института проблем освоения Севера СО РАН, 2000, 136 с.
- Брындина Е. В. *Разложение древесины ксилотрофными базидиомицетами в условиях техногенной нагрузки // Экология процессов биологического разложения древесины. Екатеринбург: Екатеринбург, 2000, с. 31–41.*
- Мухин В. А. *Биота ксилотрофных базидиомицетов Западно-Сибирской равнины, Екатеринбург, 1993.*
- Мухин В. А., Ушакова Н. В. *Синантропные виды трутовых грибов Среднего Урала // Проблемы лесной фито-*

патологии и микологии: Мат-лы 6-й межд. конф. М.-Петрозаводск, 2005, с. 230–233.

Юпина Г. А. Деворазрушающие грибы антропогенных территорий // Микология и фитопатология, 1987, т. 21, вып. 3, с. 224–225.

APHYLLOPHOROID FUNGI ON ANTHROPOGENIC AREAS OF THE RITSA-AUADHARA NATIONAL PARK OF THE REPUBLIC OF ABKHAZIA

Hacheva S. I.

Institute of Ecology of the Academy of Sciences of Abkhazia, Sukhum, Republic of Abkhazia, hacheva@mail.ru

The species composition xylotrophic fungi and changes in the structure of mycobiota on the anthropogenic territory of the Ritsa National Park of the Republic of Abkhazia have been observed. The ecological structure of mycobiota and the bioindication value of mycobiota under recreational pressure were defined. Due to degradation of plant community, some changes occurred in the mycobiota structure. This was associated with a reduction of natural fungal biodiversity and increasing number of synanthropic species.

Key words: xylophorous fungi, biodiversity, anthropogenic areas, indicators, synanthropic species, recreational load.

ФОРМИРОВАНИЕ МИКОБИОТЫ РАСТЕНИЙ ПЫЛЬЦЕНОСОВ И ПЫЛЬЦЕВОЙ ОБНОЖКИ

Чекрыга Г. П.

*ГНУ Сибирский научно-исследовательский институт переработки
сельскохозяйственной продукции, г. Новосибирск, Россия, GNU_IP@ngs.ru*

Выявлено влияние погодных условий на характер численности микромицетов пыльценосных растений. Изменения количества микромицетов в микобиоте пыльцевой обножки определялось их численностью в микобиоте вегетативных и генеративных органов растений. Выявлена сопряженность численности дрожжевой флоры пыльцевой обножки с дрожжевой флорой вегетативных и генеративных органов пыльценосных растений.

Ключевые слова: микоценозы, пыльцевая обножка медоносных пчел, гидротермический коэффициент, вегетативные и генеративные органы, пыльценосные растения.

Экосистемы растений еще не достаточно изучены как естественные места обитания микромицетов. Филлоплана растений колонизируется большим количеством и разнообразными популяциями микромицетов. Обилие и богатство видов варьирует в зависимости от вида растения, сезона и места произрастания (Inacio et al., 2002).

Цветковые растения, производящие пыльцу и нектар, представляют обширную группу, на которой адаптировались различные группы микромицетов. Целью исследования являлось изучение влияния погодных условий, а также микобиоты вегетативных и генеративных органов дикорастущих пыльценосных растений на формирование микобиоты пыльцевой обножки.

Материалы и методы. Для исследования отбирали вегетативные (стебли, листья) и генеративные (цветки) органы основных видов рас-

тений — пыльценосов, с которых медоносные пчелы предпочитали собирать пыльцу, произрастающих в радиусе 0,5–3,5 км пасеки Залесовского района Алтайского края, Коченевского района НСО и пасеки Первомайского района г. Новосибирска НСО. Отбор образцов проводили в период активного сбора пыльцы пчелами: 24, 25, 26 июня — пасека Залесовского района Алтайского края, 13, 14 июля — пасека НГАУ Коченевского района НСО и 6, 7 августа — пасека Первомайского района г. Новосибирска НСО. Одновременно проводили отбор пыльцевой обножки из пыльцеловителей.

Выделение микромицетов в чистую культуру проводили по стандартным методикам (Литвинов, 1967; Методы экспериментальной микологии, 1982) на средах Чапека и Сабуро. Идентифицировали по определителям (Пидопличко, 1972;

Gerlach W., 1982; Билай и др., 1988; Саттон и др., 2001; Andreoni et al., 2004; Thom G. A. et al., 1945; Raper K. B et al., 1949).

За 2 недели до сбора и во время сбора образцов проводили замеры температуры и относительной влажности воздуха. Гидротермический коэффициент (ГТК) рассчитывали по формуле: $ГТК = r / (0,1 \times \sum t > 10^\circ C)$, где t — сумма осадков за период исследований, мм, $\sum t > 10^\circ C$ — сумма активных температур за тот же период, $^\circ C$; $ГТК = 1$, указывает на равенство осадков и испаряемости (метод Селянинова) (Лосев и др., 2004).

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с использованием пакета прикладных программ Snedecor V4 (Сорокин, 2004).

Результаты исследований. Анализ погодных условий в период формирования микобиоты пыльцевой обножки показал, что в засушливых условиях, когда ГТК изменялся от 0,3 до 0,5, численность микромицетов была минимальной, но в условиях неустойчивого увлажнения (ГТК от 0,7 до 0,8), происходило резкое повышение численности микромицетов. Численность микромицетов на вегетативных, генеративных органах растений и пыльцевой обножке имела колебательный характер (рис. 1).

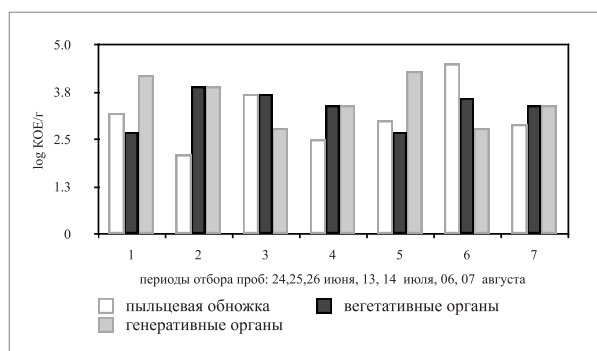


Рисунок 1. Динамика численности микромицетов в микобиоте вегетативных и генеративных органов пыльценосных растений и пыльцевой обножке

Figure 1. *Micromycetes dynamics in the mycobiota of vegetative and reproductive organs of pollen plant and pollen load*

Изменение численности мицелиальных грибов в микобиоте пыльцевой обножки определялось изменениями их численности в микобиоте генеративных (x_1) и вегетативных (x_2) органов растений — пыльценосов ($R=0,41$) и описывалось уравнением $\log = (2,1 + 0,003 x_1 - 0,000005 x_2) \times 103$. С увеличением численности микромицетов на генеративных органах пыльценосов отмечено снижение их в микобиоте пыльцевой обножки ($r = -0,39$), а также в микобиоте вегетативных частей растений ($r = -0,47$).

Критерием формирования микоценозов является способность микромицетов адаптироваться к средообразующим условиям. Виды

родов *Cladosporium*, *Alternaria*, *Aureobasidium*, *Cryptococcus*, *Torula*, *Sporobolomyces* и др., встречающиеся в эпифитной микрофлоре растений постоянно, являются ее естественными обитателями и образуют грибные сообщества (Широков, 1963; Кузнецова, 1970; Пантелеймонова, 1988; Глушакова, 2004). Однако такие виды как *Penicillium*, *Aspergillus*, *Trichoderma*, *Mucor*, постоянно встречающиеся в микробных ценозах на органах вегетирующих растений, в большей мере являются транзитными видами, попадая на растения из воздуха, почвы и др. источников. Хотя пыльцевая обножка не соприкасается с почвой, в ее микоценозе присутствует 62,8% видов грибов эдафитной группы, из них 50% рода *Penicillium*. Именно в микобиоте пыльцевой обножки расширено видовое присутствие грибов рода *Aspergillus*.

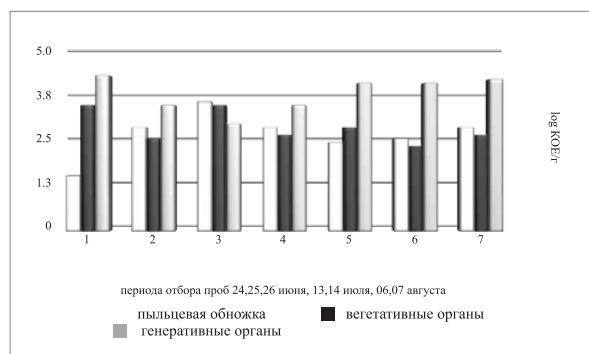


Рисунок 2. Динамика численности дрожжей в микобиоте вегетативных и генеративных органов пыльценосных растений и пыльцевой обножке

Figure 2. *Yeast dynamics in the mycobiota of vegetative and reproductive organs of pollen plant and pollen load*

Общим в микобиоте вегетативных и генеративных органов было доминирование эпифитных грибов семейства *Demateaceae* — *Alternaria* и *Cladosporium*.

Входящие в микробный ценоз дрожжевые микромицеты исследуемых субстратов, преобладали по численности на генеративных органах (рис. 2). С увеличением их численности на генеративных органах пыльценосов отмечено снижение в микобиоте пыльцевой обножки ($r = -0,11$), а также в микобиоте вегетативных частей растений ($r = -0,48$). Сопряженность количества дрожжевой микрофлоры пыльцевой обножки медоносных пчел, генеративных (x_1), вегетативных органов растений (x_2) была существенной, оценивалась коэффициентом множественной корреляции 0,45 и описывалась уравнением $\log = (3,6 + 0,004 x_1 - 0,0002 x_2) \times 102$.

Таким образом, на уровень загрязнения вегетативных, генеративных органов растений и пыльцевой обножки медоносных пчел влияют погодные условия (теплообеспеченность, увлажненность) периода формирования пыльценосной флоры.

Не выявлено положительной корреляции между уровнем загрязненности вегетативных и генеративных органов растений и пыльцевой обножки, за исключением дрожжевых форм, воз-

растание численности которых на вегетативных органах ($r=0,36$) и генеративных ($r= -0,11$) сопряжено с изменением их численности в микробиоте пыльцевой обножки медоносных пчел.

Литература

- Билай В. И., Коваль Э. З. *Аспергиллы: определитель*. Киев: Наук. думка, 1988, 203 с.
- Глушакова А. М. Сезонная динамика дрожжевого населения листьев *Oxalis acetosella* L. / *Микробиология*, 2004, 73, 2, с. 226-232.
- Кузнецова Т. Т. *Микрофлора растений и почв*. Новосибирск: Наука, 1973, с. 66–81.
- Литвинов М. А. *Определитель микроскопических почвенных грибов*. Л.: Наука, 1967, 303 с.
- Лосев А. П. *Агрометеорология*, М.: Колос, 2004, 280 с.
- Методы экспериментальной микологии. Киев: «Наукова думка», 1982, 549 с.
- Пантелеймонова Т. И. *Фенетика природных популяций*. М.: Наука, 1988, с. 100-111.
- Пидопличко Н. М. *Пеницилли: (ключ к определению видов)*, Киев: Наукова думка, 1972, 148 с.
- Саттон Д., Фотергил А., Ринальди М. *Определитель патогенных и условно-патогенных грибов* М.: Мир, 2001, 468 с.
- Сорокин О. Д. *Прикладная статистика на компьютере*. Новосибирск, 2004, 162 с.
- Широков О. Г. *Микроорганизмы в сельском хозяйстве*. М.: Изд-во МГУ, 1963.
- Andreoni S., Farina C, Lombardi G. *Medical Mycology Atlas — Stampa: GRAFIC rt srl — Paderno Dugnano Copyright, 2004, 239 p.*
- Gerlach W., Nirenberg H. *The Genus Fusarium — a Pictorial Atlas*. Berlin, 1982, 406 p.
- Inacio J., Pereira P. de Carvalho M., Fonseca A., Fmaral-Colaco M. T., Spenser-Martins I. / *Microbial Ecology*, Springer-Verlag, Nev. York. Ins, 2002, p. 344 -353.
- Raper K. B., Thom G. A. *A manual of the Penicillia*. Baltimore, 1949, 875 p.
- Thom G. A., Raper K. B. *A manual of the Aspergillus*. Baltimore, 1945, 373 p.

MYCOBIOTA FORMATION IN POLLEN PLANTS AND POLLEN LOAD

Chekryga G.

State scientific institution Siberian Research Institute For Processing Agricultural Products, GNU_IP@ngs.ru

We discovered that weather conditions affected the micromycetes level of pollen plants. The change in the micromycetes level in the mictobiota of pollen load was determined by the micromycetes level in the mictobiota of vegetative and reproductive plant parts. We found a correlation between the yeast flora of pollen load and the yeast flora of vegetative and reproductive parts of pollen plants.

Key words: mycocenosis, pollen load of honey-bees, hydrothermal index, vegetative and reproductive organs, pollen plants.

МЕТАБОЛИТЫ ГРИБА ASPERGILLUS SP. И ИХ БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ

Шемшюра О. Н., Бекмаханова Н. Е., Мазунина М. Н.

Институт микробиологии и вирусологии,
Алматы, Казахстан, olgashemshura@mail.ru

Из экстракта культуральной жидкости гриба *Aspergillus* sp. выделены метаболиты, обладающие антибиотической и инсектицидной активностью. Из 5 выделенных соединений антибиотическое действие выявлено у трех: 1В-1; 2В-1 и 3В-1, зоны подавления роста фитопатогенов составили от 2 мм до 19 мм. Смертность личинок колорадского жука 1-3 возраста после обработки наиболее активными метаболитами составила от 20 до 63% в течение 92 часов. С помощью хро-

матричного и спектрального анализа установлена принадлежность метаболитов 1В-1, 2В-1, 3В-1 к производным флавона.

Ключевые слова: фитопатогены, *Aspergillus sp.*, метаболиты, антибиотическая, инсектицидная активность.

Инфекции, вызываемые фитопатогенами, приводят к ежегодному недобору урожая овощных культур, который нередко достигает 30-40%.

Жизнедеятельность вредных насекомых также может стать причиной потери до 80% урожая, при этом ежегодно увеличивается площадь их распространения. В арсенале средств борьбы с фитопатогенами и насекомыми пестициды занимают ведущее место. Практика показала, что применение пестицидов в течение трех лет снижает поражение пасленовых до управляемого уровня. В то же время, отмечена резистентность к ним патогенов и вредителей и распространение устойчивых рас. Кроме того, серьезной проблемой является загрязнение окружающей среды и высокая токсичность химических пестицидов для человека и животных, вследствие чего они постепенно вытесняются микробиопрепаратами.

Ориентация защиты растений на микробиологические средства позволяет решить вопрос сохранения урожая, повышения качества сельскохозяйственной продукции и охраны окружающей среды.

Материалы и методы. Культуру гриба *Aspergillus sp.* поддерживали на сусло-агаре. Засев проводили кусочками мицелия с грибом в колбы емкостью 750 мл с 200 мл среды следующего состава (г/л): соя — 25; глюкоза — 30; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ — 2,5; CaCO_3 — 5; вода дистиллированная — 1.

Ферментацию осуществляли при 280С в течение 5 суток. Для извлечения метаболитов из культуральной жидкости проводили экстракцию хлороформом 1:3. Полученный экстракт В-1 использовали для хроматографического разделения с помощью ТСХ, при этом использовали: систему растворителей: этилацетат/петролейный эфир (3:1); сорбент — Kieselgel60pF254+366. Разделенные вещества обнаруживали в виде поглощающих под УФ — светом пятен.

Определение природы биологически активных компонентов проводили общепринятыми хроматографическими методами с использованием стандартных соединений (1-2). Высокоэффективную жидкостную хроматографию проводили на приборе HP 1090 LC фирмы Hewlett-Packard. Использовали колонку Vidac 218TP54 (4,6x250) фаза С-18 (ODS). В качестве тест-микроорганизмов использовали фитопатогены: *Tielaviopsis basicola*, *Fusarium dimerum*, *Penicillium casei*, *Bacterium carotovorum*, *Bacillus subtilis*. Тестирование проводили методом «лунок» (3).

В качестве тест-насекомых использовали личинки колорадского жука 1-3 возраста. Личинки 1-3 возраста по 10 особей размещали в чашки Петри, в которых находились листья картофеля. Личинки и картофельные листья опрыскивали метаболитами гриба, растворенными в 5% этаноле. Расход каждого испытуемого раствора — 1 мл на 1 чашку Петри с насекомыми. В контрольных вариантах аналогично использовали дистиллированную воду и 5% этанол. Чашки закрывали марлей и оставляли на 96 часов при комнатной температуре (250С-280С).

Результаты и их обсуждение. Из экстракта культуральной жидкости на сорбенте Kieselgel60PF254+366 получено 5 фракций, которые обнаруживаются под УФ-светом в виде поглощающих зон черного и серого цвета.

Из 5 фракций, антибиотическое действие выявлено у трех: 1В-1; 2В-1 и 3В-1, зоны подавления роста фитопатогенов составили от 2 мм до 19 мм (табл. 1).

Результаты исследования инсектицидной активности метаболитов показали, что наиболее токсичным для личинок вредителя является метаболит 2В-1. Смертность 63% личинок 1-3 возраста наступала в течение 92 часов после опрыскивания.

Таблица. Антимикробная активность метаболитов гриба *Aspergillus sp.* 127

Образец	<i>Penicillium casei</i>	<i>Fusarium dimerum</i>	<i>Bacterium carotovorum</i>	<i>Tielaviopsis basicola</i>	<i>Bacillus subtilis</i>
	Зоны отсутствия роста фитопатогенов				
1В-1	0	0	18±1,47	16±1,02	18±0,93
2В-1	2±0,58	0	15±0,48	14±0,96	18±0,65
3В-1	0	3±1,23	10±0,56	15±1,14	18±0,74
4В-1	0	0	0	0	0
5В-1	0	0	0	0	0
Контроль 5% этанол	0	0	0	0	0

Действие других метаболитов было менее эффективным (табл. 2).

Хроматографический анализ выделенных метаболитов, выявил в их составе соединения из

различных классов природных соединений. Так, метаболиты культуральной жидкости 1В-1, 2В-1 и 3В-1 представляют собой комплекс, состоящий из кумаринов и флавоноидов. Было установлено,

что флавоноиды метаболитов 1В-1, 2В-1 и 3В-1 наиболее соответствуют по своему хроматографическому поведению и спектральному анализу флавону.

По литературным данным, среди природных соединений, являющихся производными флавона, обнаружены вещества, подавляющие как бактериальные, так и грибные микроорганизмы (4). При этом инсектицидные свойства флавона и его производных обнаружены нами впервые.

Таблица 2. Инсектицидная активность метаболитов гриба *Aspergillus sp.* 127

Образец	Концентрация вещества, %	Смертность личинок колорадского жука 1-3 возраста через 92 ч после обработки	
		М ± м	%
1В-1	0,13	4 ± 1,0	40
2В-1	0,13	6,3 ± 0,88	63
3В-1	0,27	4,7 ± 1,2	47
4В-1	0,1	3 ± 0,58	30
5В-1	0,3	2 ± 1,0	20
Контроль (этанол)	5	1 ± 0	10
Контроль (вода)	—	0,7 ± 0,17	7

Примечание: М - среднее арифметическое (количество погибших особей на 1 чашку Петри); м - ошибка среднего арифметического. ного в агаризованную среду, на которой выращивали бацилл.

Литература

- Хайсе И. М., Мацек К. Хроматография на бумаге. М. Иностранная литература, 1962, 851 с.
Хефтман Э., Кастер Т., Нидервизер А. и др. Хроматография. Практическое приложение метода. М. Мир, 1986, с. 130–147.
Егоров Н. С. Руководство к практическим занятиям по микробиологии. М. Московский Университет, 1983, 220 с.
Шемякин М. Н., Хохлов А. С., Колосов М. Н., Бергельсон Л. Д. Химия антибиотиков. Москва, 1961, т. 1., с. 530–533.

FUNGAL METABOLITES ASPERGILLUS SP. AND THEIR BIOLOGICAL ACTIVITY

Shemshura O. N., Bekmakhanova N. E., Mazunina M. N.
Institute of Microbiology and Virology, Almaty (Kazakhstan),
olgashemshura@mail.ru

Metabolites with antibiotic and insecticide activity were isolated from extract of cultural liquid. Among the five selected compounds antibiotic action was detected in three: 1В-1, 2В-1 and 3В-1. Zones of inhibition of the phytopathogens ranged from 2 mm to 19 mm. Mortality of larvae of Colorado beetle of 1-3 age within 92 hours after treatment by most active substances was 20 — 63 %. Accordance of metabolites 1В-1, 2В-1, 3В-1 to flavones with help chromatographic and spectral analysis was established.

Key words: phytopathogens, *Aspergillus sp.*, metabolites, antibiotic, insecticidal activity.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ШТАММА-АНТАГОНИСТА STREPTOMYCES HYGROSCOPICUS A4 НА МИКРОМИЦЕТЫ В РИЗОСФЕРЕ ОВСА

Широких И. Г., Рябова О. В., Баталова Г. А.

ГНУ Зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства
Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого, г. Киров, Россия, niish-sv@mail.ru

Охарактеризованы комплексы микромицетов ризосферы и ризопланы растений овса голозерного (*Avena sativa* L.) на дерново-подзолистой почве в зависимости от предпосевной обработки семян биопрепаратом, изготовленным на основе *Streptomyces hygrosopicus* A4 (местный изолят) и химическим фунгицидом Дивиденд Стар.

Ключевые слова: фунгициды, обработка семян, почва, микромицеты, длина мицелия.

Высокий уровень зараженности семян голозерных овсов возбудителями грибных заболеваний диктует необходимость проведения предпосевной обработки семян фунгицидами. Хотя химические фунгициды играют важную роль в увеличении производства растениеводческой продукции, преимущества их использования омрачены величиной ущерба, причиняемого окружающей среде, неблагоприятными последствиями для здоровья человека и появлением устойчивых видов фитопатогенов. Как следствие, увеличивается спрос на альтернативные биологические средства борьбы с возбудителями заболеваний сельскохозяйственных культур, что особенно важно в отношении голозерных форм овса, используемых преимущественно для производства продуктов, предназначенных для детского и диетического питания.

Для создания препаратов биологической защиты растений предпочтительно использовать местные штаммы микроорганизмов, адаптированные к региональным почвенным условиям и биологическим особенностям созданных в местных условиях сортов. Среди перспективных в качестве продуцентов антифунгальных биопрепаратов особое внимание привлекают почвенные стрептомицеты. Штамм *Streptomyces hygrosopicus* A4 (далее А4) был изолирован из ризосферы овса сорта Аргмак на кислой дерново-подзолистой почве (опытное поле ГНУ НИИСХ Северо-Востока, г. Киров). В лабораторных экспериментах А4 снижал заболеваемость и гибель растений овса, озимой ржи, яровой пшеницы и клевера лугового от корневых гнилей до 60-70% к контролю без бактериализации. Эффективность А4 в микровегетационных опытах с картофелем была достоверно выше, чем у биопрепарата Планриз и соизмерима с эффектом Фитоспорина-М.

Цель настоящей работы заключалась в выявлении изменений в структуре комплексов микроскопических грибов в прикорневой зоне овса голозерного в результате предпосевной инокуляции семян *S. hygrosopicus* A4, и их сравнении с изме-

нениями, вызываемыми химическим фунгицидом Дивиденд Стар.

Семена овса Вятский перед посевом инокулировали изготовленным в лабораторных условиях биопрепаратом А4 (титр 104 КОЕ/мл, из расчета 0,5 л/т). В качестве препарата сравнения использовали системный химический фунгицид Дивиденд Стар (1,0 л/т). Контролем служил вариант с обработкой семян водой (10 л/т). Исследования проводили в микроделяночном (площадь делянки 1,0 м) полевом опыте. Образцы для анализа ризосферы и ризопланы отбирали в 4-х повторениях по фазам развития растений. Численность и качественный состав микромицетов в ризосфере и ризоплане растений определяли при посеве суспензий на среду Чапека со стрептомицином (100 мг/л), который добавляли для ограничения роста бактерий. Учитывали колонии по морфологическим типам. Морфологические и культуральные признаки грибов изучали в соответствии с определителями (Саттон и др., 2001; Domsh et al., 2007). Длину мицелия грибов определяли с использованием люминесцентного микроскопа «Leica DM 2500». Препараты для микроскопии готовили по общепринятой методике (Методы., 1991). Каждый образец просматривали в 200 полях зрения микроскопа. Статистическую обработку данных проводили стандартными методами с использованием программы EXEL 7.

В результате предпосевной обработки семян препаратом А4 существенных различий по сравнению с контролем и химическим фунгицидом Дивиденд Стар в показателях поражения растений болезнями не выявлено. Анализ морфометрических показателей растений показал, что под влиянием А4 увеличилась на 29% масса зерна с растения, тогда как под воздействием препарата Дивиденд Стар, напротив, этот показатель был на 20% ниже, чем в контроле.

Количество колониеобразующих единиц (КОЕ) микромицетов в ризосферной почве овса в результате обработки биологическим и химиче-

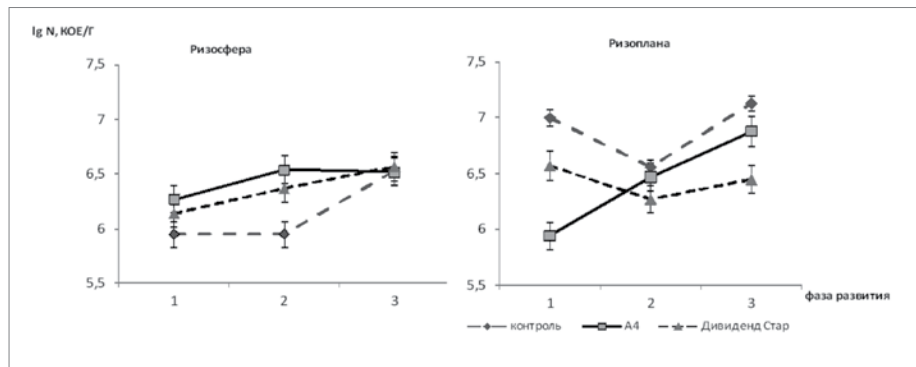


Рисунок 1. Динамика численности микромицетов по фазам развития овса (1 — кущение, 2 — цветение, 3 — молочно-восковая спелость) в зависимости от обработки семян химическим (Дивиденд Стар) и биологическим (A4) препаратами

Figure 1. Dynamics of the number of micromycetes on the phases of oats (1 — tillering, 2 — bloom, 3 — milky-wax ripeness) depending on the seed treatment chemical (Dividend Star) and biological (A4) agents

ским фунгицидами существенно отличалось от контроля только в фазу цветения растений (рис. 1).

Увеличение в 2,6 (Дивиденд Стар) — 3,9 (A4) раз численности грибных спор в этот период, как показали результаты люминесцентной микроскопии, связано с возрастанием числа спор, а не длины мицелия — функционально активного компонента грибной популяции. В период цветения длина мицелия в ризосфере, напротив, снизилась под воздействием A4 в 1,5 раза, а химического фунгицида — в 4 раза по сравнению с контролем (рис. 2).

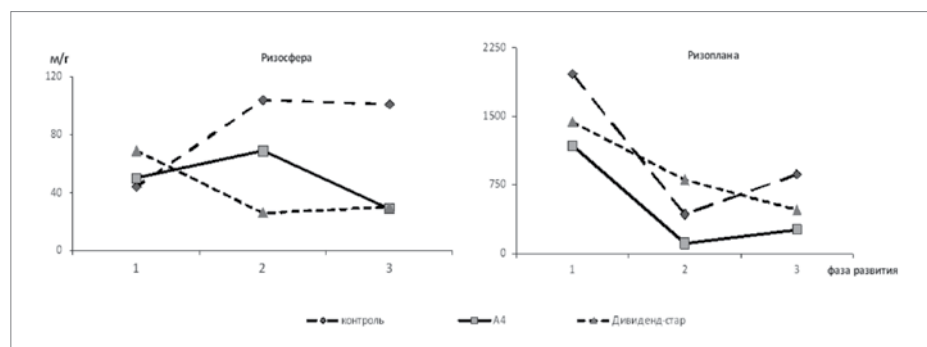


Рисунок 2. Динамика длины грибного мицелия по фазам развития овса (1 — кущение, 2 — цветение, 3 — молочно-восковая спелость) в зависимости от обработки семян химическим (Дивиденд Стар) и биологическим (A4) препаратами

Figure 2. Dynamics length fungal mycelium on the phases of oats (1 — tillering, 2 — bloom, 3 — milky-wax ripeness) depending on seed treatment chemical (Dividend Star) and biological (A4) agents

Концентрации мицелия грибов в ризосфере растений, подвергнутых предпосевной обработке препаратами A4 (29 ± 0 м/г) и Дивиденд Стар (30 ± 12 м/г), в фазу молочно-восковой спелости существенно не различались и были в 3,5 раза ниже, чем в контроле без обработки семян. В ризоплане уже в фазу кущения овса количество грибных спор и концентрация мицелия в результате обработки семян препаратами A4 и Дивиденд Стар были существенно ниже, чем в контроле (рис. 1 и 2). При этом биопрепарат A4 снижал оба

показателя в большей степени (в 11,4 и в 1,7 раза), чем химический фунгицид (в 2,7 и в 1,4 раза соответственно). В фазу цветения интенсивность колонизации микромицетами корней слабо различалась по вариантам и находилась в обратной зависимости от заселенности грибами прикорневой почвы (рис. 2). Ингибирующее действие препаратов на грибы прослеживалось вплоть до фазы молочно-восковой спелости растений. Химический фунгицид, хотя и превосходил в этот период биопрепарат A4 по снижению общей численности грибных спор на корнях (рис. 1), в большей степени подавлял в ризоплане развитие микромицетов препарат A4, снижая концентрацию мицелия в 3,3 раза, тогда как Дивиденд Стар — только в 1,8 раза по сравнению с контролем (рис. 2).

В условиях дерново-подзолистой почвы доминировали в ризосфере и ризоплане овса микромицеты рода *Penicillium*. На долю различных видов пенициллов в контрольном варианте приходилось

до 70% в ризосфере и до 94% в ризоплане. В числе типичных (частота встречаемости $\geq 40\%$) в комплексах выявлены представители родов *Fusarium*, *Acremonium*, *Cladosporium* и *Mucor*. Доля их участия в комплексах была, как правило, менее значительной, чем рода *Penicillium*, и сильно варьировала в зависимости от фазы развития растений.

В результате обработки семян биопрепаратом A4 частота встречаемости и относительное обилие представителей родов *Fusarium* и *Acremonium* в ризосферном комплексе существенно снизились, тогда как при обработке Дивиденд Стар продолжали оставаться высокими. В ризоплане эффекты от обработки семян химическим фунгицидом проявились в начале развития растений в снижении частоты встречаемости грибов из родов *Fusarium* (в 2 раза) и *Acremonium* (в 3 раза), а в конце вегетации — относительного обилия пенициллов в ризосфере

(в 7,3 раза) и ризоплане (в 2,5 раза). Изменения в структуре комплекса ризопланы под воздействием препарата А4 заключались в снижении частоты встречаемости грибов из родов *Agromonium* (в 1,6 раза) и *Cladosporium* (в 1,3 раза), относительного обилия пенициллов в 4 раза (на первом этапе развития растений), а также в увеличении спектра минорных компонентов комплекса с низкими показателями частоты встречаемости (6-28%) и/или долевого участия (0-9%). Тем самым биопрепарат на основе местного изолята А4 способствовал поддержанию биоразнообразия почвенной микробной системы, что, в свою очередь, обеспечивает

участие природных агентов в регулировании численности фитопатогенов и содействует процессам естественной супрессивности почвы (Van Bruggen, Semenov, 2000; Van Elsas et al., 2002).

Вместе с тем, влияние стрептомицета А4 на прикорневой комплекс микромицетов сопоставимо по ряду исследованных параметров (численность грибных пропагул, длина мицелия грибов, состав и структура микромицетного комплекса) с эффективностью химического фунгицида и оказало защитный эффект на растения овса голозерного, способствуя получению экологически чистой продукции и сохранению функций почвы.

Литература

- Методы почвенной микробиологии /Под. ред. Д. Г. Звягинцева, М., МГУ, 1991, 304 с.*
 Саттон Д., Фотергилл А., Ринальди М. *Определитель патогенных и условно патогенных грибов.* М., Мир, 2001, 486 с.
 Domsh K. H., Gams W., Anderson T. H. *Compendium of soil fungi.* Eching: IHW-Verlag, 2007, 672 p.
 Van Bruggen A. H. C., Semenov A. M. *In search of biological indicators for soil health and disease suppression //Appl. Soil Ecol., 2000, 15, p. 13–24.*
 Van Elsas J. D., Garbeva P., Salles J. *Effects of agronomical measures on the microbial diversity of soils as related to the suppression of soil-borne plant pathogens// Biodegradation, 2002, 13, p. 29–40.*

THE INFLUENCE OF ANTAGONISTIC STRAIN STREPTOMYCES HYGROSCOPICUS A4 ON THE MICROMYCETES IN THE ROOT ZONE OF OAT

Shirokikh I. G., Ryabova O. V., Batalova G. A.

North-East Agricultural Research Institute named after N. V. Rudnickij, Kirov, Russia, irgenal@mail.ru

The treatment of seeds with *Streptomyces hygroscopicus* A4 (local strain) and Dividend Star (chemical fungicide) led to quantitative and qualitative changes in the structure of complexes of edaphic microfungi in the rhizosphere and rhizoplane of oats (*Avena sativa* L.) in field experiment on soddy podzolic soil.

Key words: oats, fungicides, seed treatment, soil, micromycete complexes.

МИКРООРГАНИЗМЫ, ВЫЗЫВАЮЩИЕ ГНИЕНИЕ КОРНЕЙ ВИНОГРАДА, ПОВРЕЖДЕННЫХ ФИЛЛОКСЕРОЙ В РАЗЛИЧНЫХ РАЙОНАХ АЗЕРБАЙДЖАНА

Шихлинский Г. М., Акперов З. И., Мамедова Н. Х.

Институт Генетических Ресурсов НАН Азербайджана, Баку, Азербайджан, sh. haci@yahoo.com

В результате исследования в Газахском и Агдамском районах Азербайджана из поврежденных филлоксерой корней различных сортов винограда были выделены следующие микроорганизмы: фитопатогенные грибы рода *Fusarium*, *Gliocladium*, *Cylinrocarpon*; фитопатогенные бактерии рода *Pseudomonas*, *Bacillus*; сапротрофные грибы рода *Mucor*, *Absidia*, *Molissia*, *Penicillium* и *Rhacodiella*.

Ключевые слова: виноград, Vitis vinifera, филлоксера, фитопатогенные грибы, фитопатогенные бактерии, сапротрофные грибы.

В ходе специализации сельскохозяйственного производства в конце 70-х-начале 80-х годов в Азербайджане виноградарство превратилось в высокоинтенсивную отрасль экономики. В Азербайджанской Республике, в результате постепенного распространения филлоксеры, в настоящее время заражено более 50-60% от общей площади виноградников, и этот ареал со временем расширяется. Среди грибных болезней виноградной лозы наиболее вредоносными являются: милдью (*Plasmopara viticola* Berl. et de Toni), серая гниль (*Botrytis cinerea* Pers.), оидиум (*Uncinula necator* Burr.). Наряду с патогенной микрофлорой, представленной грибами (*Fusarium oxysporum* Schlecht., *Cylindrocarpon redicicola* W., *Gliocladium verticilloides* Pidopl.) и бактериями (*Bacillus mesentericus vulgatus* Fl., *Pseudomonas liguefaciens* Migula), филлоксера (*Viteus vitifolii* Shimer) занимает в виноградарстве особое место (Голодрига, 1978). Из корней винограда, пораженных филлоксерой, с развитием специфического гнилостного процесса, всегда, независимо от эколого-географических условий произрастания, выделяются одни и те же микроорганизмы — грибы *Gliocladium verticilloides*, *Cylindrocarpon redicicola*, *Fusarium oxysporum* и бактерии *Bacillus mesentericus vulgatus* и *Pseudomonas liguefaciens* (Недов, 1978). В виноградарских хозяйствах Газахского района из корней винограда сортов Каберне, Тебризи, Баяншира и Ркацители, пораженных филлоксерой, были взяты образцы для определения видового состава микроорганизмов (грибы и бактерии), вызывающих гниение корней винограда, как вторичный патологический процесс (Shichlinski, 2011). Микроорганизмы, выделенные из пораженных филлоксерой корней винограда сорта Каберне, составили 100%. Из них фитопатогенные грибы, относящиеся к роду *Cylindrocarpon* — 30%, грибы рода *Gliocladium* и *Fusarium* не были обнаружены. В то же время было установлено, что на корнях этого сорта винограда имеются бактерии, относящиеся к роду *Pseudomonas* — 28,5%, и бактерии рода *Bacillus* — 17,5%. Из сапротрофных грибов выявлено наличие родов *Absidia* — 9%, *Mucor* — 10,5%, *Rhacodiella* — 4,5%. Чаще всего из микроорганизмов у сорта Каберне встречались фитопатогенные грибы рода *Cylindrocarpon* — 30%, фитопатогенные бактерии рода *Pseudomonas* — 28,5% и сапротрофные грибы *Mucor* — 10,5%. Микроорганизмы, выделенные из поврежденных вредителем корней винограда сорта Тебризи, составили 100%. Из них 11,5% были фитопатогенные грибы рода *Gliocladium*, 25% — грибы рода *Fusarium*. А также, было выявлено наличие фитопатогенных бактерий, относящихся к роду *Pseudomonas* — 18%, и бактерий рода *Bacillus* — 35%. На корнях этого сорта винограда сапротрофные грибы не были об-

наружены. Микроорганизмы, выделенные из пораженных филлоксерой корней винограда сорта Баяншира, составили 100%. Было выявлено, что из них 30,5% были фитопатогенные грибы рода *Gliocladium*, 31% — рода *Cylindrocarpon* и 13,5% грибов, относящихся к роду *Fusarium*. На корнях этого сорта фитопатогенные бактерии не были выявлены. Из сапротрофных, установлено присутствие грибов рода *Penicillium* — 10%, *Absidia* — 7,5% и *Rhacodiella* — 7,5%. Таким образом, на корнях винограда сорта Баяншира, из фитопатогенных грибов больше всего было представителей рода *Cylindrocarpon* — 31%, а из сапротрофных — грибы, относящиеся к роду *Penicillium* — 10%. На поврежденных филлоксерой корнях винограда сорта Ркацители процентное содержание микроорганизмов составило 88%. Из них: фитопатогенные грибы рода *Gliocladium* — 33%, грибы рода *Fusarium* — 19%. На корнях этого сорта не встречались грибы, относящиеся к роду *Cylindrocarpon*. Также, было установлено наличие фитопатогенных бактерий рода *Pseudomonas* — 15% и бактерий рода *Bacillus* — 5%. Из сапротрофных грибов на корнях этого сорта были грибы рода *Penicillium* — 4%, рода *Mucor* — 5% и грибы рода *Absidia* — 5%. На корнях этого сорта из фитопатогенных грибов наибольший процент составили грибы рода *Gliocladium* — 33%, из фитопатогенных бактерий род *Pseudomonas* — 15%, а из сапротрофных грибов больше всего встречались *Mucor* — 5% и *Absidia* — 5%.

Таким образом, в результате проведенных исследований по изучению количественного и видового состава микроорганизмов корней винограда, поврежденных филлоксерой в условиях Газахского района Азербайджана, выявлены следующие роды фитопатогенных грибов: *Gliocladium*, *Cylindrocarpon*, *Fusarium*, а также, роды фитопатогенных бактерий — *Bacillus*, *Pseudomonas* и роды сапротрофных грибов — *Mucor*, *Absidia*, *Molissia*, *Penicillium* и *Rhacodiella*.

В виноградарских хозяйствах Агдамского района из корней винограда пораженных филлоксерой сортов Баяншира, Тебризи, Хиндогни и Мадраса, были взяты образцы для определения видового состава микроорганизмов (грибы и бактерии), вызывающих гниение корней винограда, как вторичный патологический процесс. Микроорганизмы, выделенные из пораженных филлоксерой корней винограда сорта Баяншира составляли 100%. Из них фитопатогенные грибы, относящиеся к виду *C. radicola* — 50% и грибы вида *F. oxysporum* — 30%. В то же время было установлено, что на корнях этого сорта винограда имеются бактерии, относящиеся к виду *P. liquefaciens* — 10% и бактерии вида *B. mesentericus vulgatus* — 10%. На корнях этого сорта винограда не были выявлены

сапротрофные грибы, а также фитопатогенные грибы вида *G. verticilloides*. Чаще всего из микроорганизмов у сорта Баяншира встречались фитопатогенные грибы вида *C. radicola* — 50% и фитопатогенные бактерии вида *B. mesentericus vulgatus* и *P. liquifaciens*, составляющие 10%. Микроорганизмы, выделенные из поврежденных вредителем корней винограда сорта Тебризи, составили 100%. Из них 35% были фитопатогенные грибы вида *G. verticilloides*, 18% — грибы вида *C. radicola* и 12% — грибы вида *F. oxysporum*. Также, было выявлено наличие фитопатогенных бактерий, относящихся к виду *P. liquifaciens* — 30% и бактерий вида *B. mesentericus vulgatus* — 3%. И, наконец, на корнях этого сорта винограда из сапротрофных грибов присутствовал только вид *P. cyclosporum* — 2%. На корнях винограда сорта Тебризи фитопатогенные грибы вида *G. verticilloides* и сапротрофные грибы вида *P. cyclosporum*, в отличие от других микроорганизмов, составляли большинство и равнялись 35% и 2%, соответственно. А также, фитопатогенные бактерии вида *P. liquifaciens* составляли — 30%. Микроорганизмы, выделенные из пораженных филлоксерой корней винограда сорта Хиндогни, составляли 95%. Было выявлено, что из них 15% были фитопатогенные грибы вида *G. verticilloides*, 27% — вида *C. radicola* и 13% грибов, относящихся к виду *F. oxysporum*. Также, на корнях этого сорта имелись фитопатогенные бактерии рода *Bacillus* — 7% и бактерии, относящиеся к виду *P. liquifaciens* — 15%. Из сапротрофных установлено присутствие грибов вида *P. cyclosporum* — 6,5%, *Mucor mucedo* (L.) Fres. — 8,5%. Таким образом, на корнях винограда сорта Хиндогни из фитопатогенных грибов

больше всего было наличие вида *C. radicola* — 27%, а из сапротрофных — грибы, относящиеся к виду *M. mucedo* — 8,5%. Фитопатогенные бактерии вида *P. liquifaciens* составили 15%. На поврежденных филлоксерой корнях винограда сорта Мадраса процентное содержание микроорганизмов составляло 100%. Из них фитопатогенных грибов вида *G. verticilloides* — 28%, *C. radicola* — 32% и грибы вида *F. oxysporum* — 18%. Было установлено наличие фитопатогенных бактерий вида *P. liquifaciens* — 12% и бактерий вида *B. mesentericus vulgatus* — 5%. Из сапротрофных грибов на корнях этого сорта были обнаружены грибы вида *P. cyclosporum* — 2% и грибы вида *Absidia capillata* — 3%. На корнях этого сорта из фитопатогенных грибов наибольший процент составили грибы вида *C. radicola* — 32%, а из фитопатогенных бактерий — вид *P. liquifaciens* — 12%. Из сапротрофных грибов чаще всего встречался вид *A. capillata* — 3%.

Результаты исследования показали, что, независимо от различий эколого-географических зон Азербайджана, видовой состав микроорганизмов, то есть грибов рода *Gliocladium*, *Fusarium* и *Cylindrocarpum*, а также бактерий рода *Bacillus* и *Pseudomonas*, выделенных из корней пораженных филлоксерой сортов винограда, приблизительно был одинаковым, то есть, эти микроорганизмы являются причиной гниения корней и гибели сортов и форм винограда в условиях Азербайджана. Эти микроорганизмы (грибы и бактерии) являются причиной вторичного патологического процесса гниения корней винограда, поврежденных филлоксерой.

Литература

- Голодрига П. Я. Теория, практика и очередные задачи по созданию комплексно-устойчивых высококачественных сортов винограда. Генетика и селекция винограда на иммунитет. Киев: Наукова Думка, 1978, с. 13–35.
- Недов П. Н. Филлоксерная проблема и селекция винограда на комплексный иммунитет к вредителям и болезням // Генетика и селекция винограда на иммунитет. Киев: Наукова Думка, 1978, с. 35–45.
- Shichlinski H. M. *Microorganisms causing rotting of grape roots infected by phylloxera in the Askeran region / XVI Congress of European Mycologists. Thessaloniki, Greece, 2011, p. 147–148.*

MICROORGANISMS CAUSING THE ROT OF ROOTS OF GRAPE DAMAGED BY PHYLLOXERA IN VARIOUS REGIONS OF AZERBAIJAN

Shichlinski H. M., Akperov Z. I., Mammadov A. T.

Genetic Resources Institute of the Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan, sh. hachi@yahoo.com

Phytopathogenic fungi species (*Fusarium*, *Gliocladium*, *Cylindrocarpum*), phytopathogenic bacterium species (*Pseudomonas*, *Bacillus*), saprotrophic fungi species (*Mucor*, *Absidia*, *Molissia*, *Penicillium* and *Rhacodiella*) caused rotting the roots of grape damaged by phylloxera were determined in Qazakh and Agdam regions of Azerbaijan.

Key words: grape, phylloxera, phytopathogenic fungi, phytopathogenic bacterium, saprotrophic fungi.

РЕГУЛЯЦИЯ ПОЛОВОЙ СОВМЕСТИМОСТИ У БАЗИДИАЛЬНЫХ ГРИБОВ: ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПРОГРАММЫ АЛЛЕЛЬНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ ГОМЕОДОМЕННЫХ БЕЛКОВ

Шнырева А. А., Шнырева А. В.

Кафедра микологии и альгологии, МГУ имени М. В. Ломоносова,
Москва, Россия, ashn@mail.ru

В статье представлены общие сведения о регуляции половой совместимости у базидиальных грибов и модельного вида — аскомицетных дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*. На примере дрожжей описана схема взаимодействий между низкомолекулярными феромонами и локализованными в мембранах рецепторами феромонов, что приводит к слиянию гаплоидных партнеров противоположного пола. Обсуждены различия в регуляции половых взаимодействий у аскомицетов и базидиомицетов. Представлены результаты собственных исследований структурной организации *mat A* локуса половой совместимости у базидиального гриба *Pleurotus ostreatus*, а также анализ переменных доменов гомеодоменных белков HD1 и HD2.

Ключевые слова: вешенка, HD1 и HD2 гомеодоменные белки, факторы транскрипции.

У грибов генетические программы половых взаимоотношений между партнерами контролируются локусами половой совместимости или *mat*-локусами. Определение пола связано с функционированием *mat*-локусов и осуществляется двумя основными механизмами: во-первых, через экспрессию специфических факторов — феромонов и их рецепторов, которые различны у разных типов спаривания (полов); во-вторых, через универсальный контроль транскрипции генов, сходных для обоих полов. Основные компоненты *mat*-локусов имеются и у аскомицетов, и у базидиомицетов, хотя механизмы, посредством которых *mat*-компоненты взаимодействуют, различаются у грибов из разных таксономических групп. Очевидно, в ходе эволюции генетической детерминации пола у грибов существенное влияние на становление системы половой совместимости оказывали образ жизни грибов (паразитизм или сапротрофность) и наличие сложных морфогенетических процессов, связанных с плодообразованием.

Вначале взаимоотношения между половыми партнерами на молекулярном уровне были детально изучены у аскомицетных дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* с упрощенным жизненным циклом, что послужило толчком для изучения механизмов регуляции пола и у базидиомицетов. Потенциальные половые партнеры у дрожжей, а именно, совместимые по полу гаплоидные клетки α и a (альфа), различаются действием специфических транскрипционных факторов, закодированных в *mat*-локусе (однофакторный гетероталлизм). *mat a* локус кодирует гомеодоменный фактор транскрипции $a1$, в то время как *mat α* локус кодирует $\alpha1$ - и $\alpha2$ - специфические белки. Генопродукты *mat*-локусов $a1$ и $\alpha2$ являются гомеодоменными факторами транскрипции, способ-

ными гетеродимеризоваться (или гомодимеризоваться) и выполнять свои регуляторные функции, а генопродукт $\alpha1$ является альфа-доменным фактором транскрипции. Эти $a1$, $\alpha1$ и $\alpha2$ гомеодоменные белки фактически контролируют поведение гаплоидных клеток дрожжей посредством дифференцированной экспрессии a -специфических и α -специфических генов, включая гены феромонов и рецепторов феромонов. Узнавание половых партнеров происходит через систему феромон — рецептор феромона и активацию MAP-киназного каскада передачи сигналов, в результате чего, гаплоидные половые партнеры противоположного пола узнают друг друга, и это служит сигналом для последующего слияния гаплоидов. После слияния гаплоидных партнеров противоположного пола в сформировавшемся диплоиде происходит подавление экспрессии гаплоид-специфических генов и стимулирование экспрессии генов, специфических для диплоидной a/α клетки.

Подобные феромон-рецепторные взаимодействия происходят и у базидиальных грибов, которые в деталях изучены на видах *Coprinus cinereus*, *Schizophyllum commune* и *Pleurotus djamor*. Но, в отличие от дрожжей, гены, кодирующие феромоны и рецепторы феромонов, не находятся под транскрипционным контролем гомеодоменных белков *mat*-локуса, а различные аллели феромонов и их рецепторов закодированы непосредственно в одном из двух *mat*-локусов, а именно в *matB*-локусе типа спаривания (двухфакторный гетероталлизм). Однако слияние гаплоидных клеток противоположного пола происходит независимо от сигнальной системы феромонов, а взаимодействие феромонов и рецепторов феромонов контролируют этапы полового развития (морфогенез) уже после слияния половых партнеров.

Локус спаривания *matA* кодирует регуляторные гомеодоменные белки, множественные аллельные комбинации, которых достигаются строго специфическими взаимодействиями их генопродуктов.

Структурный анализ гомеодоменных белков локуса половой совместимости *mat A P. ostreatus*. В основе системы половой совместимости у большинства базидиальных грибов, в том числе и рода *Pleurotus* лежит тетраполярный (двухфакторный) гетероталлизм, который определяется двумя нецепленными локусами половой совместимости (*mat A* и *mat B*) с множественными аллельными состояниями каждого. Фертильные скрещивания с последующим развитием дикариона может происходить только при различных аллельных состояниях локусов партнеров.

В нашем исследовании был проведен структурный анализ *mat A* локуса. Данный локус содержит гены, кодирующие гомеодоменные белки (HD, homeodomain), взаимодействие между которыми приводит к образованию регуляторных гетеродимеров, являющихся факторами транскрипции многих генов. Как правило, в каждом *mat A* локусе закодирована пара таких белков — HD1 и HD2, но их гены могут быть так же и дублированы. Таким образом, в одном *mat A* локусе могут быть закодированы от одной до нескольких копий генов HD1 или HD2. Какая из имеющихся копий является активной в геноме и транскрибируется, остается не ясным и требует детального структурного анализа для каждого отдельного вида. В результате димеризации двух совместимых HD1–HD2 белков от двух аллельных партнеров образуется регуляторный белок — транскрипционный фактор, который запускает экспрессию специфических для развития дикариона генов; этот же регуляторный гетеродимер подавляет экспрессию специфических генов, активных в гаплоидном монокарионе.

В данном исследовании изучение структурных и функциональных особенностей HD белков проводится на двух штаммах *P. ostreatus* — PC9 и PC15, геномы которых полностью секвенированы (DOE Joint Genome Institute, USA). Монокариотический штамм PC9 характеризуется стандартным состоянием *mat A*, т. е. содержит пару генов, кодирующих HD1 и HD2 белки. Монокариотический штамм PC15 отличается наличием второй копии HD1 гена, таким образом, в *mat A* имеется три копии HD генов — HD1. 1, HD1. 2 и HD2 (рис.).

Цель данного исследования заключается в выяснении, какая из двух копий HD1-генов является функциональной у штамма PC15. Сложность исследования состоит в том, что последовательности генов, кодирующих гомеодоменные белки, отличаются большой вариабельностью на нуклеотидном уровне, что делает практически невозможным их сравнительный анализ на данном уровне. Таким образом, анализ вариабельных доменов HD белков проводили на основе аминокислотных последовательностей этих белков, предсказанных биоинформатически рабочей группой DOE Joint Genome Institute.

В результате выравниваний аминокислотных последовательностей HD1 и HD2 белков нами были обнаружены высоковариабельные домены, как правило, локализованные на N-терминальном конце белковой молекулы, а также домены гомологии. N-терминальный конец фактически играет роль димеризационного домена между HD1 и HD2 белками, а высокая вариабельность по этому домену обеспечивает множественные гетеродимерные формы, и фактически множественные аллельные взаимодействия между партнерами (Kües et al., 2011). HD1 и HD2 белки из одного *mat*

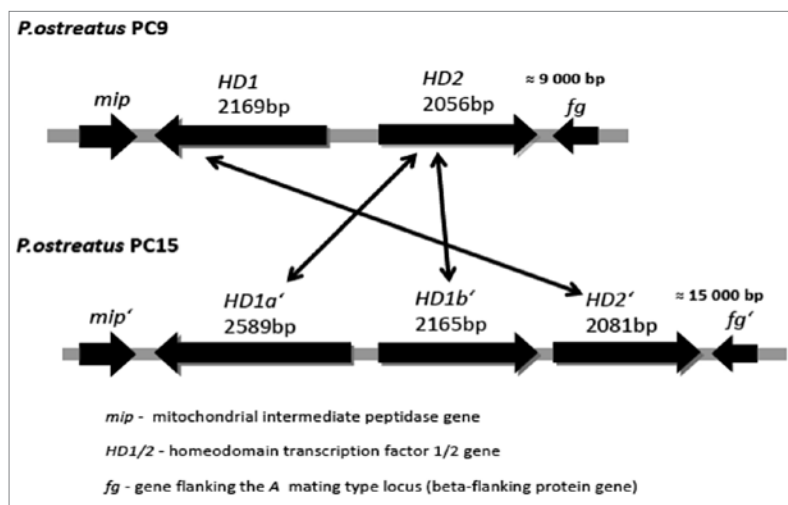


Рисунок. Структура *mat A* локуса половой совместимости и схема аллельных взаимодействий гомеодоменных белков *P. ostreatus*

A локуса не могут взаимодействовать. Высоко вариабельные участки в пределах аминокислотной последовательности белка, как правило, являются поверхностными петлями, соединяющими более или менее консервативные структурные домены, обладающие ДНК-связывающей активностью. Данные результаты были подтверждены при помощи программы Kyte-Doolittle. Были также обнаружены консервативные домены при множественном выравнивании последовательностей штаммов PC15, PC9 и секвенированных последовательностей видов *P. djamor* и *P. eryngii* из GenBank

(NCBI Blast). Так, нами были выявлены ДНК-связывающие мотивы HNPYPT/S и WFXNXR, расположенные ближе к середине последовательности HD1 белка. У последовательности HD2 белка также обнаруживается WFXNXR домен, в то время как четкая последовательность HNPYPT/S отсутствует. Как правило, гомеодоменные белки состоят из трех альфа-спиралей, внутри которых и располагаются гомологичные фрагменты (Kües et al., 2011). Для дальнейшего эксперимента нам нужно было убедиться, что гомеодоменные белки не содержат сигналов, ответственных за транспорт белков за пределы клеток, и сигналов мембранной

локализации. Иными словами, гомеодоменные белки, будучи транскрипционными факторами, должны иметь только сигналы ядерной локализации. Для поиска данных сигналов были использованы биоинформатические программы PSORT и SignalP, которые доказали отсутствие нежелательных сигналов и ядерную локализацию продукта. На следующем этапе планируется провести клонирование гомеодоменных генов HD1. 1, HD1. 2 и HD2 *P. ostreatus* в монокариотическом штамме *Coprinopsis cinerea* для проверки совместимости данной системы активации дикариотических генов у разных групп базидиальных грибов.

Литература

Kües U., James T. Y., Heitman J. *Mating type in Basidiomycetes: unipolar, bipolar and tetrapolar patterns of sexuality*. In: *The Mycota XIV*. Kempken F. (Ed.), Springer, 2011, p. 97–150.

SEXUAL COMPATIBILITY IN BASIDIOMYCETES: GENETIC PROGRAMME OF ALLELES INTERACTION OF HOMEODOMAIN PROTEINS

Shnyreva A. A., Shnyreva A. V.

Department of Mycology and Algology, Moscow Lomonosov State University, Moscow, Russia, ashn@mail.ru

Sexual compatibility in Ascomycete and Basidiomycete fungi is regulated by interactions between low-molecular-weight pheromones and membrane pheromones' receptors. The interaction model has been first described for the yeast, *Saccharomyces cerevisiae*. Despite of the common features, sexual interactions in ascomycetes and basidiomycetes fungi are differed that is based on bipolar and tetrapolar mating compatibility systems. We have analysed the structural organization of mat A locus in *Pleurotus ostreatus*. Strains PC9 and PC15, the complete genomes of which were sequenced, have been used for the analysis of HD1 and HD2 homeodomain genes. There are three gene copies in mat A locus — HD1. 1, HD1. 2 и HD2 which code highly variable HD proteins. HD1-HD2 proteins interaction is discussed.

Key words: oyster mushroom, HD1 and HD2 homeodomain proteins, transcriptional factors.

МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ ГРИБЫ В МЕСТООБИТАНИЯХ, СВЯЗАННЫХ С МЕЛКИМИ МЛЕКОПИТАЮЩИМИ

Шубина В. С.¹, Александров Д. Ю.², Александрова А. В.¹

¹ Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, г. Москва,

² Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова, г. Москва, 666000@inbox.ru

Изучен видовой состав комплексов микроскопических почвообитающих грибов елового леса, выделяемых методом посева на твердые питательные среды, из образцов лесной подстилки внутри и вне ходов мелких млекопитающих, а также со шкурок зверьков. В результате анализа обнаружено 105 видов микроскопических грибов. Из подстилки и ходов выделено 62 вида, а с шерсти — 93. Исключительно на шерсти отмечено 48 видов, наиболее частые из них — *Penicillium sorrophilum*, *P. glandicola*, *P. vulpinum* и *Alternaria tenuissima*. Анализ шерсти зверьков, в сочетании со стандартным посевом почвы и подстилки, позволяет выявить значительно большее видовое богатство.

Ключевые слова: микроскопические грибы, биоразнообразие, форические связи, мелкие млекопитающие.

Сапротрофные почвенные микромицеты являются важным компонентом лесных биоценозов. Для понимания особенностей формирования их комплексов на различных субстратах необходимо изучение способов их распространения, одним из которых является перенос на покровах различных животных — эпихория (Malloch, Blackwell, 1992). Однако работ в данном направлении недостаточно, в связи с чем, целью нашей работы стало изучение роли мелких млекопитающих в переносе пропагул сапротрофных микроскопических грибов.

Материал был собран на базе полевого стационара группы популяционной экологии Института Проблем Экологии и Эволюции РАН, расположенного в окрестностях деревни Крутицы (Старицкий район, Тверская область), где с 1999 г. проводятся исследования почвенных и подстилочных микромицетов (Александрова и др., 2006) и с 1995 г. — сообщества мелких млекопитающих. В настоящей работе мы анализируем материал, собранный в сентябре 2010 года.

Для проведения работы на исследуемой территории нами была выставлена экспериментальная линия из 100 живоловок в елово-сосновом лесу, расположенном в водоохранной зоне р. Волга. В учет попали зверьки шести видов: рыжая полевка *Myodes glareolus*, обыкновенная бурозубка *Sorex araneus*, средняя бурозубка *Sorex caecutiens*, равнозубая бурозубка *Sorex isodon*, малая бурозубка *Sorex minutus* и кутора *Neomys fodiens*.

Образцы верхнего горизонта почвы и подстилки вне норовой сети и в ходах мелких млекопитающих брали в стерильные пакеты из крафт-бумаги, по 10 штук вдоль трансекта. Образцы шерсти состригали со спинки и брюшка зверьков по одному пучку, и помещали в эппендорфы, всего собрано 106 образцов.

Дальнейшую обработку проводили на Кафедре микологии и альгологии МГУ. Выделение микромицетов было выполнено методом серийных почвенных разведений Ваксмана на агаризованные питательные среды (Методы 1991).

В результате анализа 10 образцов лесной подстилки, 10 образцов из ходов мелких млекопитающих и 106 образцов шерсти 6 видов мелких млекопитающих выделено 105 видов микроскопических грибов и 3 стерильные формы. Из них из подстилки и ходов — 62 вида, а с шерсти — 93. Исключительно на шерсти отмечены 48 видов, 12 встречались только в подстилке, 4 вида найдены только в ходах мелких млекопитающих.

Наиболее характерным видом для изучаемого местообитания можно назвать *Penicillium simplicissimum* (Oudem.) Thom, он выделяется с высокой частотой встречаемости и обилием из всех типов образцов. *P. aurantiogriseum* Dierckx отмечен во всех образцах в подстилке, но в ходах и на

шерсти его меньше. *P. raistrickii* Pitt, отмеченный со 100% встречаемостью в подстилке вне норовой сети, в ходах не найден и с шерсти выделялся редко. К доминирующим в подстилке вне норовой сети видам также относятся: *Absidia glauca* Hagem, *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill., *Eupenicillium lapidosum* D. B. Scott & Stolk, *P. brevicompactum* Dierckx, *Trichoderma hamatum* (Bonord.) Bainier, *T. polysporum* (Persoon) Rifai, *Umbelopsis isabellina* (Oudem.) W. Gams и *U. ramanniana* (Möller) W. Gams. Почти все они отмечены и в ходах и на шерсти.

Ряд видов выделен только вне норовой сети, наиболее частые из них, это уже упомянутый *P. raistrickii*, *P. albidum* Sopp и *P. thomii* Maire. В ходах наиболее часто встречался *P. spinulosum* Thom. Наиболее частые виды, выделенные исключительно с шерсти: *P. coprophilum* (Berk. & M. A. Curtis) Seifert & Samson, *P. glandicola* (Oudem.) Seifert & Samson, *P. vulpinum* (Cooke & Masee) Seifert & Samson и *Alternaria tenuissima* (Kunze) Wiltshire. Интересно отметить, что все три вида рода *Penicillium* формируют хорошо развитые коремии или пучки конидиеносцев. Только на шерсти отмечена большая часть видов из рода *Aspergillus*: *A. asperescens* Stolk, *A. fumigatus* Fresen., *A. niger* Teigh., *A. proliferans* G. Sm. и *A. versicolor* (Vuillemin) Tiraboschi, а также кератинофильные виды: *Acremonium atrogriseum* (Panassenko) Gams, *Scopulariopsis brevicaulis* (Saccardo) Bainier, *Scopulariopsis brumptii* Salvanet-Duval, *Trichophyton terrestre* Durie et Frey и др.

Информационные индексы разнообразия также значительно выше для комплекса микромицетов, выделяемого методом анализа шерсти. Так, обратная форма индекса Симпсона (1/D) для подстилки, в целом, составляет 3,40, а для шерсти — 14,64. Это отражает более высокую концентрацию доминирования (обилие небольшого числа видов) в подстилке, по сравнению с результатами посева с шерсти. Индекс Шеннона наименьшее значение принимает в подстилке вне норной сети — 1,79, в ходах — 2,76, и наибольшее при анализе шерсти — 3,16. Выровненность видовых обилий в комплексах микромицетов из ходов и с шерсти, сравнима между собой (0,79 и 0,76), и сильно превышает этот показатель для подстилки вне норной сети (0,48).

Индекс сходства Сьеренсена между комплексами микромицетов подстилки и ходов, рассчитанный с учетом количественных данных, невелик и составляет 0,49. При сравнении подстилки с образцами шерсти отдельных видов мелких млекопитающих индексы колеблются от 0,38 до 0,51. Также не велико сходство и между микромицетами со зверьков и из ходов 0,38-0,46. Наиболее близки комплексы с шерсти обыкновенной бурозубки (*Sorex araneus*) и рыжей полевки (*Myodes*

glareolus) — 0,76, и с рыжей полевки и средней бурозубки (*S. caecutiens*) — 0,74. Между обыкновенной и средней бурозубками сходство — 0,66, между обыкновенной и малой бурозубкой (*S. minutus*) — 0,63, и между малой бурозубкой и куторой (*Neomys fodiens*) — 0,60.

Сравнение видового состава выявленных микромицетов показывает, что отличия в структуре комплексов наблюдаются уже в составе доминантных видов: *P. simplicissimum* преобладает во всех исследованных вариантах, *P. aurantiogriseum* доминирует только в подстилке и ходах. Преимущественно для подстилки характерны *P. raistrickii*, *P. albidum*, *Acremonium strictum* W. Gams, для ходов харак-

терны *P. janczewskii* K. M. Zalesky и *P. oxalicum* Corrie and Thom. Видами, доминирующими как в ходах, так и при выделении с шерсти, являются *Geomyces pannorum* (Link) Sigler et J. W. Carmich. и *P. brevicompactum*. Также со шкурки очень обильны *Cladosporium cladosporioides* (Fresen.) G. A. de Vries, *A. candidus* (Link) Fries и *P. coprophilum*, причем, два последних вида вообще не отмечены ни в подстилке, ни в ходах. Видов-доминантов, общих между найденными в подстилке и выявляемых на шерсти, кроме вездесущего *P. simplicissimum*, не показано. На уровне частых и случайных видов отличия еще более существенны.

Литература

- Александрова А. В., Заяц А. Л., Великанов Л. Л., Сидорова И. И. Разнообразие почвенных микромицетов в типичных местообитаниях Тверской области // *Микология и фитопатология*, 2006, т. 40, вып. 1, с. 3–12.
- Методы почвенной микробиологии и биохимии / под ред. Д. Г. Звягинцева. М., Изд-во МГУ, 1991, 304 с.
- Malloch D., Blackwell M. Dispersal of fungal diaspores // *The Fungal Community: Its Organization and Role in the Ecosystem*, New York, 1992, p. 147–171.

MICROSCOPIC FUNGI IN HABITATS ASSOCIATED WITH SMALL MAMMALS

Shubina V. S., Alexandrov D. Yu., Aleksandrova A. V.

¹ Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

² A. N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Moscow, Russia, 666000@inbox.ru

The complex of microscopic soil fungi from spruce forest has been analyzed by dilution plate method. Cultures were obtained from the litter taken from the inside and outside of the burrows of small mammals and also from the animals' fur. As a result of the analysis 105 species of microscopic fungi have been found. 62 species were documented from the litter and 93 — from the fur. 48 species were observed only on the fur. *Penicillium coprophilum*, *Penicillium glandicola*, *Penicillium vulpinum* and *Alternaria tenuissima* were the most frequent. Analysis of mammal's fur in combination with soil and litter enables to reveal a higher fungal species richness.

Key words: microscopic fungi, biodiversity, phoresia, small mammals.

ДЕЙСТВИЕ ЛИГНОЛИТИЧЕСКОГО ГРИБА *LENTINUS* *TIGRINUS* НА ДРЕВЕСИНУ БЕРЕЗЫ И СОСНЫ

Шутова В. В., Ревин В. В.

Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева,

Саранск, Россия, vshutova@yandex.ru

Исследовано изменение основных компонентов березовых и сосновых опилок при глубинном культивировании на них *Lentinus (Panus) tigrinus*. Активность лигнолитических ферментов коррелировала с потреблением лигнина. Максимальная активность лакказы и Мп-пероксидазы отмечена на среде с березовыми опилками в концентрации 3-5 %.

Ключевые слова: лигнин, целлюлоза, лакказа, Мп-пероксидаза.

Микроорганизмы, относящиеся к группе грибов «белой гнили», обладают способностью разрушать молекулы лигнина — одного из самых труднодеградируемых биополимеров в природе. Прямое окисление полимерного лигнина осуществляется внеклеточными ферментами, обычно это лигнинпероксидаза, Mn-пероксидаза и лакказы. Способность лигнолитических базидиомицетов продуцировать лакказу считается характерным признаком лигнолитических грибов, отличающим их от других дереворазрушающих грибов, не способных разлагать лигнин. Лакказу используют для детоксикации сточных вод, иммуноферментном анализе, производстве композиционных материалов (Hüttermann et al, 2001; Ревин и др., 2010).

В работе исследовали изменение основных компонентов березовых и сосновых опилок при глубинном культивировании на них *Lentinus (Panus) tigrinus* (Bull.) Fr.

Выращивание гриба *L. tigrinus* ВКМ F-3616 D вели в колбах в среде Чапека-Докса с добавлением опилок березы и сосны в концентрации 3, 5 и 7% к массе среды. В среде содержалось много легкоусвояемых сахаров (30 г/л сахарозы), что обеспечило высокое количество биомассы.

Хороший рост гриба был обнаружен в среде с опилками березы и сосны в концентрации 3 и 5%. 7% субстрата в среде практически полностью подавляли рост *L. tigrinus*. К третьим суткам были видны единичные пеллеты диаметром 1 мм.

Расщепление целлюлозы осуществляется гидролитическими ферментами эндо — и экзогликаназами. Количество целлюлозы снижалось в течение всего срока культивирования (рисунок 1-а). Исключением были варианты с концентрацией опилок 7%, где изменения содержания целлюлозы не наблюдалось. Видимо, такая высокая концентрация опилок ингибирует рост гриба, продукцию целлюлолитических ферментов или их активность. При культивировании на опилках березы с 3% концентрацией уже на 3 сутки потребление целлюлозы было очень значительным и достигало 19,8%. При увеличении концентрации опилок до 5% на 3 сутки убыль целлюлозы была невысокой, хотя к 12 суткам в данном варианте она практически достигала значения варианта с 3% субстрата. В сосновых опилках целлюлоза потреблялась грибом

несколько хуже. Более значительная убыль целлюлозы древесины березы можно объяснить тем, что гриб лучше растет на древесине лиственных пород. Таким образом, наибольшее потребление целлюлозы при глубинном культивировании гриба *L. tigrinus* наблюдалось при использовании березовых опилок в концентрации 3%.

Лигнин представляет собой вещество, которое очень трудно подвергается биодegradации. Известно, что биодegradация лигнина базидиомицетами зависит от активности лигнолитических ферментов и интенсивности роста гриба. Снижение содержания лигнина наблюдалось во всех вариантах на протяжении заданного времени культивирования, кроме случая с 7% субстрата (рисунок 1-б), где, как и в случае с целлюлозой, изменения компонента не наблюдалось. Максимальное потребление лигнина было в среде с березовыми опилками в концентрации 5% (58,1% к 12 суткам), менее значительное — зафиксировано в варианте с древесиной сосны в концентрации 5%. Лигнин березовых опилок более доступен ферментам гриба, поэтому убыль его была больше.

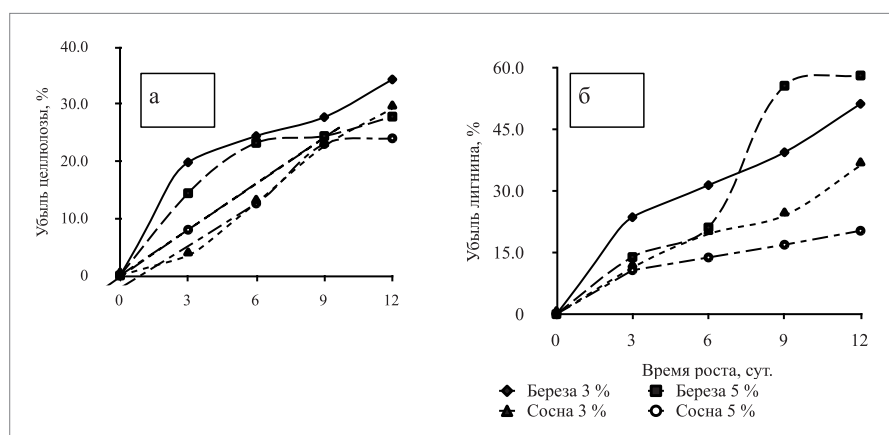


Рисунок 1. Убыль целлюлозы (а) и лигнина (б) при росте *L. tigrinus*

При сравнении данных можно отметить, что процесс разложения лигнина данным грибом преобладает над разложением целлюлозы. Хотя данные литературных источников говорят о том, что на первых этапах грибы разлагают полисахариды, в нашем случае лигнин разлагался на самых ранних этапах роста. Очевидно, что гриб *L. tigrinus* является активным лигнолитическим грибом, который преимущественно потребляет лигнин и в меньшей степени целлюлозу.

Для активного роста грибов требуется источник углеводов. В древесине это, прежде всего, свободные сахара и легкогидролизуемые гемицеллюлозы. В процессе роста грибы первоначально потребляют свободные сахара и производят гидролиз полисахаридов до моносахаридов, которые затем утилизируются грибами. Содержа-

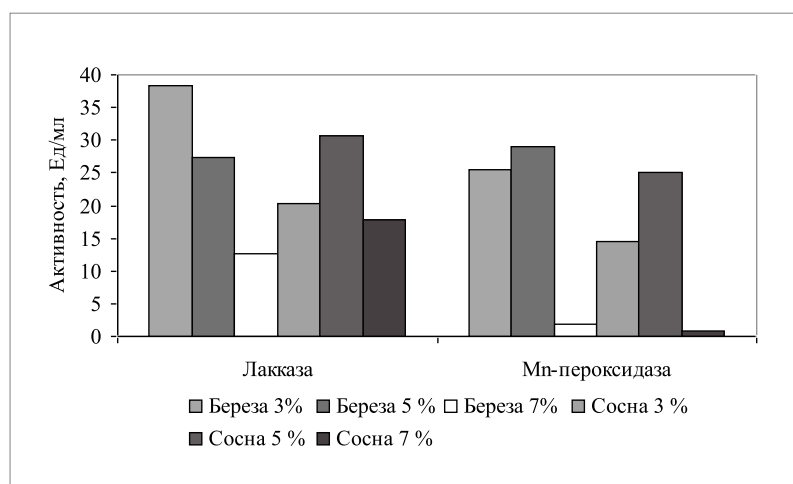


Рисунок 2. Максимальные значения активности лигнолитических ферментов *L. tigrinus*

ние редуцирующих веществ в среде с опилками в концентрации 3 и 5% повышалось с 3 по 12 сутки и достигало 1,2 — 1,25 мг/мл у березы и 0,91 — 0,96 мг/мл у сосны.

Составной частью мицелия дереворазрушающих грибов являются белки и полисахариды. Количество биомассы мы оценивали по содержанию белка, так как оно относительно постоянно для мицелия грибов и составляет у разных грибов «белой гнили» от 25 до 47% на сухой вес гриба.

При глубинном культивировании *L. tigrinus* лучший рост наблюдался в среде с 3 и 5% березовых опилок, где содержание белка составило к 12 суткам 7,1%. В варианте с 3 и 5% опилок сосны количество белка к этому времени увеличилось до 6,6–6,7%. То есть, активный рост базидиомицета в случае использования березовых опилок начался раньше. И в том и другом варианте накопление белка происходило вплоть до 12 суток. При концентрации опилок в среде 7% используемым методом белок обнаружен не был.

Максимумы лакказной активности, определяемой по пирокатехину, на средах с концентрациями березовых опилок 3 и 5% наблюдались на 3 сутки роста, после чего происходило ее снижение. Позже проявлялся второй пик. Несмотря на отсутствие заметного изменения количества лигнина в субстрате при концентрации опилок 7%, лакказная активность гриба была достаточно высокой. Ее максимум лишь отодвигался к 6 суткам и был единственным. Наибольшая активность

фермента была зафиксирована на среде с 3% березовых опилок, на 3 сутки роста она составила 38,3 ед/мл (рис. 2).

На основных опилках при всех концентрациях максимумы активности лакказы наблюдались на 3 сутки, а на 9 сутки был обнаружен второй пик. Самая высокая лакказная активность отмечена на среде с 5% субстрата, но она была ниже. *L. tigrinus* является видом, который растет преимущественно на лиственных породах деревьев, в связи с чем, вероятно, было отмечено снижение абсолютных значений активности на среде с сосновыми опилками.

Известно, что лигнолитический комплекс *L. tigrinus* включает лакказу, Mn-зависимую пероксидазу и пероксидазу растительного типа (Ревин и др., 2001, Шутова и др., 2008), поэтому мы также изучали активность Mn-пероксидазы. Начальным субстратом фермента является Mn+2, который преобразуется в высокорекреакционный Mn+3-хелатный комплекс, способный окислять многие фенольные субстраты. При выращивании на березовых опилках наблюдали примерно одинаковые динамики проявления активности фермента на средах с 3 и 5% субстрата. На 3 сутки активность была высокой, затем наблюдалось ее снижение, и к 12 суткам она резко возросла, причем, в среде с 3% опилок даже превысила уровень 3 суток. Возможно, это связано с тем, что функция Mn-пероксидазы заключается в окислении фенольных субстратов, включая фенольные лигниновые соединения, а их количество может возрасти в результате действия лакказы, максимум активности которой зафиксирован на 3 сутки. На сосновых опилках пики при всех концентрациях наблюдались на 3 сутки, а на 9 сутки был отмечен второй пик. Самая высокая Mn-пероксидазная активность зафиксирована на среде с 5% субстрата (25 ед/мл).

Таким образом, активность лигнолитических ферментов коррелировала с потреблением лигнина. Максимальная активность лакказы и Mn-пероксидазы отмечена на среде с березовыми опилками в концентрации 3-5%.

Литература

- Ревин В. В., Кадималиев Д. А., Атыкян Н. А., Ситкин Б. В. Выделение и свойства пероксидазы, продуцируемой грибом *Ranus tigrinus* //Биохимия, 2000, 65, 11, с. 1305-1309.
- Ревин В. В., Шутова В. В., Кадималиев Д. А., Атыкян Н. А., Ведяшкина Т. А., Ивинкина Т. И. Теоретические и прикладные основы получения биокомпозиционных материалов с помощью биологических связующих. Саранск, Изд-во Мордов. ун-та, 2010, 280 с.

Шутова В. В., Ревин В. В., Мякушина Ю. А. Влияние ионов меди на продукцию лакказы грибом *Lentinus (Panus) tigrinus* // Прикладная биохимия и микробиология, 2008, 44, 6, с. 683-687.

Hüttermann A., Mai C., Kharazipour A. Modification of lignin for the production of new compounded materials // Appl. Microbiol. Biotechnol., 2001, v. 55, p. 387-394.

ACTION OF LIGNOLITIC FUNGUS LENTINUS TIGRINUS ON BIRCH AND PINE WOOD

Shutova V. V., Revin V. V.

Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russia, vshutova@yandex.ru

The change of the main components of birch and pine sawdust in the submerged cultivation of *Lentinus (Panus) tigrinus*. Lignolytic enzymes activity correlated with the consumption of lignin. The maximum activity of laccase and Mn-peroxidase marked on the medium with birch sawdust at a concentration of 3-5%.

Key words: lignin, cellulose, laccase, Mn-peroxidase.

ВЛИЯНИЕ НАНОРАСТВОРОВ МЕТАЛЛОВ НА КУЛЬТУРАЛЬНО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫЕ СВОЙСТВА ШТАММА *BACILLUS SUBTILIS* Ч-13, ПРОДУЦЕНТА БИОПРЕПАРАТА

**Щербаков А. В.¹, Гончар Е. Н.², Заплаткин А. Н.¹,
Лопатько К. Г.², Чеботарь В. К.¹**

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии,
Санкт-Петербург — Пушкин, Россия, avsherbakov@bisolbi.ru

² Национальный Университет Биоресурсов и Природопользования Украины,
Киев, Украина, alonagonchar@mail.ru

Впервые будет создан прототип композитного биопрепарата, сочетающий в себе наночастицы биологически-активных металлов и ризосферные бактерии, обладающие защитно-стимулирующим действием.

Ключевые слова: наночастицы, микроэлементы, биопрепараты.

В настоящее время одним из перспективных направлений в создании бактериальных препаратов с целью повышения продуктивности сельскохозяйственных культур является разработка комбинированных средств, включающих в себя биологическую основу (бактериальную культуру того или иного штамма) и химическую составляющую (примером может служить уже разработанные и широко применяемые биоминеральные удобрения). Штамм *Bacillus subtilis* Ч-13, продуцент биопрепарата Экстрасол, — грамположительные спорообразующие бактерии, обладающие комплексом хозяйственно-ценных свойств, таких как антагонизм к фитопатогенным грибам и бактериям, стимуляция роста растений (Чеботарь и др., 2007; Chebotar et al., 2009). Основной задачей в производстве биопрепарата на основе данного штам-

ма-продуцента является получение высоких титров микроорганизмов и стабильность в сохранении их хозяйственно-ценных свойств. Ранее была показана высокая биологическая активность нанорастворов биогенных металлов в отношении сельскохозяйственных культур, способность к стимуляции роста растений и защите от неблагоприятных факторов среды (Патент Украины..., 2009; Научное обоснование..., 2012). Задача данных исследований — изучить действие нанорастворов биогенных металлов на рост и хозяйственно-ценные свойства штамма *B. subtilis* Ч13, продуцента биопрепарата.

В настоящее время в мире не имеется аналогов разрабатываемых биопрепаратов на основе наноразмерных частиц биогенных металлов и ризосферных бактерий для стимуляции роста растений и борьбы с фитопатогенными микроорганизмами.

Материалы и методы

Исследовали действие нанорастворов семи металлов (Ag, Mg, Fe, Zn, Mo, Mn, Al) на рост, развитие и хозяйственно-ценные свойства культуры *B. subtilis* Ч13.

Скорость роста и морфологию колоний оценивали на твердой среде ГМФ, в которую были добавлены нанорастворы указанных металлов в конечных концентрациях 10; 1; 0,1; 0,01 мг/л. Жидкую культуру *B. subtilis* Ч13 методом последовательных серийных разведений высевали на поверхность среды, чашки с посевами 48 ч инкубировали при температуре 28°C. После двух суток роста культуры измеряли диаметр, морфологию колоний и их количество. Оценивали скорость роста культуры.

Влияние нанорастворов биогенных металлов на рост продуцента биопрепарата в жидкой культуре проводили на среде LB, в которую были добавлены нанорастворы указанных металлов в конечных концентрациях 10; 1; 0,1; 0,01 мг/л. Культуру объемом 1 мл засеивали в качалочные колбы с 200 мл питательной среды и инкубировали 24 ч при 28°C и 200 об/мин. По истечению срока инкубации определяли оптическую плотность культуры и ее титр методом последовательных серийных разведений и посевом на среду ГМФ.

Совместное действие нанорастворов металлов и культуры *B. subtilis* Ч13 оценивали *in vitro* на проростках кресс-салата по следующей схеме: 1. — контроль (стерильная вода); 2. — культура *B. subtilis* Ч13; 3. — металл 0,1 мг/л; 4. — металл 0,01 мг/л; 5. — культура *B. subtilis* Ч13 + металл 0,1 мг/л; 6. — культура *B. subtilis* Ч13 + металл 0,01 мг/л. Семена кресс-салата замачивали на 30 мин в указанных растворах и выкладывались в стерильные влажные камеры по 20 семян в 3-х повторностях. Проростки выращивали 96 ч в фитотроне, затем измеряли длину корешка и общую сырую массу проростка. Данные статистически обрабатывали с помощью программы Diana (ГНУ ВНИИСХМ, С. Петербург).

Результаты и обсуждения

Из 7-и исследованных нанорастворов биогенных металлов пять оказали наиболее выраженное влияние на скорость роста колоний исследуемого штамма бактерий после 24 ч инкубирования. Четыре металла оказали стимулирующее действие на развитие культуры (серебро и железо в концентрации 0,1 и 0,01 мг/л, молибден в концентрации 1 мг/л, медь в концентрации 1 и 0,1 мг/л), при этом наблюдалось выраженное разрастание колоний, изменение морфологии, диаметр колоний увеличивался в несколько раз по сравнению с контрольным вариантом. Нанорастворы цинка оказали выраженное угнетающее действие на развитие культуры, при этом угнетающий эффект наблюдался при уменьшении концентрации

(вплоть до концентрации 0,01 мг/л) и проявлялся как в уменьшении диаметра колоний, так и их численности.

Для сравнения величин изменения титров в жидкой культуре опытных и контрольного варианта была составлена общая таблица (Таб. 1)

Отмечено, что в образцах с нанорастворами

Таблица 1. Оптическая плотность и титр культуры *B. subtilis* Ч13 при добавлении нанорастворов биогенных металлов в среду.

Вариант	Оптическая плотность	Титр культуры, млрд. КОЕ/мл
Контроль	0,81	1,07
Ag 0,1 мг/л	0,88	1,48
Ag 0,01 мг/л	0,94	1,45
Fe 0,1 мг/л	0,94	2,18
Fe 0,01 мг/л	0,87	0,83
Cu 1 мг/л	0,88	0,96
Cu 0,1 мг/л	0,86	1,85

металлов за период проведения эксперимента показатель оптической плотности повысился на 0,10, титр культуры — в среднем на 0,36 млрд. КОЕ/мл. Разница между данными, полученными от опытных вариантов и контрольного, статистически достоверна на уровне НСР05.

Учитывая изменения количества микробных единиц и сопоставляя их с данными определения титра по показателю оптической плотности, можно сделать вывод, что использование нанорастворов металлов оказывает благоприятный эффект и обеспечивает увеличение количества живых клеток *B. subtilis* Ч13.

Наиболее высокий титр наблюдался у вариантов с добавлением Fe, Cu, Ag — в концентрации 0,1 мг/л, а добавление Cu в концентрации 1 мг/л и Fe в концентрации 0,01 мг/л приводило к небольшому уменьшению живых клеток *B. subtilis* Ч13, но это уменьшение незначительное и находится в пределах погрешности.

Исследование ростстимулирующей активности на проростках кресс-салата выявило стимулирующий эффект от действия и культуры *B. subtilis* Ч13, и нанорастворов серебра в концентрации 0,1 и 0,01 мг/л, при этом максимальный эффект наблюдался в варианте с совместным применением обоих компонентов. Культура *B. subtilis* Ч13 обеспечила стимуляцию роста проростков кресс-салата на уровне 23,5%, нанораствор серебра в концентрации 0,1 мг/л (отдельно) — 76,4%, максимальный эффект наблюдался при совместной обработке нанораствором серебра и культурой *B. subtilis* Ч13 — 105%.

Заключение.

Проведенные исследования выявили влияние нанорастворов биогенных металлов на рост и культуральные свойства бактерий *B. subtilis* Ч13, при этом наибольший стимулирующий эффект отмечен при добавлении в питательную среду нанорастворов Ag, Fe, Cu, Mo, проявившийся в увеличении диаметра колоний, их культуральных свойств и скорости роста по поверхности среды. Нанорастворы Zn оказали ингибирующее влияние на развитие бактерий, усиливающееся при разбавлении нанораствора. Также нанорастворы

Ag, Fe, Cu оказали влияние на численность бактерий *B. subtilis* Ч13 при культивировании на жидкой среде, обеспечив увеличение титра культуры в 1,5-2 раза. Показана высокая ростстимулирующая активность в варианте с совместной обработкой проростков кресс-салата бактериальной культурой и нанораствором серебра в концентрации 0,1 мг/л.

Работа поддержана Госконтрактом Минобрнауки №14. 512. 11. 0031 от 07 марта 2013 г., Госконтрактом Минобрнауки № 16. М04. 11. 0013 от 29. 04. 2011.

Литература

Научное обоснование применения наноразмерных биогенных металлов в системе удобрений полевых культур / Каленская С. М., Новицкая Н. В., Гончар Л. М., Лопатко К. Г., Ситар О. В. // Научно-практические рекомендации. Киев: 2012, 65 с.

Пат. 38459 Украины на полезную модель. Маточный коллоидный раствор металлов / Лопатко К., Афтандиянц Е. Г., Тонха А. Л., Каленская С. М.; заявитель Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины.- Зарегистр. в Гос. реестре патентов Украины 12. 01. 2009. Получено 16. 10. 2009.

Чеботарь В. К., Завалин А. А., Кипрушкина Е. И. Эффективность применения биопрепарата экстрасол. М.: ВНИИА, 2007, 216 с.

Chebotar' V. K., Makarova N. M., Shaposhnikov A. I., Kravchenko L. V. Antifungal and Phytostimulating Characteristics of *Bacillus subtilis* Ch-13 Rhizospheric Strain, Producer of Biopreparations. *Applied Biochemistry and Microbiology*, 2009, Vol. 45, No. 4, p. 419–423.

**EFFECT OF BIOLOGICAL ACTIVITY METAL NANOSOLUTIONS
ON BENEFICIAL PROPERTIES OF BACTERIAL STRAIN BACILLUS SUBTILIS CH-13 —
PRODUCER OF BIOFERTILIZER**

Shcherbakov A. V. ¹, Gonchar E. N. ², Zaplatkin A. N. ¹, Lopatko K. G. ², Chebotar V. K. ¹

¹ All-Russian Research Institute for Agricultural Microbiology,
St.-Petersburg — Pushkin, Russia, avsherbakov@bisolbi.ru

² National University of Life and Environmental Science of Ukraine, Kiev, Ukraine, alongonchar@mail.ru

For the first time will be create the prototype of a composite biological product that combines the bioactive nanoparticles of metals and rhizospheric bacteria with protective and stimulating effect.

Key words: nanoparticles, microelements, biofertilizers.

**СТРУКТУРА КОМПЛЕКСА МИКРОМИЦЕТОВ КОРНЕВОЙ
ЗОНЫ РАСТЕНИЙ УКРОПА, ВЫРАЩИВАЕМОГО СПОСОБОМ
ПРОТОЧНОЙ ГИДРОПОНИКИ**

Юзефович Е. К., Войтка Д. В.

РУП «Институт защиты растений», Прилуки, Белоруссия, belizr@tut.by

Проведен анализ структуры комплекса микромицетов корневой зоны растений укропа, выращиваемого способом проточной гидропоники. Установлены виды, доминирующие в ризоплане, ризосфере и эдафосфере укропа. Как типичные представители микробиоценоза отмечены представители родов *Fusarium*, *Pythium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Penicillium*, *Trichoderma*. Оценена роль *Fusarium oxysporum* и *Pythium debaryanum* в патогенезе корневой гнили укропа.

Ключевые слова: микромицеты, укроп, ризоплана, ризосфера, эдафосфера, гидропоника.

В настоящее время в Белоруссии зеленные и пряновкусовые культуры выращиваются способом проточной гидропоники, имеющим высокую экономическую эффективность и обеспечивающим круглогодичную поставку продукции. Основными культурами являются салат, петрушка и укроп. Зеленные культуры, выращиваемые способом проточной гидропоники, требовательны к фитосанитарному состоянию субстрата и гидропонного раствора и могут поражаться фитопатогенными микроорганизмами уже на стадии всходов (Рудаков, 2005). Присутствие фитопатогенов в субстрате приводит к недружным всходам, плохому развитию растений, потере товарного вида, а зачастую и к гибели.

Зеленные культуры выращиваются на субстрате из смеси торфа с агроперлитом. Торф является благоприятной средой для развития микроорганизмов, формирующих микробиоценоз корнеобитаемой среды, что оказывает как положительное, так и негативное влияние на рост и развитие культуры (Филиппов, 2005). Отрицательное влияние выражается в виде различных болезней растений, вызываемых патогенными микроорганизмами. В естественных условиях инфекционные зачатки почвообитающих патогенов обычно не прорастают до тех пор, пока в почву не начнут поступать корневые выделения растений-хозяев. Различные естественные и искусственные воздействия, которые увеличивают экссудацию растительных тканей, соответственно, улучшают и условия реализации инфекций, что приводит к более сильному поражению растений при равной инфекционной нагрузке (Бенкен, 1969). Так, грибы рода *Fusarium* могут образовывать несколько видов инфекционных зачатков (макро- и микроконидии, хламидоспоры) с различными требованиями к факторам внешней среды (Бенкен,

Хацкевич, 1976). При изучении патогенности различных штаммов и их чувствительности к фунгистазису изоляты *F. solani* характеризовались высокой патогенностью и высокой чувствительностью к фунгистатическим факторам почвы, а для изолятов *F. oxysporum* была характерна пониженная чувствительность к фунгистазису и достаточно высокая патогенность (Бенкен, Жукова, 1974).

Целью наших исследований являлось изучение структуры комплекса микромицетов корневой зоны растений укропа, выращиваемого способом проточной гидропоники, выявление типичных представителей и установление их роли в патогенезе корневой гнили. В связи с тем, что первые признаки корневой гнили укропа отмечены нами после выставления рассады на линию проточной гидропоники, отбор проб проводили, начиная с рассадного периода выращивания культуры.

В результате микробиологического анализа нами установлено, что структура комплекса микромицетов представлена грибами и грибоподобными организмами, относящимися к родам *Fusarium*, *Pythium*, *Mucor*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Aspergillus*.

Анализ пространственной частоты встречаемости микроорганизмов в прикорневой зоне показал, что на протяжении всего периода вегетации культуры типичными видами в ризосфере являются *Fusarium oxysporum* Schlecht. (частота встречаемости в начале вегетации составила 63%, в конце — 88%), *Pythium debaryanum* R. Nesse (69% и 88% соответственно), а также грибы, принадлежащие к роду *Penicillium* (94% и 69% соответственно) и *Trichoderma* (69% и 75% соответственно). В ризоплане преобладали *F. oxysporum* — частота встречаемости в начале вегетации составила 44%, в конце 88%, *P. debaryanum* — 31% и 81% соответственно.

Таблица 1. Структура комплекса типичных* видов микромицетов корневой зоны растений укропа (проточная гидропоника)

Микромицеты	Обилие микромицетов, %					
	Начало вегетации (рассада)			Конец вегетации		
	Ризоплана	Ризосфера	Эдафо-сфера	Ризоплана	Ризосфера	Эдафо-сфера
<i>Pythium spp.</i>	18,8	14,1	6,2	32,8	16,6	4,0
<i>Fusarium oxysporum</i>	20,6	17,0	8,3	48,1	40,8	4,4
<i>Fusarium solani</i>	7,5	6,6	5,1	2,3	4,4	3,3
<i>Trichoderma spp.</i>	19,0	9,4	15,5	6,9	9,8	10,7
<i>Mucor spp.</i>	0	9,4	18,6	3,1	3,4	22,1
<i>Penicillium spp.</i>	22,7	29,3	22,8	3,9	20,6	37,4
<i>Aspergillus spp.</i>	9,4	10,4	20,5	0	2,0	14,7
Прочие	1,9	3,8	3,1	3,0	2,5	3,4
Всего	7	8	8	7	8	8

* — временная частота встречаемости у всех видов не менее 30%, т.е. являются типичными

В эдафосфере как типичные представители отмечены *Mucor* spp. — частота встречаемости в начале вегетации составила 75%, в конце 81%, *Penicillium* spp. — 81 и 88% соответственно, *Aspergillus* spp. — 69 и 63% соответственно и *Trichoderma* spp. — 56 и 63% соответственно.

Установлены отличия в обилии микромицетов отдельных родов в корневой зоне растений укропа в зависимости от периода вегетации растений. К концу вегетации нами отмечена тенденция к доминированию в ризоплане фитопатогенных представителей родов *Fusarium* и *Pythium* — 48,1% и 32,8% соответственно от всех выделенных изолятов, что существенно превышало их количество в эдафосфере (4,4% и 4,0% соответственно), где отмечена более высокая плотность грибов родов. *Mucor* — 22,1%, *Penicillium* — 37,4%, *Trichoderma* — 10,7%, *Aspergillus* — 14,7%. В ризосфере разница была менее выражена: обилие *F. oxysporum* достигало 40,8%, *P. debaryanum* 16,6% (табл. 1).

Установленные нами отличия видового состава микромицетов в ризосфере, ризоплане и эдафосфере растений укропа, выращиваемого способом проточной гидропоники, вероятно, обусловлены особенностями взаимоотношений в системе «паразит-хозяин».

В результате фитопатологического анализа растений с симптомами корневой гнили выделены в чистую культуру и идентифицированы следующие микромицеты: *P. debaryanum*, *F. oxysporum*, *F. solani*. Доминировал в патогенном комплексе *F. oxysporum* — частота встречаемости в начале и конце вегетации составила 45,0 и 60,2% соответственно; *F. solani* — в рассадный период выделен не был, а в конце вегетации частота встречаемости достигала 9,1%, *P. debaryanum* — 39,8 и 46,0% соответственно.

Полученные данные позволяют предположить, что доминирующими в патогенезе корневой гнили укропа являются микроорганизмы *F. oxysporum* и *P. debaryanum*.

Литература

- Бенкен А. А. Роль растительных выделений в развитии грибных инфекций // *Микология и фитопатология*, 1969, 3, 6, с. 507–517.
- Бенкен А. А. Возбудители корневых гнилей яровой пшеницы в эколого-географических зонах Башкирской АССР // *Микология и фитопатология*, 1974, 8, 1, с. 31–37.
- Бенкен А. А. Оценка устойчивости растений к почвенным фитопатогенам / А. А. Бенкен, Л. К. Хацкевич // *Микология и фитопатология*, 1980, 14, 6, с. 531–538.
- Рудаков В. О. Особенности в системе защиты растений, для зеленных культур, выращиваемых способом проточной гидропоники // *Гавриши*, 2005, 1, с. 24–25.
- Филлипов Д. В. Формирование управляемого биоценоза микроорганизмов торфа и субстратов на его основе как новый подход в биометодике выращивания растений защищенного грунта // *Гавриши*, 2005, 1, с. 12–15.

STRUCTURE OF MICROMYCETES COMPLEX OF ROOT ZONE OF DILL PLANTS GROWING BY THE FLUID HYDROPONICS SYSTEM

Yuzefovich E. K., Voitka D. V.

RUC «Institute of plant protection», v. Priluki, Minsk district, Minsk region, the Republic of Belarus, biocontrol@tut.by

The analysis of the structure of a micromycetes complex a root zone of dill plants growing by the fluid hydroponics system was carried out. The dominate species in rhizoplane, rhizosphere and edafosphere of dill plants were established. *Fusarium*, *Pythium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Penicillium* and *Trichoderma* were estimated as typical representatives of the microbiocenosis. The role of *F. oxysporum* and *P. debaryanum* in pathogenesis root rot of dill was evaluated.

Key words: micromycetes, root zone, dill, rhizoplane, rhizosphere, fluid hydroponics system.

АФИЛЛОФОРОИДНЫЕ ГРИБЫ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «НИЖНЯЯ КАМА» (РЕСПУБЛИКА ТАТАРСТАН)

Юпина Г. А., Потапов К. О.

Казанский (Приволжский) Федеральный университет,
г. Казань, Россия, galina-yupina@mail.ru

В настоящей статье приводятся первые инвентаризационные данные о биоразнообразии ксилотрофных грибов национального парка «Нижняя Кама» (104 вида). Видовой состав афиллофороидных грибов тесно связан с породным составом лесных экосистем. Наибольшее число видов отмечено на основных лесообразующих породах леса — сосне, березе, ели. Выявлены редкие и индикаторные виды грибов, подтверждающие экологическую ценность лесных сообществ парка.

Ключевые слова: биоразнообразие, субстрат, хвойные консорциумы, индикаторные виды, редкие виды.

В условиях возрастающего антропогенного прессинга особо охраняемые природные территории становятся резерватами природного биоразнообразия. В настоящее время в Республике Татарстан выделено 154 особо охраняемых территорий, среди которых к лесным ООПТ относятся 38 природных памятников.

Сведения об афиллофороидных грибах имеются только для Волжско-Камского Государственного природного биосферного заповедника и для 5 ООПТ регионального значения (Юпина, 2005; Юпина, Потапов, 2009; Юпина, Иванова, 2012).

Особое место среди особо охраняемых природных территорий занимает Национальный парк «Нижняя Кама», который организован в Елабужском и Тукаевском районах РТ (Постановление СМ РСФСР от 20 апреля 1991 г. № 223).

Уникальный природный комплекс лесов и лугов северо-востока Татарстана с площадью 26,587 га расположен на пересечении зон смешанных лесов южной тайги и луговых степей. Главное богатство национального парка — леса, хранящие облик и величие российской природы. Территория национального парка это обособленные лесные массивы: «Большой бор», «Малый бор», «Танаевская дача», лесной массив Челнинского лесничества и обширные Камско-Криушские пойменные луга, богатые в типологическом и флористическом отношении. Функционирование национального парка обеспечивает экологическое равновесие в регионе Нижнего Прикамья и Татарстана в целом.

Целью нашей работы явилось изучение биоразнообразия афиллофороидных грибов в сосновых экосистемах национального парка, выявление особенностей таксономической и экологической структур. Необходимо отметить, что биоразнообразие афиллофороидных грибов для территории национального парка «Нижняя Кама» приводятся впервые.

Методы исследований. Натурные исследования проводились в вегетационный период 2009-2010 г. в формации сосновых лесов разной типологии. В процессе изучения использовались маршрутные и стационарные методы. Пробные площади закладывались размером 25х25 (625 кв. м.) и 50х50 (2500 кв. м.), где за счетную единицу вида гриба принимали единицу древесного субстрата с развивающимися базидиомами. Общий методологический подход, принятый в работе, базировался на выявлении таксономического состава и основных ценопараметров структуры микобиоты.

Результаты и обсуждение. В результате проведенных микологических исследований на территории Национального парка «Нижняя Кама» выявлено 104 вида афиллофороидных грибов, относящихся к 59 родам, 25 семействам и 15 порядкам. Наибольшим видовым разнообразием характеризуются следующие семейства: Chaetoporellaceae — 11 видов, Coriolaceae — 10 видов, Phaeolaceae — 10 видов, Schizophyllaceae — 10 видов, Fomitopsidaceae — 8 видов, Steccherinaceae — 8 видов. Доминирование семейств Chaetoporellaceae, Phaeolaceae, Schizophyllaceae, Fomitopsidaceae свидетельствует о бореальном характере микобиоты. К крупным родам относятся *Postia* — 6 видов, *Trametes* — 5 видов, *Phellinus* — 4 вида, остальные рода представлены менее 3 видами. Видовые названия грибов даны согласно системе «Nordic macromycetes», 1997.

Одним из основных факторов, который определяет наличие и смену видов данной группы грибов, является субстрат (Бондарцева, 1965). Субстратная специализация большинства афиллофороидных грибов проявляется в их способности развиваться либо на хвойной, либо на лиственной древесине (Мухин, 1993; Ставищенко, 2007).

На хвойной древесине обитает 53 вида гриба, на лиственном субстрате 47 видов, а «всеядны-

ми» видами ксилотрофов являются: *Fomitopsis pinicola* (Sw.) P. Karst., *Ganoderma applanatum* (Pers.) Pat., *Stereum hirsutum* (Willd.) Pers., *Scytinostroma galactinum* (Fr.) Donk. Наибольшее число ксилотрофных грибов отмечено на сосне обыкновенной (38 видов): *Amylocorticium suaveolens* Parmasto, *Antrodia sinuosa* (Fr.) P. Karst., *Antrodia xantha* (Fr.) Ryvarden, *Auriscalpium vulgare* Gray., *Ceriporia purpurea* (Fr.) Donk, *Cinereomyces vulgaris* (Fr.) Spirin, *Coniophora olivacea* (Fr.) P. Karst., *Diplomitoporus flavescens* (Bres.) Domański, *Fomitopsis pinicola*, *Ganoderma applanatum*, *Gloeophyllum sepiarium* (Wulfen) P. Karst., *Gloeoporus taxicola* (Pers.) Gilb. & Ryvarden, *Hyphodontia abieticola* (Bourdot & Galzin) J. Erikss., *H. arguta* (Fr.) J. Erikss., *H. breviseta* (P. Karst.) J. Erikss., *Ischnoderma benzoinum* (Wahlenb.) P. Karst., *Junghuhnia collabens* (Fr.) Ryvarden, *Leptoporus mollis* (Pers.) Qué., *Leucogyrophana romellii* Ginns, *Phanerochaete sanguinea* (Fr.) Pouzar, *Phellinus chrysoloma* (Fr.) Donk, *Phlebiopsis gigantea* (Fr.) Jülich, *Porodaedalea pini* (Brot.) Murrill, *Postia caesia* (Schrad.) P. Karst., *P. fragilis* (Fr.) Jülich, *P. lateritia* Renvall, *P. leucomallela* (Murrill) Jülich, *P. rennyi* (Berk. & Broome) Rajchenb, *P. stiptica* (Pers.) Jülich, *P. tephroleuca* (Fr.) Jülich, *Pseudomerulius aureus* (Fr.) Jülich, *Pycnoporellus fulgens* (Fr.) Donk, *Skeletocutis amorpha* (Fr.) Kotl. & Pouzar, *Sk. biguttulata* (Romell) Niemelä, *Sk. carneogrisea* A. David, *Stereum hirsutum*, *Trichaptum abietinum* (Dicks.) Ryvarden, *T. fuscoviolaceum* (Ehrenb.) Ryvarden.

На ели обыкновенной обнаружено 24 вида: *Antrodia serialis* (Fr.) Donk, *Ceriporia excelsa* S. Lundell ex Parmasto, *Crustoderma dryinum* (Berk. & M. A. Curtis) Parmasto, *Cystostereum murrayi* (Berk. & M. A. Curtis) Pouzar, *Fomitopsis pinicola*, *F. rosea* (Alb. & Schwein.) P. Karst., *Gloeophyllum sepiarium*, *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref., *H. parviporum* Niemelä & Korhonen, *Hyphodontia breviseta* (P. Karst.) J. Erikss., *Leucogyrophana mollusca* (Fr.) Pouzar, *Metulodontia nivea* (P. Karst.) Parmasto, *Perenniporia subacida* (Peck) Donk, *Phellinidium ferrugineofuscum* (P. Karst.) Fiasson & Niemelä, *Phlebia mellea* Overh., *Postia balsamea* (Peck) Jülich, *P. fragilis*, *P. stiptica* (Pers.) Jülich, *Pycnoporellus fulgens*, *Resinicium bicolor* (Alb. & Schwein.) Parmasto, *Rigidoporus crocatus* (Pat.) Ryvarden, *Scytinostroma galactinum*, *Trichaptum abietinum* (Dicks.) Ryvarden, *Tr. fuscoviolaceum*.

На пихте выявлено 7 видов: *Fomitopsis pinicola*, *Gloeophyllum abietinum* (Bull.) P. Karst.,

Gloeophyllum sepiarium, *Gloeoporus taxicola*, *Hymenochaete cruenta* (Pers.) Donk, *Postia caesia*, *Schizopora paradoxa* (Schrad.) Donk.

На лиственной древесине в Национальном парке «Нижняя Кама» выявлено 47 видов. Наибольшее количество видов отмечено на березе — 33 вида: *Bjerkandera adusta* (Willd.) P. Karst., *Cerrena unicolor* (Bull.) Murrill, *Chondrostereum purpureum* (Pers.) Pouzar, *Daedaleopsis confragosa* (Bolton) J. Schröt., *Daedaleopsis tricolor* (Bull.) Bondartsev & Singer, *Datronia mollis* (Sommerf.) Donk, *Fomes fomentarius* (L.) Fr., *Fomitopsis pinicola*, *Gloeoporus dichrous* (Fr.) Bres., *Hapalopilus nidulans* (Fr.) P. Karst., *Hyphodontia barba-jovis* (Bull.) J. Erikss., *Inonotus obliquus* (Ach. ex Pers.) Pilát, *Ischnoderma resinoseum* (Schrad.) P. Karst., *Junghuhnia nitida* (Pers.) Ryvarden, *Laxitextum bicolor* (Pers.) Lentz, *Lenzites betulina* (L.) Fr., *Phellinus igniarius* (L.) Qué., *Ph. nigricans* (Fr.) P. Karst., *Phlebia radiata* Fr., *Piptoporus betulinus* (Bull.) P. Karst., *Polyporus arcularius* (Batsch) Fr., *Schizophyllum commune* Fr., *Schizopora flavipora* (Berk. & M. A. Curtis ex Cooke) Ryvarden, *Scytinostroma galactinum*, *Steccherinum ochraceum* (Pers.) Gray, *St. subtomentosum* Pouzar, *Trametes gibbosa* (Pers.) Fr., *Tr. hirsuta* (Wulfen) Lloyd, *Tr. ochracea* (Pers.) Gilb. & Ryvarden, *Tr. pubescens* (Schumach.) Pilát, *Tr. versicolor* (L.) Lloyd, *Trichaptum bifforme* (Fr.) Ryvarden.

На дубе выявлено 6 видов: *Auricularia mesenterica* (Dicks.) Pers., *Hapalopilus croceus* (Pers.) Donk, *Hymenochaete rubiginosa* (Dicks.) Lév., *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill, *Stereum hirsutum*, *Xylobolus frustulatus* (Pers.) Boidin.

На иве 5 видов: *Daedaleopsis confragosa*, *Gloeoporus dichrous*, *Phlebia rufa* (Pers.) M. P. Christ,

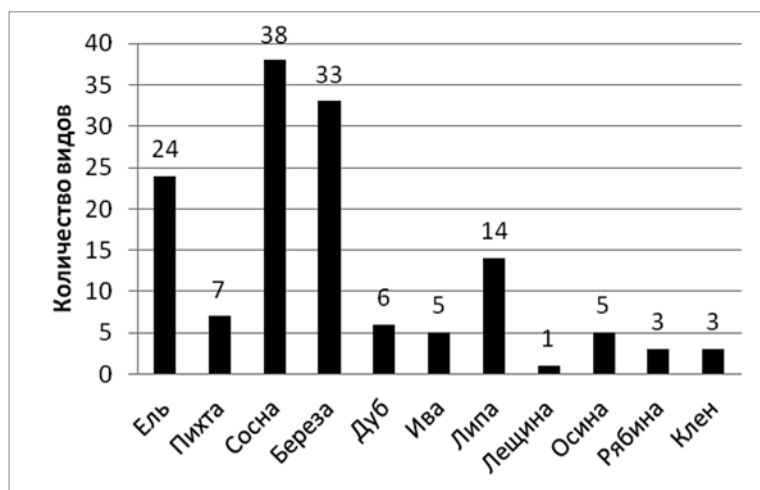


Рисунок 1. Приуроченность ксилотрофных грибов к различным древесным породам

Steccherinum ochraceum, *Stereum hirsutum*.

На липе обнаружено 14 видов ксилотрофных грибов: *Bjerkandera adusta*, *Byssomerulius corium* (Pers.) Parmasto, *Cerrena unicolor*, *Crustomyces*

subabruptus (Bourdot & Galzin) Jülich, Fomitopsis pinicola, Ganoderma applanatum, Hapalopilus nidulans, Irpex lacteus (Fr.) Fr., Merulius tremellosus Schrad, Peniophora nuda (Fr.) Bres., Polyporus brumalis (Pers.) Fr., Schizophyllum commune, Stereum subtomentosum Pouzar, Trametes hirsuta (Wulfen) Lloyd.

На лещине выявлен 1 вид: Steccherinum murashkinskyi (Burt) Maas Geest. На осине 5 видов: Chondrostereum purpureum, Gloeoporus dichrous, Inonotus rheades (Pers.) Bondartsev & Singer, Phellinus tremulae (Bondartsev) Bondartsev & P. N. Borisov, Skeletocutis odora (Sacc.) Ginns. На рябине отмечено только 3 вида: Irpex lacteus, Stereum hirsutum, Stereum subtomentosum. На клене 3 вида: Crustomyces subabruptus, Irpex lacteus, Охуропорус populinus (Schumach.) Donk.

Таким образом, на территории Национального парка «Нижняя Кама» большое видовое разнообразие отмечается на хвойном субстрате, а наибольшее число ксилотрофов приурочено к основным лесообразующим породам — сосне (38 видов), березе (33 вида) и ели (24 видов) (рис. 1).

Кроме того, выявлено 16 индикаторных видов (по индикационной шкале, предложенной финскими микологами Н. Катиранта, Т. Ниемелиа, 1996 г.), свидетельствующих о ценности лесного массива национального парка «Нижняя Кама». Интересны находки таких редких видов, как Crustoderma dryinum, Crustomyces subabruptus, Cystostereum murrayi, Gloeoporus taxicola, Junghuhnia collabens, Phlebia mellea, Postia leucomallella, Pseudomerulius aureus, Rigidoporus crocatus, Skeletocutis biguttulata, Skeletocutis carneogrisea, Skeletocutis odora.

Литература

- Бондарцева М. А. Факторы, влияющие на распространение афиллофоровых грибов по типам леса // Проблемы изучения грибов и лишайников. Тарту: АН ЭССР, 1965, с. 23–28.
- Мухин В. А. Биота ксилотрофных базидиомицетов Западно-Сибирской равнины. Екатеринбург: Наука, 1993, 479 с.
- Ставищенко И. В. Афиллофороидные грибы природного парка «Кондинские озера» (Западная Сибирь), И. В. Ставищенко // Микология и фитопатология. 2007, т. 41, вып. 2, с. 152–163.
- Юпина Г. А. Древоразрушающие грибы основных типов леса Волжско-Камского заповедника // Труды Волжско-Камского Государственного природного заповедника, выпуск 6, Казань, 2005, с. 128–152.
- Юпина Г. А., Потапов К. О. Видовое разнообразие и структура грибной биоты лесных экосистем // Труды Всероссийской научной конференции с международным участием. Казань, 2009, с. 330–334.
- Юпина Г. А., Иванова Е. В. Первые данные об афиллофороидных грибах памятника природы «Аю Урманы» (Арский район РТ) // Ботанические заметки №3. Казань, 2012, с. 33–35.
- Kotiranta H., Niemelä T. Uhanalaset käivät Suomessa. Tonien, uudistettu painos. Helsinki: S. Y. E., 1996, 184 p.

APHYLLOPHOROID FUNGI OF PINE FORESTS OF THE NATIONAL PARK «NIZHNYAYA KAMA» (REPUBLIC OF TATARSTAN)

Yupina G. A., Potapov K. O.
Kazan (Volga Region) federal university,
Kazan, Russia, galina-yupina@mail.ru

The first inventory data concerning the biological variety of xylotrophic fungi of the national park «Nizhnyaya Kama» (104 species) have been shown. Species composition of aphylloroid fungi is closely connected with species composition of forest ecosystems. The majority of species is found on the main forest forming species — on pine, birch, spruce. The rare and indicating species of fungi proving the ecological value of forest communities of the park were discovered.

Key words: biological variety, substrate, conifer consortiums, indicating species.

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ МИКОПАТОСИСТЕМ НАЗЕМНОЙ ЧАСТИ АМПЕЛОЦЕНОЗОВ В СОВРЕМЕННЫХ СРЕДОВЫХ УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

Юрченко Е. Г.

*ГНУ Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт
садоводства и виноградарства Россельхозакадемии,
г. Краснодар, Россия, yug.agroekos@yandex.ru*

Отмечены трансформации в формировании микопатосистем современных ампелоценозов Западного Предкавказья — увеличение агрессивности доминантных патогенов; расширение видового состава микозов виноградной лозы, появление новых вредоносных видов; расширение органотрофической специализации возбудителей болезней; увеличение распространения и вредоносности хронических заболеваний древесных частей; возрастание уровня паразитической активности у ранее экономически незначимых видов (гемибиотрофов, сапротрофов); формирование ассоциаций грибов, как более адаптивного способа существования видов. Основные причины этого — усиление влияния основных средообразующих факторов — климатического и антропогенного.

Ключевые слова: ампелоценозы, грибы, вредоносные виды, условия среды, адаптация.

Результаты регулярно проводимого фитосанитарного мониторинга виноградных насаждений в регионе Западного Предкавказья указывают на значительные структурно-функциональные изменения в формировании микопатосистем ампелоценозов, а именно: увеличение агрессивности доминантных патогенов; расширение видового состава микозов виноградной лозы, появление новых вредоносных видов; расширение органотрофической специализации возбудителей болезней; увеличение распространения и вредоносности хронических заболеваний древесных частей; возрастание уровня паразитической активности у ранее экономически незначимых видов (гемибиотрофов, сапротрофов); формирование ассоциаций грибов, как более адаптивного способа существования видов.

В русле перечисленных тенденций зафиксировано возрастание агрессивности оидиума винограда (*Uncinula necator* (Schwein.) Burr., анаморфа *Oidium tuckeri* Berk.), проявляющегося в увеличении продолжительности активного развития на растении. Так, если в предыдущие годы пик развития болезни приходился на период с середины июня до середины июля, то в последние годы закрепляется тенденция наибольшей интенсивности развития в период до первой декады и даже середины августа (в зависимости от срока созревания сорта). Кроме того, отмечаются осенние продолжительные вспышки заболевания с большей амплитудой интенсивности развития, после прекращения всех защитных обработок в послеуборочный период, что ведет к накоплению инфекции. Такие изменения стали возможны в результате расширения органотрофической

специализации — гриб стал поражать не только незрелые ягоды, но и массово листья, молодые побеги и особенно гребни гроздей, что является одной из причин их усыхания.

Наблюдается увеличение распространения оидиума за счет преодоления устойчивости гибридных сортов, на которых возбудитель ранее отсутствовал, а теперь довольно интенсивно развивается на ягодах и листьях. Отмечается появление новых для региона экономически значимых видов и возрастание паразитической активности у факультативных паразитов и сапротрофов ранее не вредоносных. Это, прежде всего, различные виды фузариевых, альтернариевых, аспергилловых грибов. Из фузариевых грибов, ставших наиболее распространенным и вредоносным выделяется *Fusarium sporotrichioides* Sherb. Этот вид (идентифицирован впервые в 2011 году) обладает широкой органотрофией, так как входит в патоккомплексы пятнистостей листьев, усыхания гребней, гнилей ягод виноградной лозы, а также нередко идентифицируется в трахеомикозных патоккомплексах (некрозы древесины). Особенно стоит обратить внимание на его роль как возбудителя усыхания гроздей. Из альтернариевых грибов наиболее распространенным и вредоносным стал *Alternaria tenuissima* (Kunze ex Pers.) Wiltshire. Этот возбудитель (впервые выделенный из пятен на листьях сорта Бианка в 2006 году) уже в течение нескольких лет (2006-2012 гг.) эпифитотийно развивается на европейско-американских гибридах. Поражает все органы растения, особенно листья. Наиболее восприимчивыми сортами являются Бианка, Левокумский, Оницканский белый (Юрченко, Грачева, 2011). Активные исследе-

дования биологии и экологии возбудителя, механизмов устойчивости винограда к этому патогену позволяют сделать вывод, что такое поражение альтернариозом гибридных сортов происходит в результате их генетической засухо- и жароустойчивости (пониженное содержание хлорофиллов, аминокислот, низкая активность хлоропластов, тонкий эпидермис, отсутствие опушения, мелколистность, особенности габитуса надземной части куста). Отмечается также возрастание экономической значимости аспергиллезов; наиболее часто встречающиеся виды *Aspergillus niger* V. Tiegh. и новый для виноградников региона вид *Aspergillus carbonarius* (Bainier) Thom. Широкой органотрофией отличается *A. niger*, так как входит в патоккомплексы некрозов древесины, гнилей ягод, усыхания гребней и в наших исследованиях впервые зафиксирован в ассоциации с *Alternaria tenuissima*, вызывающей пятнистость листьев винограда. Вызывает серьезную озабоченность усиление вредоносности и расширение видового состава микозов древесных частей виноградной лозы. Так, специфические возбудители трахеомикозов, такие как *Eutypa lata* (Pers:Fr.) Tul. et C. Tul., *Botryosphaeria obtusa* (Schwein.) Shoem., стали фиксироваться намного чаще. Выделены новые виды патогенов, возбудителей трахеомикозов, для виноградников Западного Предкавказья — *Phaeoacremonium* spp., *Phaeomoniella* spp., *Botryosphaeria* spp., *Cylindrocarpon* spp. Перечисленные виды были изолированы из образцов древесных частей больных саженцев в виноградных школах, кустов маточников подвойных лоз, а также в плодоносящих виноградниках, возраста до 7-9 лет. *Cylindrocarpon* spp. выделялся только из больных саженцев в школах на капельном орошении. Наиболее часто встречающийся вид в плодоносящих виноградниках — *Eutypa lata*. В наших исследованиях впервые зафиксирована новая, листовая форма эutipиоза на винограде, ранее не описанная в литературе, которая проявляется в виде блестящих светло-зеленых пятен двух типов — четко округлых размером 2-6 мм (рис. 1) и бесформенных, часто стягивающих лист, размером 3-12 мм (рис. 2).

Со временем, внутри пятна появляется некроз в виде точек. В современных ампелоценозах заболевание распространено очень широко на всех сортах, но наибольшая интенсивность развития и распространения отмечается на гибридах с большой силой роста, возраста 2-3 лет (Кристалл, Молдова). Из пятен был выделен мицелий двух



Рисунок 1. Эutipиозная пятнистость листьев (1-ый тип) на винограде, Западное Предкавказье, 2011 г.
Figure 1. Grape leaf blight *Eutypa lata* (Pers:Fr.) Tul. et C. Tul. (new shape, type 1) Western Ciscaucasia, 2011

типов — колонии белого и серого цвета, отличающиеся скоростью роста.

Возрастание вредоносности микозов происходит, в том числе и за счет активного образования грибных ассоциаций. Качественный состав таких сообществ, вызывающих гниль ягод, усыхание гроздей, пятнистости листьев, различные некрозы древесных частей винограда отличается появлением в них как новых видов грибов, так и грибов с возросшей паразитической активностью, более приспособленных к условиям окружающей среды. Большинство этих видов имеет повышенную токсигенность, широкий абиотический оптимум, т. е. возможность существовать как в условиях с повышенной влажностью, так и во время высокотемпературных засух.



Рисунок 2. Эutipиозная пятнистость листьев (2-ой тип) на винограде, Западное Предкавказье, 2011 г.
Figure 2. Grape leaf blight *Eutypa lata* (Pers:Fr.) Tul. et C. Tul. (new shape, type 2) Western Ciscaucasia, 2011

Исследования многолетней динамики (1978-2012 гг.) погодных показателей анапо-таманской агроэкологической зоны (основной для виноградарства региона) подтвердили, что климатические условия региона изменились. Кластерный анализ идентификации схожих по температурным показателям лет по методу Уорда (Ward, 1963) выявил три группы лет статистически достоверно различающихся по температурным показателям (табл. 1). В первый кластер вошли года: 2010, 2011, 2012. Во второй кластер вошли года: 1981, 1986, 1989,

1990, 1991, 1992, 1994, 1995, 1996, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009. В третий кластер вошли года: 1977, 1978, 1979, 1980, 1982, 1983, 1984, 1985, 1993, 1997. Таким образом, температура воздуха в регионе достоверно поднялась почти на 4,5°C. Стрессогенность среды увеличилась и за счет повышения экстремальности периода покоя — увеличилась разница между максимальной и минимальной температурами, сократились периоды, в которые происходит такое изменение температур, появилось такое понятие как возвратные холода, что приводит к обледенению в течение нескольких дней начавших функционировать растений (это случилось в апреле-мае). В летние периоды усилились и увеличились по продолжительности высокотемпературные засухи (почвенные и воздушные). Регион всегда был зоной недостаточного увлажнения (400-500 мм осадков в год), поэтому появление таких погодных аномалий как продолжительные высокотемпературные засухи — критично. Кроме

климатических изменений отмечается активизация антропогенного (техногенного) средообразующего фактора, которая выражается в широкой интродукции посадочного материала, интенсификации производства винограда — уплотнении схем посадок, механизации агротехнических операций с кустом, увеличении пестицидной нагрузки и др.

Происходящие трансформации в микопатосистемах ампелоценозов являются реакцией видов на изменение климатических и антропогенных воздействий, основывающиеся на реализации собственного более высокого биотического потенциала; снижении адаптивного потенциала растений-хозяев в результате возрастающей стрессогенности среды; появлении новых агрессивных биотипов патогенов, появившихся в результате микроэволюционных процессов внутри аборигенных патоккомплексов, а также формировании ассоциаций, как более адаптивного способа существования.

Таблица 1. Средние температурные показатели выделенных групп, г. Темрюк (Краснодарский край), 1978–2012 гг.
Table 1. Average temperature indicators selected groups, Temryuk (Krasnodar region), 1978-2012

Кластер Cluster	Средняя температура, град.С Average air temperature	Максимальная температура, град.С Max air temperature	Минимальная температура, град.С Min air temperature
1	16,36	25,04	9,80
2	14,10	23,0	7,2
3	11,92	20,9	4,8

Литература

- Юрченко Е. Г., Грачева Н. П. Оценка полевой устойчивости сортов винограда к альтернариозу в условиях Западного Предкавказья // Культурные растения для устойчивого сельского хозяйства в XXI веке (иммунитет, селекция, интродукция). Научные труды: Россельхозакадемия, М., 2011, т. IV, ч. 1, с. 536–543.
Ward J. H. Hierarchical grouping to optimize an objective function // J. of the American Statistical Association, 1963, 236 p.

THE MAIN TRENDS IN THE FORMATION OF COMPLEXES OF FUNGAL INFECTIONS GROUND PART OF THE AMPELOCENOSES IN MODERN ENVIRONMENTAL CONDITIONS OF WESTERN CISCAUCASIA

Yurchenko E. G.

State Scientific organization North Caucasian Regional Research Institute of Horticulture and Viticulture of the Russian Academy of agricultural sciences, Krasnodar, Russia, yug.agroekos@yandex.ru

Last years a transformation in the formation of complexes of fungal infections modern ampeloceneses Western Ciscaucasia have been detected. These changes include increased aggressiveness dominant pathogens, expansion of the species composition of fungal infections of the vine, the emergence of new harmful species, extension organotrophics specialization of pathogens, increase of distribution and weediness of chronic diseases wood parts; the increase in pathogen activity of previously economically insignificant species (hemibiotrophics, saprotrophics); formation of associations of fungi are more adaptive ways the existence of species. The main reasons are the strengthening of the influence of the major environmental factors — climatic and anthropogenic.

Key words: ampeloceneses, fungi, harmful species, environmental conditions, adaptation.

ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ БОЛЕЗНЕЙ ПОДСОЛНЕЧНИКА В РОССИИ

Якуткин В. И.

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений Россельхозакадемии (ВИЗР), Санкт-Петербург — Пушкин, Россия, vladimir_yakutkin@mail.ru

Интродукция подсолнечника и дальнейшее расширение его посевов в России сопровождается нарастанием его поражения многочисленными болезнями и заразой. Основы изучения заболеваний подсолнечника были заложены А. А. Ячевским. В последующем исследования были продолжены: конкретизированы биологические особенности многих возбудителей болезней и заразий, выявлены новые заболевания, проведено картирование и установлены зоны их разной вредоносности в ареале культуры, разработан мониторинг и прогноз для оптимизации мероприятий по защите подсолнечника против наиболее вредоносных заболеваний с экономической оценкой эффективности.

Ключевые слова: болезни подсолнечника, история и результаты их изучения в России.

Интродукция подсолнечника в Россию постоянно сопровождалась нарастанием его поражения болезнями и цветковым паразитом — заразой. Одной из первых, вредоносных и повсеместно распространенных болезней, как указывал в 1872 г. М. С. Воронин, была ржавчина. Вскоре, в 1886 г. П. А. Костычевым в Поволжье была зарегистрирована белая гниль (цит. по «Подсолнечник» под ред. В. С. Пустовойта, 1975). Заметное нарастание вредоносности заразий на посевах культуры показано в публикации А. И. Стебута (1916). В дальнейшем начались исследования устойчивости подсолнечника к данному паразиту (Жданов, 1928).

В 1929 г. впервые для России А. А. Ячевским в Справочнике фитопатологических наблюдений была представлена обобщенная сводка о болезнях подсолнечника и цветковом паразите — заразице. В этой публикации были сформулированы основополагающие направления исследований по диагностике возбудителей болезней подсолнечника, их мониторингу и прогнозу, включая обоснование мер борьбы с ними. Был указан перечень заболеваний и их возбудители, согласно таксономическим представлениям того времени, а именно, белая гниль (*Sclerotinia Libertiana* Fckl.), серая гниль (*Botrytis cinerea* Pers.), ржавчина (*Puccinia helianthi* Schw.), мучнистая роса (*Erysiphe cichoracearum* DC.), пятнистость листьев (*Septoria helianthi* Ell. et Kell. и *Cercospora helianthi* Ell. et Everh.), фузариоз (*Fusarium helianthi* Schw., *Fusarium* sp.), гниль стеблей (*Sclerotium rolfsii* Sacc.). Было указано также, что подсолнечник подвержен вирусному (мозаика) и бактериальному (*Bacterium* sp.) поражениям. Корневую систему подсолнечника поражают два вида цветкового паразита — заразицы — *Orobanche cumana* L. и *Orobanche ramose* L., а также — опенок (*Armillaria mellea* Fl. Dan.).

В регионах страны, где расширялись посевы культуры, происходило дальнейшее нарастание

ее поражаемости болезнями и заразой. Так, в Центральной Черноземной Зоне заметно усилилось проявление ржавчины и заразий (Бейлин, 1928; 1930). На Северном Кавказе возросла вредоносность белой гнили и других болезней (Лобик, 1931). Появляются первые обобщенные результаты исследований по диагностике, методам и организации их учета, классификации вредоносности ряда болезней: это белая и серая гнили, сухая гниль корзинок, вертициллезное и фузариозное поражения, ржавчина, мучнистая роса, септориоз и другие листовые пятнистости грибной, бактериальной и вирусной этиологии (Целле, 1932).

В предвоенные и последующие годы результаты изучения биологических и экологических особенностей возбудителей болезней были успешно реализованы выдающимися селекционерами нашей страны В. С. Пустовойтом и Л. А. Ждановым в создании устойчивых сортов подсолнечника к ржавчине, вертициллезному увяданию и вирусной (Б) физиологической расе заразий. Одновременно, этот сортимент был устойчив к подсолнечниковой моли (*Homoeosoma nebulellum* Hb.), которая в то время и сейчас представляет определенную опасность для данной культуры.

В 1947 г. впервые в СССР М. К. Хохряковым была идентифицирована ложная мучнистая роса подсолнечника. В 1951 г. она появилась в Краснодарском крае, после чего это заболевание интенсивно распространилось в стране. Многолетнее изучение ложной мучнистой росы Н. С. Новотельной (1966) позволило установить источники ее инфекции, выявить отдельные таксономические особенности возбудителя болезни применительно к разным видам рода *Helianthus*, обосновать методы ее ограничения на подсолнечнике. В 1975 г. в монографической сводке по подсолнечнику О. И. Тихоновым (цит. по «Подсолнечник» под общей ред. В. С. Пустовойта, 1975) были подведены

итоги предшествующих исследований болезней культуры, включая работы ВНИИМК, показана их распространенность в стране, представлены новые заболевания (фомоз, альтернариоз, белая ржавчина, аскохитоз, бактериальные и вирусные инфекции), предложена система мероприятий по снижению их вредоносности.

Дальнейшие исследования показали, что на подсолнечнике постоянно нарастает распространенность и вредоносность болезней, а также появляются новые. Наиболее опасным заболеванием, как ранее, так и сейчас, остается белая гниль. В 1990 г. впервые в России на посевах подсолнечника Северного Кавказа был зарегистрирован фомопсис (Якуткин, 1991). Основным источником инфекции явились зараженные семена, завезенные из бывшей Югославии, США и других стран. В настоящее время фомопсис проявляется в большинстве регионов страны, где возделывается подсолнечник. Сейчас он является одной из вредоносных болезней. Выявлены отдельные фунгициды, несколько ограничивающие семенную и аэрогенную инфекцию возбудителя болезни. Создание устойчивого к фомопсису сорта подсолнечника до настоящего времени пока остается проблемным. Постоянная внутривидовая изменчивость возбудителя ложной мучнистой росы привела к нарастанию вредоносности болезни. В популяциях патогена выявлен ряд физиологических рас, отдельные из которых имеют решающее значение в селекции устойчивости подсолнечника к болезни. Происходит постоянное расширение ареала вредоносной болезни подсолнечника — пепельной гнили. Кроме Поволжья и Северного Кавказа в настоящее время нарастает ее распространенность в Черноземье. В недавнее время избыточное насыщение подсолнечником привело к резкому нарастанию вредоносности заразики в Ростовской области.

В настоящее время распространенными грибами болезнями подсолнечника в России являются: белая гниль (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) De Bary), ложная мучнистая роса (*Plasmopara halstedii* (Farl.) Berl. et de Toni), серая гниль (*Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whet.), рак стеблей или фомопсис (*Diaporthe helianthi* Munt. Cvet.), альтернариоз (*Alternaria helianthi* (Hansf.) Tubaki and Nishihura) и другие виды *Alternaria* spp., фомоз (*Leptosphaeria lindquistii* Frezzi), вертициллез-

ное увядание (*Verticillium dahliae* var. *dahliae* Kleb.), фузариоз (*Fusarium* pp.), ржавчина (*Puccinia helianthi* Schw.), сухая гниль корзинок (*Rhizopus* spp.). Заметный ущерб урожаю подсолнечника в отдельных местах причиняет пепельная гниль (*Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid.). В отдельные годы ограничено проявляются мучнистая роса (*Erisiphe cichoracearum* D. C. F. *helianthi* Jacz., *Leveillula compositarum* Golow. F. *helianthi* Golow.), септория (*Septoria helianthi* Ell. & Kell.). Изучено территориальное проявление и установлены градации зон вредоносности этих болезней в России, которые представлены в интерактивном Агроатласе полезных растений и вредных организмов в Internet (<http://www.agroatlas.ru>).

Среди указанных болезней в настоящее время наиболее распространенными и вредоносными являются белая гниль, ложная мучнистая роса, серая гниль, фомопсис, а в отдельных регионах страны — пепельная гниль. Против этих болезней необходимо постоянно проводить комплекс защитных мероприятий, который одновременно позволяет ограничить и другие болезни. Это менее вредоносные альтернариоз, фомоз, сухая гниль корзинок, фузариоз, вертициллезный вилт, ржавчина, настоящая мучнистая роса, потери урожая от которых пока не превышают 25%. Возможно, что через какое-то время, последняя группа болезней может осложнить фитосанитарную обстановку на посевах подсолнечника в стране.

В последнее время была предложена усовершенствованная система защиты подсолнечника на основе мониторинга, прогноза болезней и экономической оценки комплекса мероприятий, сложившихся в настоящее время в агропромышленном комплексе страны (Якуткин и др., 2011). Исследования показали, что рентабельность применения указанной системы в защите подсолнечника может превышать 340%. Дальнейшее совершенствование эффективной защиты подсолнечника, как важнейшей продовольственной, кормовой культуры и будущего источника альтернативной энергии, зависит от использования нового, устойчивого к болезням и заразики сорта, а также современных эффективных и безопасных фунгицидов против данных вредных объектов. Решение этой задачи пока остается проблемной в нашей стране.

Литература

- Агроатлас полезных растений и вредных организмов: 2008. <http://www.agroatlas.ru>
 Бейлин И. Г. Ржавчина подсолнечника в прошлом и настоящем. Воронеж, 1928.
 Бейлин И. Г. Заразики и меры борьбы с ними. Воронеж, Коммуна, 1930.
 Лобик А. Ю. Болезни подсолнечника и меры борьбы с ними. М., Сельхозгиз, 1931.
 Подсолнечник. (Монография). Под общей редакцией В. С. Пустовойта. М. «Колос», 1975, 592 с.

Стебут А. И. Подсолнечник и заразиха. 1916.

Жданов Л. А. Об иммунитете подсолнечника к заразихе. Ж. «Маслобойно — жировое дело», 1928, № 8, с. 30.

Новотельнова Н. С. Ложная мучнистая роса подсолнечника. М.-Л., Наука, 1966, 150 с.

Целле М. А. Болезни подсолнечника. Л., УСУ ОБВ, 1932, 33 с.

Якуткин В. И. Идентификация возбудителя фомопсиса подсолнечника и методы его учета.

Методические указания. ВАСХНИЛ, ВИЗР, Л., 1991, 19 с.

Якуткин В. И., Таволжанский Н. П., Гончаров Н. Р. Защита подсолнечника от болезней. // Защита и карантин растений, № 3, 2011, 70–91 с.

Ячевский А. А. Справочник фитопатологических наблюдений. Л., ВАСХНИЛ, 1929, 237 с.

HISTORY OF INVESTIGATIONS OF SUNFLOWER DISEASES IN RUSSIA

Yakutkin V. I.

All-Russian Research Institute of Plant Protection (VIZR),
St.-Petersburg — Pushkin, Russia, vladimir_yakutkin@mail.ru

Introduction and further expansion of sunflower in Russia led to affection at the numerous diseases and broomrape. The basis of their regular investigation in the country was laid by A. A. Jazzewski. Later the studies were carried out on concrete biological features of many pathogens and broomrape, identification new diseases, mapping and identification of different zones of their damage in the area of culture, developing monitoring and forecasting for optimizing the measure control against the most damaging sunflower diseases with the economic evaluation of effectiveness.

Key words: sunflower, diseases, history, Russia.

ИССЛЕДОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОПАРГИЛАМИНОВ И ОБОСНОВАНИЕ ИХ РОЛИ В ИНДУЦИРОВАНИИ РЕАКЦИЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПШЕНИЦЫ К ГРИБНЫМ БОЛЕЗНЯМ

Ямалеев А. М., Хасанова Д. В., Набиева Р. А.

ГНУ Башкирский НИИСХ РАСХН,
г. Уфа, Россия, yamaleev2@mail.ru

Обоснована роль пропаргиламинов в индуцировании реакций устойчивости пшеницы путем активации экспрессии генома. Показано, что они обеспечивают устойчивость растений пшеницы к грибным болезням не только прямым путем, а и через влияние на другие защитные системы, такие как активность лектинов, система пероксидазы, хлорофилл-белковые комплексы, и по механизму действия являются активаторами не только болезнеустойчивости, но и продуктивности растений.

Ключевые слова: пропаргиламины, хлорофилл-белковый комплекс, лектин, фитопатоген, пшеница, белок, фунгицид.

В системе защиты растений от грибных болезней перспективным направлением рассматриваются прогрессивные технологии создания и использования менее опасных препаратов с не биоцидной активностью (Захаренко, 2008). Результаты исследований по иммунитету растений к фитопатогенам позволяют определить направ-

ления работ по поиску веществ с защитными свойствами не биоцидной природы (Тютюрев, 2002). Важно знать, как реализуются потенциальные возможности действующих веществ при различных грибных заболеваниях, чтобы на их основе создавать биофунгициды не биоцидной природы (Комплексная защита..., 2001).

Однако есть еще достаточно много неясных моментов по физиологическим функциям биофунгицидов. Исходя из потенциальной гормональной активности пропаргиламинов, необходимо было изучить биологическую эффективность к инфекционным грибным заболеваниям с целью дальнейшего практического применения их для защиты растений.

Цель настоящей работы — выявить биологическую эффективность и физиолого-биохимические механизмы действия пропаргиламинов на растения пшеницы при использовании их в качестве неспецифического протектанта.

Результаты исследований. Следует отметить, что фунгицидные свойства фитоадаптогенов полифункциональны и заключаются в усилении физиологических защитных функций растительного организма в норме и патологии (Van Loop, 1985). Пропаргиламины усиливают адаптацию растений к стрессовым факторам, связанных с напряжением физиологических функций к болезням. Физиологическое действие их в растительном организме имеет комбинированный характер и складывается из их догеномного (фунгицидного) и геномного влияния на синтетические процессы в клетках. Механизмы индуцирования устойчивости, рассматриваемые на молекулярном уровне, протекают с участием многих соединений.

Вещества — индукторы устойчивости против факультативных патогенов, какими являются возбудители корневых гнилей пшеницы, наряду с усилением биогенеза веществ вторичного происхождения, повышают в растении и основной обмен, то есть повышают выносливость растений к деструктивным воздействиям патогена. Поэтому представляло интерес исследовать антигрибную активность пропаргиламинов и их производных в связи с разработкой препаратов для биологизированной защиты пшеницы, как от факультативных, так и от облигатных грибных патогенов.

Как видно из таблицы 1, предпосевная обработка семян пропаргиламином в концентрации 0,01% заметно повышала силу роста. Таким образом, пропаргиламин в более низких концентрациях обладает более выраженным ростостимулирующим действием.

Иммуностимулирующий показатель определялся в двух возрастных группах — в фазе двух

листьев и в фазе кушение-трубкования. Результаты исследования позволили выявить высокую биологическую эффективность (60,2%) синтезированных пропаргиламинов, проявившуюся в существенном подавлении развития возбудителей корневых гнилей. Это говорит о том, что одной из важных составляющих биологической активности пропаргиламинов является антимикробная активность. Представляет большой интерес использование антигрибной активности пропаргиламинов при разработке пропаргиламинсодержащих препаратов в биологической защите пшеницы от корневых гнилей и листовых болезней.

Молекулярные механизмы, обусловившие данный эффект, несомненно, носят гетерогенный характер. В нем, однозначно, участвуют множество факторов, и полученные данные позволяют раскрыть некоторые из них. Так, было выяснено, что эти соединения довольно значительно повышают содержание аскорбиновой кислоты в растениях. Данный эффект обусловлен влиянием препарата на содержание аскорбата в растении на уровне его синтеза. Для свободной аскорбиновой кислоты характерны как положительное влияние на рост, так и участие в защитных реакциях. Учитывая то, что для синтеза аскорбиновой кислоты одним из важнейших условий является состояние хлорофилл-белкового комплекса, следует принять во внимание, что пропаргиламины весьма положительно влияют на абсорбцию света (Ab, %) ХБК.

Проведенные исследования по содержанию хлорофилла, измеренного путем абсорбции листьями лазерного излучения, показали возможность определения уровня болезнеустойчивости. Выявлено, что иммуностимуляторы и регуляторы роста и развития растений уменьшают диффузное отражение листьев; при этом происходит снижение показателей лучей, прошедших сквозь листовую пластинку, увеличивается коэффициент абсорбции хлорофилл-белковых комплексов лазерного излучения и снижается развитие листовых болезней. Коэффициент диффузного отражения показывает изменение постоянства внутренней структуры листа (Lisker, 1994).

Важным свойством пропаргиламинов является и то, что они действуют положительно на гемагглютинирующую активность лектинов ХБК, которые играют немаловажную роль в защитных

Таблица 1. Биологическая эффективность по подавлению корневых гнилей и ростостимулирующее действие пропаргиламина на яровой пшенице

Препарат	Урожайн., ц/га	Б.э., %	Длина раст., см	Кэф-т силы роста	Содерж. белк., %
Пропаргиламин	18,8	60,2	66,6 ± 1,2	1,64 ± 0,04	14,4±0,22
Контроль (% поражения)	15,4	48,4	65,4 ± 1,3	1,36 ± 0,07	13,6±0,5

реакциях растений к грибным болезням. Проникая через плазматическую мембрану внутрь клетки, пропаргиламины, возможно, выступают в качестве регуляторов транскрипции генов лектинов, образуя с соответствующими белками-рецепторами сложные комплексы, способные достигать участков хроматина в ядре. Например, по мере развития ржавчинной инфекции, в листьях наблюдается продолжение повышения лектиновой активности в ответ на постинфекционный процесс в организме. Снижение активности лектинов находится во взаимосвязи с уровнем разрушения листа, который, в свою очередь, отражает уровень структурных изменений хлорофилл-белковых комплексов под влиянием инфекционных структур гриба. В листьях, пораженных ржавчиной, наступает депрессия в синтезе хлорофилла и белка, усиливается деградация белка. Усиление активности молекулярных конструкций пропаргиламинов может быть достигнуто введением дополнительных областей трансактивации. Подходящие области активации подбираются из известных в природе источников, например, из участков активации факторов транскрипции вирусов, грибов, стрессовых белков растений (шоковые белки, лектины).

Таким образом, характерной особенностью пропаргиламинов является их способность стимулировать рост и развитие растений в исключительно низких концентрациях, повышать устойчивость к стрессовым условиям произрастания.

При анализе полученных результатов достаточно четко выявляется связь между используемой концентрацией применяемых соединений и их физиологическим эффектом, а также физиологическим состоянием растения. На основе проведенных испытаний можно сделать вывод о том, что пропаргиламины обеспечивают устойчивость растений не только прямым путем, но и через влияние на другие защитные системы, такие как активность лектинов, система пероксидазы, аскорбиновой кислоты и белка, т. е. анализ позволил выявить наиболее информативные биохимические критерии оценки ранних изменений в растительном организме при действии пропаргиламинов. Полученные данные свидетельствуют о перспективности применения пропаргиламинсодержащих препаратов для снижения развития и распространения грибных фитопатогенов, а также для снижения фитотоксичности фунгицидов при их совместном использовании.

Литература

- Захаренко В. А. Новые технологии поиска, испытаний, создания и внесения средств защиты растений не биоцидной природы. М., 2008, 89 с.
- Комплексная защита зерновых культур от болезней, вредителей и сорняков в Республике Башкортостан. Уфа: БНИИСХ, 2001, 68 с.
- Тютерева С. Л. Научные основы индуцированной болезнеустойчивости растений / Санкт-Петербург, 2002, 328 с.
- Lisker J. S. New physical methods and system for automatic determination of state of plant and seeds // *Automatic control of food and biological processes*. Paris: Elsevier, 1994, p. 75–82.
- Van Loon L. G. Pathogenesis-related proteins // *Plant Molec. Biol.*, 1985, v. 4, n. 1, p. 111–116.

BIOLOGICAL EFFECTIVENESS PROPARGILAMINS AND SUBSTANTIATION OF THEIR ROLE IN THE INDUCTION OF RESISTANCE REACTIONS OF WHEAT TO FUNGAL DISEASES

Yamaleev A. M., Khasanova D. V., Nabieva R. A.

Bashkir State Scientific Research Institute of Agricultural Sciences,
Ufa, Russia, bniish@rambler.ru

Biological efficiency propargilamins to fungal diseases of wheat is investigated and their role in induction reactions of stability by activation genome expression is proved; it is found out, that they provide stability of plants not only to straight lines by, but through influence on other protective systems, such as activity lectins, peroxidase system, a chlorophyll-protein complexes and on the mechanism of action are activators not only disease-resistant, but also efficiency of plants.

Key words: propargilamins, a chlorophyll- protein complex, lectin, wheat, protein, fungicide.

ECOLOGICALLY SAFE METHOD FOR PLANT PROTECTION BY BIOTIC ELICITORS DERIVED FROM PLANT PATHOGENIC FUNGI

Dmitriev A. P., Perkovska G. Y., Dyachenko A. I.

*Institute of Cell Biology and Genetic Engineering, Natl. Acad. Sci. of Ukraine,
Kiev, Ukraine, dmyt@voliacable.com*

Our long-term goal is to provide alternative plant resistance based upon stimulation by biotic elicitors of the plant's own defenses against diseases. The elicitors, molecular signals activating defense responses in plants, are low molecular weight products released by the invading pathogen or the plant or both. At least two groups of elicitors were found in fungi *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. and *Botrytis allii* Munn mycelium extract, which differ in composition, molecular mass and inducing activity. Phytoalexin accumulation served as marker of resistance reactions increased after application of very low concentrations of the elicitor. The results of 2-year field trials demonstrated that foliar spraying of onion plants with biotic elicitors before artificial inoculation with peronosporosis agent significantly reduced the spread and extent of disease development.

Key words: Necrotrophic fungi, biotic elicitors, Allium cepa L., phytoalexins, induced resistance.

Fungal pathogens are major agricultural pathogens worldwide. Currently, chemical control involves environmentally damaging and expensive fungicides. Breeding for resistance has been largely ineffective (Дьяков и др., 2001). Therefore new alternative methods for plant protection are necessary which would allow, first, to receive higher protective effect at minimal number of chemical treatments, but also to limit development on new virulent races. These new methods are necessary to receive ecologically pure production and to improve an environment. One of such new method is one, which based not on inhibition of plant pathogens, but on increasing their innate immunity to harmful organisms, so called «induced disease resistance» or «systemic acquired resistance». The biotic elicitors do not themselves kill the fungus but stimulate plant's own defenses against pathogen attack and assures healthy plant growth (Озерецковская, 1994; Дмитриев и др., 2005).

The onion, as an object of immunological studies was of interest for us, at least for two reasons. First, the absence of monogenic resistance in *Allium cepa* L. allows study of innate mechanisms for polygenic resistance. Second, large losses due to different onion diseases (up to 30%) increase the importance of the study. Early we discovered two onion phytoalexins and observed a correlation between the resistance of onion cells to infection and their ability to synthesize the phytoalexins. We identified them as 1,3-diox-5-octyl-cyclopenta-1,3-dione (tcibulin 1d) and 5-hexyl-cyclopenta-1,3-dione (tcibulin 2d) and also shown that the phytoalexins could be served as markers of induced resistance in onion (Дмитриев, 1999).

Still the chemical identities of fungal metabolites that induce defense responses in cultured plants remains poorly understand. The aim of present work

was to obtain and analyze biotic elicitors from *B. allii* and *F. solani* and to use them to develop method of induced disease resistance in onion.

To find biotic elicitors among the metabolites of *B. allii* we analyzed first the phytoalexin-inducing activity of growth medium, spore suspension and cytoplasmic content of the mycelium.

The analysis of inducing ability of culture filtrate by drop diffusate technique revealed that phytoalexin synthesis in drop diffusates after treatment by protein and carbohydrates fractions of culture filtrate is higher than after addition of *B. allii* spores or culture filtrate. Highest induced activity has protein fraction, which was obtained from the pathogen growth medium by sedimentation of proteins with ammonium sulfate (80-100%). Tcibulin 1d accumulation after treatment by this fraction was 13-fold higher than after *B. allii* spores themselves and 2,7-fold higher in comparison with treatment by culture filtrate (at equal concentration of protein, 100 µg/ml). Tcibulin 2d amount was increased 25-fold and 1,8-fold accordingly.

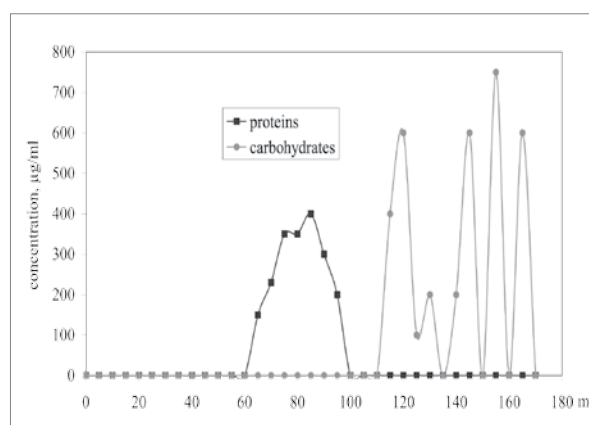


Figure. Purification of extract of the mycelium of *B. allii* by gel filtration chromatography on Sephadex G-50

The substances, which caused tcibulins 1d and 2d accumulation in drop diffusates, were found in the cytoplasm of *B. allii*. Water and ethanol extracts of *B. allii* mycelium (with boiling or without) in different degree induced the phytoalexin activity (data not shown). The most inducing activity had the cytoplasmic fraction after extraction of mycelium by 70% ethanol at 78°C.

carbohydrates localized in the cytoplasmic content of fungal mycelium had the highest phytoalexin inducing activity.

It was shown previously that non-specific pathogen *F. solani* induced accumulation of fungitoxic compounds in onion tissues (Дмитриев, 1999). Therefore we have decided to find out defense inducing activity of other *Fusarium* species. The

highest phytoalexin-inducing activity was shown by spores suspension and mycelium extracts of *F. solani* (Tab. 1). Culture filtrates of *F. solani* and *F. oxysporum* (Schlecht.) had less prominent phytoalexin-induced activity and *F. moniliforme* Sheld. culture filtrate demonstrated *F. moniliforme* minimal activity.

Methods of induced resistance in monocotyledonous cultured plants, for example, in such important as wheat, rye and onion are practically absent. So we carried out a set of experiments to test protective properties of the biotic elicitors.

In laboratory experiments onion plants were treated by small concentrations of biotic elicitors, which caused only traces of phytoalexin accumulation. Study on phytoalexin-inducing activity of drop diffusates dependence from concentration of water mycelium extract from *F. solani*

revealed that concentration 0,025% caused only traces of phytoalexin synthesis. This concentration of the biotic elicitor from *F. solani* was used for plant immunization in field trials. Practicability of the increased disease resistance in onion after its treatment with the water extract from *F. solani* mycelium (0,025%) has been shown (Tab. 2). It has

Table 1. Induction of fungitoxic activity of diffusates of *A. cepa* by fungal metabolites *B. allii*

Treatment	Content, mg/ml	Germination of test spores	
		amount of grown spores	% from control
Control		95 ± 5	100
<i>Fusarium solani</i>			
Spores suspension	2 x 10 ⁵	14 ± 2	15
Water extract of mycelium	2,0	20 ± 3	21
Ethanol extract of mycelium	2,0	42 ± 3	44
Culture filtrate	—	59 ± 6	62
<i>Fusarium oxysporum</i>			
Spores suspension	2 x 10 ⁵	23 ± 4	24
Water extract of mycelium	2,0	28 ± 2	29
Culture filtrate	—	72 ± 6	75
<i>Fusarium moniliforme</i>			
Spores suspension	2 x 10 ⁵	26 ± 1	27
Water extract of mycelium	2,0	44 ± 3	46
Culture filtrate	—	76 ± 4	79

Two fractions were received and purified by separation of dialyzed ethanol extract of fungal mycelium *B. allii* on Sephadex G-50 (Fig.). The fraction 1 was eluted with volumes of 60-100 ml and represented of with Lowry-positive compounds. This fraction induced the synthesis of tcibulins 1d and 2d in concentration 100 µg/ml 2-fold higher than in control with *B. allii* spores. The fraction 2 (oligosaccharides) was collected with elution volumes 110-150 ml and kept carbohydrates. Oligosaccharides fraction had higher induced activity than proteinaceous one. In concentration 100 µg/ml glucose equivalents invoked the accumulation of tcibuins 1d and 2d in 4,5-fold higher than in control with fungal spores. Analysis by IR-spectrophotometry of fraction 2 confirmed the carbohydrate nature.

Thus, at least two groups of biotic elicitors from *B. allii* have been found which differ in composition, molecular weight and phytoalexin inducing activity. The high-weight protein fraction from culture filtrate and

Table 2. Effect of biotic elicitor from *F. solani* on inhibition of disease symptoms in onion plants after artificial infection by *P. destructor*

Treatment	Spread of disease, %		Extent of disease development, %	
	July	August	July	August
Strigunovsky cv				
Control	79,6 ± 4,8	100,0	5,7 ± 1,6	72,6 ± 3,9
Elicitor	37,1 ± 2,3	100,0	2,0 ± 0,9	56,3 ± 2,5
Skvirsky cv.				
Control	92,7 ± 5,1	100,0	7,4 ± 1,2	74,5 ± 3,1
Elicitor	56,2 ± 2,7	100,0	2,3 ± 0,7	62,9 ± 4,2
Oktyabrsky cv.				
Control	86,3 ± 3,4	100,0	6,1 ± 1,1	76,2 ± 3,9
Elicitor	47,7 ± 1,6	100,0	2,1 ± 0,5	58,2 ± 2,8

been established that spraying of growing plants by elicitor solution 2 days before artificial inoculation with *Peronospora destructor* (Berk.) Casp. In Berk reduced the intensity of disease development in all three onion cultivars.

It was demonstrated that the biotic elicitor derived from *B. allii* was highly effective to prevent onion losses during storage. Foliar spraying of onion plants by the elicitor solutions from *B. allii* (0,005-0,05% mycelium extract) 2 weeks before harvesting significantly reduced the disease development and suppressed the bulbs sprouting. After 5 months of storage at +4°C the quantity of decayed and sprouting bulbs has been decreased twice as compared to control. Weight losses of bulbs from elicitor-treated plants have been decreased on 1,8-2,3% to the control. This inhibition of disease symptoms was correlated with an increased content of abscisic acid in the bulbs (data not shown).

Thus, for the first time the biotic elicitors were isolated from metabolites of plant pathogenic fungi *B. allii* and *F. solani*. Two groups of biotic elicitors capable to induce defense responses in *A. cepa* were identified and partly purified. They are different in composition, molecular weight and biological activity. The main advantage of the biotic elicitors is that their action is directed not on inhibition of pathogen, but on activation of innate resistance mechanisms of plants in analogous manner, as it occurs in nature.

The effectiveness of the developed method has received a confirmation in field trials, which were carried out for three years together with Kharkov's Institute of Vegetables and Melon Growing, Ministry of Agriculture of Ukraine and Skvira's Research Selection Station. A number of elicitor preparations have been developed and biotechnology of their application is in progress.

References

- Дмитриев А. П. Фитоалексины и их роль в устойчивости растений. Киев. Наук. думка, 1999, 207 с.
 Дмитриев А. П., Полищук В. П., Гродзинский Д. М. Индуцирование системной устойчивости у растений. Вестник Харьковского нац. аграрн. ун-та. Сер. Биология, 2005, 6, с. 19-27.
 Дьяков Ю. Т., Озерецковская О. Л., Джавахия В. Г., Багирова С. Ф. Общая и молекулярная фитопатология. М. Изд-во Общества фитопатологов, 2001, 302 с.
 Озерецковская О. Л. Индуцирование устойчивости растений биогенными элиситорами фитопатогенов. Прикл. биохим. и микробиол., 1994, 30, 5, с. 325-339.

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД В ИДЕНТИФИКАЦИИ ПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ НА МАЛИНЕ

Girichev V. S., Flachowsky H., Hanke M.-V.

*Julius Kühn-Institut (JKI)- Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen,
 Institut für Züchtungsforschung an gartenbaulichen Kulturen und Obst,
 Dresden, Deutschland, vadim.girichev@jki.bund.de*

В представленной статье представлены материалы научно-исследовательских работ по молекулярно-генетической идентификации патогенов, вызывающих различные микозные заболевания у растений малины. Показано, что высокую надежность в видоспецифичной идентификации грибных патогенов обеспечивает использование участка кластера рибосомной ДНК.

Ключевые слова: малина, патогены, IST-region.

Успешному решению актуальных проблем садоводства, связанных с созданием высокопродуктивных сортов и поддержанием их на высоком продукционном уровне, способствует изучение популяционных особенностей возбудителей микозов, что позволяет оптимизировать управление агроценозом в целом. Реализации такого подхода

способствует получению объективной и полной, а главное, своевременной информации о состоянии фитосанитарной ситуации, которая должна характеризовать как количественный, так и качественный состав популяции вредных организмов.

Постоянно изменяющиеся климатические условия в большей мере подвергают растения дей-

ствию стрессовых факторов и, как следствие этого, растения становятся более восприимчивыми к повреждениям вредными организмами и болезнями.

Основным методом осуществления контроля фитопатогенной ситуации в агроценозах является высокоспецифичная и эффективная диагностика и идентификация фитопатогенов.

Традиционные методы диагностики патогенов заключаются, в основном, в визуальной оценке болезней по симптоматике, однако при таком подходе не всегда возможно с высокой долей вероятности выявить возбудителя заболевания.

Диагностику также часто затрудняет большое разнообразие и быстрое появление новых рас патогенов, которые нередко дают нехарактерные симптомы.

Молекулярно-генетические методы на современном этапе развития науки способны обеспечить высокую универсальность, относительную простоту и высокое качество идентификации патогенов.

Высокую результативность в исследованиях по идентификации грибных патогенов и успешное его применение в качестве удобного инструмента для понимания закономерностей эволюционного процесса у эукариот находят работы по использованию участка кластера рибосомной ДНК (internal transcribed spacer, ITS-region) (Forterre, 1999; Hillis, 1991, 1996).

Материалы, методы и результаты исследований. Исследования проводились в Julius Kühn-Institut (JKI) — Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Züchtungsforschung an gartenbaulichen Kulturen und Obst (г. Дрезден, Германия).

Растительный материал сортов малины: Lumina, Malling Promise, Tulameen, Lucana, Willamette, используемый для отбора проб, брались из промышленных посадок.

Первоначально нами выделялись грибы из поврежденных стеблей малины в чистую культуру, которые культивировались на среде Czapek DOX AGAR (Duchefa, Biochemie) при температуре +24°C в условиях климатической камеры при постоянном освещении.

Изолирование суммарной клеточной ДНК проводили при помощи набора DNeasy Plant Mini Kit (Qiagen) в соответствии с протоколом изготовителя.

ПЦР проводили с использованием прямого праймера ITS 1 (5' TCC GTA GGT GAA CCT GCG G '3) и обратного ITS 4 (5' TCC TCC GCT TAT TGA TAT GC '3) (White et al., 1990).

Для клонирования ПЦР-фрагментов гриба мы использовали систему TOPO TA Cloning Kit (Invitrogen).

Очистку ПЦР-фрагментов от посторонних примесей проводили с применением набора реактивов MinElute® PCR Purification (Qiagen).

Выделение плазмид осуществляли с использованием набора GeneJET Plasmid Miniprep Kit (Fermentas).

Прямое секвенирование нуклеотидных последовательностей межгенного ITS региона проводилось в Eurofins MWG Operon (Ebersberg).

Биоинформационный анализ данных и поиск гомологических нуклеотидных последовательностей проводили в открытой базе генетических данных GenBank (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>).

Детекцию результатов экстракции ДНК проводили при помощи спектрофотометра NanoDrop 2000c.

В результате молекулярно-генетических исследований, на основе сравнительной оценки секвенов полученных грибов с базовыми, выявлен видовой состав грибов, преобладающий на растениях малины в Восточной части Германии (табл. 1).

Таблица 1. Видовой состав грибов, полученных с пораженных частей

Название гриба	Секвенс
<i>Phomopsis sp.</i>	TCCGTAGGTGAACCTGCGGAGGGATCATTGCTGGAACGCGCCCCAGGCGCACCCAGAAAAC- CCTTTGTGAACCTTATACCTTACTGTTGCCTCGGCGCTAGCTGGTCTTCGGGGCCCCCT- CACCTCGGGTGTGAGACAGCCCGCCGGCGGCAACCCAACCTTGTTTTACACT- GAAACTCTGAGAATAAAACATAAATGAATCAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTG- GCATCGATGAAGAAGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAAT- CATCGAATCTTTGAACGCACATTCGCGCCTCTGGTATTCGGGAGGGCATGCCTGTTTCGAGCGT- CATTTCAACCCTCAAGCCTGGCTTGGTGATGGGGCACTGCTTTTACCAAGAGCAGGCCCT- GAAATTCAGTGGCGAGCTCGCCAGGACCCCGAGCGCAGTAGTTAAACCCTCGCTCTGGAAG- GCCCTGGCGATGCCCTGCCGTTAAACCCCAACTTCTGAAAATTTGACCTCGGATCAGGTAG- GAATACCCGCTGAACCTAAGCATATCAATAAGCGGAGGA
<i>Fusarium sambucinum</i>	TCCTCCGCTTATTGATATGCTTAAGTTTCAGCGGGTATTCCTACCTGATCCGAGGTCAACAT- TCAGAAGTTGGGGTTTAAACGGCGTGGCCGCGTTCGATTACCAGTAACGATGTGTAATACTAC- GCTATGGAAGCTCGACGTGACCGCAATCAATTTGGGGAGTGTTAACTAAAACAGTCCCAA- CACCAAGCTGGGCTTGAGGGTTGAAATGACGCTCGAACAGGCATGCCCGCCAGAATACT- GGCGGGCGCAATGTGCGTTCAAAGATTTCGATGATTCACCTGAATTCGCAATTCACATTA- TATCGCATTTTGTGCGTCTTCATCGATGCCAGAACCAAGAGATCCGTTGTTGAAAGTTTT- GATTTATTTGTTTTTTTACTCAGAAGTTCCACTAAAACAGAGTTTAGGGGCTCGCGCGGGC- CGTTCCGTGAGGAACGGGCTGATCCGCCGAGGCAACATAGAGGTATGTTACAGGGGTTTGG- GAGTTGTAACCTCGGTAATGATCCCTCCGAGGTTACCTACGA

<i>Alternaria alternata</i>	TCCGTAGGTGAACCTGCGGAGGGATCATTACACAAAATGAAGGCGGGCTGGAACCTCTCG- GGGTTACAGCCTTGTGAATTATTCACCCTTGTCTTTTGCCTACTTCTTGTTCCTTGGTGG- GTTCCGCCACCCTAGGACAAAACATAAACCTTTTGTAAATGCAATCAGCGTCAGTAAACAAATTA- ATAATTACAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAAT- GCGATAAGTAGTGTGAATTGCGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTCGCG- CCTTTGGTATTCCAAAAGGGCATGCTGTTGAGCGTCATTTGTACCCTCAAGCTTTGCTTGGT- GTTGGGCGTCTTGTCTCTAGCTTTGCTGGAGACTCGCTTAAAGTAATTGGCAGCCGGCCTACT- GGTTTCGGAGCGCAGCACAAGTCGCACTCTCTATCAGCAAAGGTCTAGCATCCATTAAG- CCTTTTTTCAACTTTTGACCTCGGATCAGGTAGGGATACCCGCTGAACCTTAAGCATATCAATA- AGCGGAGGA
<i>Truncatella angustata</i>	TTACTACGTTTCAGAGATTGCTATAAATCCGCCGTTGAATTTGAGGAATGGCAGTAAAG- CCAGTTCCCAATACTAAGCTAGGCTTAAGGGTTGAAATGACGCTCGAACAGGCATGC- CCACTAGAATACTAATGGGCGCAATGTGCGTTCAAAGATTTCGATGATTCACTGAATTCTGCAAT- TCACATTACTTATCGCATTTTCGCTGCGTTCTTCATCGATGCCAGAACCAAGAGATCCGTTGTT- GAAAGTTTTGACTTATTAATAAAGACGCTCAGATTAATAAAAATAACAAGAGTTTAGTAGTC- CACCAGGAGGGCTACAGGGTAAGCCGTTCCCGGGTAGGTCGCTACAGAGTAGCTCGTACAG- GGTAGGTTCCGCCAGCAACATCTGCCGAGGCAACAGTGGTAAGTTCATGCGGTTTGGGAGT- TAGAACTCTGTAATGATCCCTCCGCAG
<i>Phoma sp. (Didymella applanata)</i>	GAGGTCAGAGTGTAATAATGTACTTTTGGACGTCGTCGTTCTGAGTGCAAAGCGGAGATG- TACTGCGCTCCGAAATCAATACGCCGGCTGCCAATTGTTTTGAGGCGAGTCTACACGCAGAGG- CGAGACAAACACCCAACCAAGCAGAGCTTGAAGGTACAATGACGCTCGAACAGGCATGC- CCCATGGAATACCAAGGGGCGCAATGTGCGTTCAAAGATTTCGATGATTCACTGAATTCTGCAAT- TCACACTACTTATCGCATTTTCGCTGCGTTCTTCATCGATGCCAGAACCAAGAGATCCGTTGTT- GAAAGTTGTAACCTATTATGTTTTTTCAGACGCTGATTGCAACTGCAAATGGTTAAATGTC- CAATCGGCGGGCGAACCCCGCGAGGAAACGAAGGTACTCAAAAAGACATGGGTAAGAGA- TAGCAGGCAAAGCCTACAACCTTAGGTAATGATCCT
<i>Epicoccum sp.</i>	GAGGTCAGAGTGTAATAATGTACTTTTGGACGTCGTCGTTATGAGTGCAAAGCGGAGATG- TACTGCGCTCCGAAATCAATACGCCGGCTGCCAATTGTTTTAAGGCGAGTCTACACGCAGAGG- CGAGACAAACACCCAACCAAGCAGAGCTTGAAGGTACAATGACGCTCGAACAGGCATGC- CCCATGGAATACCAAGGGGCGCAATGTGCGTTCAAAGATTTCGATGATTCACTGAATTCTGCAAT- TCACACTACTTATCGCATTTTCGCTGCGTTCTTCATCGATGCCAGAACCAAGAGATCCGTTGTT- GAAAGTTGTAACCTATTATGTTTTTTCAGACGCTGATTGCAACTGCAAAGGGTTTTGAATGTTGTC- CAATCGGCGGGCGACCCCGCGAGGAAACGAAGGTACTCAAAAAGACATGGGTAAGAGGTAG- CAGACCGAAGTCTACAACCTTAGGTAATGATCCT
<i>Aureobasidium pullulans</i>	TCCGAGGTCACCTAGAAANATAAAGGTTTCAGTCGGCAGAGTTCCTCTCCTTTGACAGAC- GTTTCAATAAATTTACTACGCCTAAAGCCGGAGTGGCCTCGCCGAGGTCTTTAAGGCGCGC- CCAATAAGGACGACGCCAATAACCAAGCATAGCTTGAGTGGTGAATGACGCTCGAACAG- GCATGCCCTCGGAATACCAAGGGGCGCAATGTGCGTTCAAAGATTTCGATGATTCACTGAAT- TCTGCAATTCACATTACTTATCGCATTTTCGCTGCGTTCTTCATCGATGCCAGAACCAAGAGATC- CGTTGTTGAAAGTTTTGATTTATTCAAATTTTAACTCAGACGACCCGGTTAAATAACAA- GAGTTTTGTTAACTCTGGCGGGCGCTCGCCTGGGACGAATCCCCAGCGGCTCGAGACCGAG- CGGTCCCGCAAAGCAACAAGGTAGTTTTAACAACAAGGGTTGGAGGTCGGGCGCTGAG- CACCTTACTCTTTAATGATCCT
<i>Botrytis sp.</i>	CCATAGAAAAATTTGGGTTTTGGCAGAAGCACACCGAGAACCTGTAACGAGAGATTAATACTAC- GTTTCAAGGACCCAGCGCGCCGCACTGATTTTAGAGCCTGCCATTACTGACATAGACTCAATAC- CAAGCTAAGCTTGAGGGTTGAAATGACGCTCGAACAGGCATGCCCCCGGAATACCAAGG- GGCGCAATGTGCGTTCAAAGATTTCGATGATTCACTGAATTCGCAATTCACATTACTTATCG- CATTTTCGCTGCGTTCTTCATCGATGCCAGAACCAAGAGATCCGTTGTTGAAAGTTTTAACTAT- TATATAGTACTCAGACGACATTAATAAAAAGAGTTTTGGTATTCTCTGGCGAGCATAACAAGGC- CCGAAGGCAGCTCGCCAAAGCAACAAGTAATAATACAAAGGGTGGGAGGTCTACCCTTTCG- GGCATGAACTCTGTAATGATCCT
<i>Fusarium avenaceum</i>	GAGGTCACATTCAGAAGTTGGGGTTTTACGGCATGGCCGCGCCGCTTCCAGTTGCGAGGT- GTTAGTACTACGCAATGGAGGCTGCAGCGAGACCGCAATGTATTTCCGGGGCGGACCCG- CCAGAAGGCAGAGCCGATCCCCAACACCAAAACCCGGGGCTTGAGGGTTGAAATGACGCTC- GAACAGGCATGCCCGCCGAATACCAGCGGGCGCAATGTGCGTTCAAAGATTTCGATGAT- TCACTGAATTCTGCAATTCACATTACTTATCGCATTTTGTGCTGCGTTCTTCATCGATGCCAGAAC- CAAGAGATCCGTTGTTGAAAGTTTTGATTTATTTGTTTACTCAGAAGTTACAATA- AGAAACATTAGAGTTTGGGTCCTC
<i>Fusarium culmorum</i>	AGGTCACATTCAGAAGTTGGGGTTTTACGGCGTGGCCGCGACGATTACCAGTAAACGATGTG- TAAATTAACGCTATGGAAGCTCGACGTGACCGCAATGTATTTGGGGAGTGCAGCAGGACT- GCAGCTCCCAACCAAGCTGGGCTTGAGGGTTGAAATGACGCTCGAACAGGCATGCCCG- CCAGAATACTGGCGGGCGCAATGTGCGTTCAAAGATTTCGATGATTCACTGAATTCTGCAAT- TCACATTACTTATCGCATTTTGTGCTGCGTTCTTCATCGATGCCAGAACCAAGAGATCCGTTGTT- GAAAGTTTTGATTTATTTGTTTTTATACTCAGAAGTTCCACTAAAAACAGAGTTTAGGGTTCCT

В результате исследований секвенсов грибов удалось определить видовой состав патогенов,

в сравнении с матрицей грибов, находящихся в базе данных GenBank.

Литераура

Forterre P. Where is the root for the universal tree of life / P. Forterre, H. Phillipe // *BioEssay*, 1999, vol. 21, p. 871–879.
 Hillis D. M. Ribosomal DNA: molecular evolution and phylogenetic inference / D. M. Hillis, M. T. Dixon // *Q. Rev. Biol.*, 1991, vol. 66, p. 411–453.

Hillis D. M. *Molecular Systematics* / D. M. Hillis, C. Moritz, B. K. Mable (Eds) // *Sinauer Ass. Sunderland.*- USA, 1996, 655 p.

White T. J. *Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal DNA genes for phylogenetics* / T. J. White, T. Bruns, S. B. Lee, J. W- Taylor // *PCR Protocol a Guide to Methods and Applications.*- Academic Press.- 1990, N. Y., p. 315–322.

MOLECULAR GENETIC APPROACHES TO IDENTIFY PATHOGENIC FUNGI OF RASPBERRIES

Girichev V. S., Flachowsky H., Hanke M.-V.

Julius Kühn-Institut (JKI)- Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Züchtungsforschung an gartenbaulichen Kulturen und Obst, Dresden, Germany, vadim.girichev@jki.bund.de

This report focuses on the application of molecular methods for identification of fungal species. The ITS region is the most widely sequenced DNA region in fungi and has been useful for molecular systematics at the species level.
Key words: raspberry, pathogens, IST-region.

PCR FOR AFLATOXIGENIC FUNGI AS AN ALTERNATIVE WAY FOR AFLATOXIN DETECTION AND QUANTIFICATION IN DEVELOPING COUNTRIES

Hussien T.^{1,2}, Yli-Mattila T.¹

¹ *Molecular Plant Biology, Dept of Biochemistry and Food Chemistry, Univ. of Turku, FI-20014 Turku, Finland*

² *Mycotoxins Lab, Department of Food Toxicology and Contaminant, National Research Center, taha_bio@yahoo.com*

The most important mycotoxins in areas with hot climate such Egypt are aflatoxins (AFs). Existing detection of the aflatoxigenic fungi are time consuming, labour-intensive, costly, require mycological expertise and facilities. Because most of the people and animals under threat by AFs live in third world, the fast, simple to perform and interpret, and inexpensive methodologies such as PCR is an attractive approach.

Key words: mycotoxins, aflatoxins, Aspergillus flavus, Aspergillus parasiticus, PCR.

AFs are metabolites synthesized by *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus*, and are classified into four types: AFB1, AFB2, AFG1 and AFG2 (Dorner, 2008). They are highly toxic, carcinogenic, teratogenic and mutagenic (Oveisi et al., 2007) and considered as major etiological factors for hepatocellular carcinoma (HCC) (IARC, 2002). In Egypt the incidence of HCC has doubled throughout the past decade (Iyer et al., 2010), while in Kenya death resulting from aflatoxicosis is reported to increase (Okoth, 2012). AFB1 is regulated

by legislation in many countries because of the toxicity and by the EU at 2 µg kg⁻¹ in food for direct human consumption (Shephard, 2009). AFB1 and total AF (sum of B1, B2, G1 and G2) are set at 5 µg kg⁻¹ and 10µg kg⁻¹ respectively for maize (EC 2010).

Aspergillus flavus section grow over a temperature range of 17-42°C but the optimum temperature for AFs production is 25-35°C. That is why AFB1 is often considered as a major contaminant in countries with hot climate (Cotty and Jaime-Garcia, 2007). Therefore,

this compound can be frequently observed in cereals and other foods or raw materials produced in Egypt (El-Tahan et al., 2000). For instance, in a previous study, 45 isolates of *Aspergilli*, isolated from soil, seed grains (maize, wheat, and peanut) and air, were tested for the production of mycotoxins. If fifteen isolates were found non toxic, six isolates were of strongly toxigenic (Moubashor et al., 1977). Oil seed meal and cereals are considered as the mostly contaminated feed stuffs in Egypt and important economic losses are directly related to the fungal contamination (rejection of feed with visible fungal growth and aflatoxin contamination). In another study, the importance of mycotoxigenic *Aspergilli* in Egyptian maize from many different regions (Alexandria, Cairo, Giza, El-Beheira, El-Daqahliya, El-Sharqiya, Asyut) was evaluated during three years. The most common species found were *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus*, and *Penicillium* spp. Among the 88 *Aspergillus* section *flavi* strains examined, 90% were aflatoxigenic. Around 95% were *A. flavus*, according to their toxinogenic profile (ability to produce both AFB1 and AFB2 but not AFG1 and G2 on YES medium) and molecular analyses. During the last years, AFB1 contamination was also reported in European production, especially in maize (Pietri et al., 2004; Tabuc et al., 2009). This could be related to the global climatic modifications (Magan et al., 2011).

The major problem in PCR detection and quantification of AFs-producing fungi is due to the fact that AFs are multi-ring structures and therefore require a sequence of structural genes for their biosynthesis. That is why there is no specific PCR marker for any one of the four biologically produced AFs. Unfortunately, the structural genes presently in use for PCR detection of aflatoxigenic fungi are also involved in the synthesis of other fungal toxins such as sterigmatocystin by *Aspergillus versicolor* and *Aspergillus nidulans* and therefore lack absolute specificity for AF-producing fungi. In addition, the

genomic presence of several structural genes involved in AF biosynthesis does not guarantee the production of AF by all isolates of *A. flavus* and *A. parasiticus* (Levin, 2012). The AF biosynthesis pathway in several *Aspergillus* spp. has been very well characterized and most of the enzymes involved in the biosynthesis appear to have been identified (Yu et al., 2004). These AF biosynthesis pathway genes exist as a gene cluster located in a 70-kb DNA sequence which contains at least 25 open reading frames (ORFs) (Yu et al., 2004). At least 25 genes are involved in the biosynthesis of AFs and its regulation (Bhatnagar et al., 2006). Several regulators such as *aflR* and *aflJ*, involved in the pathway are also reported as a part of this cluster (Cary et al., 2006). Of this multistep polyketide pathway, the *NOR1* mediates the first committed step in AF biosynthesis pathway (Chang et al., 1992). Primers pertaining to sequences of *afl-2*, *aflD*, *aflM* and *aflP*, (*apa-2*, *nor-2*, *ver-2*, *omt-2*, respectively) (Shapira et al., 1996; Geisen, 1996; Chen, 2002) have been used to detect and identify aflatoxigenic strains of *A. flavus* and *A. parasiticus* among isolated colonies. Multiplex RT-PCR containing 4–5 primer pairs of various combinations of *aflD*, *aflO*, *aflP*, *aflQ*, *aflR* and *aflS* (*aflJ*) were used to detect toxigenic fungi (Degola et al., 2007). PCR methodologies for rare *Aspergilli* such as *A. bombycis*, *A. ochraceoroseus* and *A. pseudotamar* that produce AFs have yet to be developed (Bennett and Klich, 2003).

In conclusion, lack of reliable multi-mycotoxin analysis hampers research in AFs in developing countries. Although HPLC-MS are available in several research centers and universities most of these instruments have not been operating due to poor infrastructure and the lack of technical support. So PCR detection and quantification of aflatoxigenic fungi are alternative techniques for AFs risk assessment. A lot of work should be done to design a specific primer for different AFs types and also for high AFs producers.

References

- Bennett J. W., Klich M. *Mycotoxins // Clin Microbiol Rev.*, 2003, 26, p. 497–526.
- Bhatnagar D, Cary J. W., Ehrlich K., Yu J., Cleveland T. E. *Understanding the genetics of regulation of aflatoxin production and Aspergillus flavus development // Mycopathologia*, 2006, 262, p. 255–266.
- Cary J. W., Ehrlich K. C., Kale S. P., Calvo A. M., Bhatnagar D., Cleveland T. E. *Regulatory elements in aflatoxin biosynthesis // Mycotoxin Research*, 2006, 22, p. 105–109.
- Chang P. K., Skory C. D., Linz J. E. *Cloning of a gene associated with aflatoxin B1 biosynthesis in Aspergillus parasiticus // Current Genetics*, 1992, 21, p. 231–233.
- Chen R. S., Tsay J. G., Huang Y. F., Chiou R. Y. *Polymerase chain reaction-mediated characterization of molds belonging to the Aspergillus flavus group and detection of Aspergillus parasiticus in peanut kernels by a multiplex polymerase chain reaction // J. of Food Protection*, 2002, 65, p. 840–844.
- Cotty P. J., Jaime-Garcia R. *Influence of climate on aflatoxin producing fungi and aflatoxin contamination // Inter. J. of Food Microbiol.*, 2007, 119, p. 109–115.
- Degola F., Berni E., Dall'Asta C., Spotti E., Marchelli R., Ferrero I., Restivo F. M. *A multiplex RT-PCR approach to detect aflatoxigenic strains of Aspergillus flavus // J. of Applied Microbiol.*, 2007, 203, p. 409–427.
- Dorner J. W. *Management and prevention of mycotoxins in peanuts // Food Additives and Contaminants. Part A*

- Chem. Anal. Control Expo. Risk Assess*, 2008, 25, p. 203–208.
- EC, European Commission. Commission Regulation (EC) No. 165/2010, of 26 February 2010 amending Regulation (EC) No 1881/2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs as regards Aflatoxins. *Official Journal of the European Union*, 2010, 50, p. 11–12.
- El-Tahan F. H., El-Tahan M. H., Shebl M. A. Occurrence of aflatoxins in cereal grains from four Egyptian governorates // *Nahrung*, 2000, 44, p. 279–280.
- Geisen R. Multiplex polymerase chain reaction for the detection of potential aflatoxin and sterigmatocystin producing fungi // *Systematic and Applied Microbiol.*, 1996, 29, p. 388–392.
- IARC, (International Agency for Research on Cancer). *Some traditional herbal medicines: Some mycotoxins, naphthalene and styrene. IARC Monograph on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans*, World Health Organization, Lyon, France, 2002, 82, p. 1–556.
- Iyer P., Zekri A., Hung C., Schiefelbein E., Ismail K., Hablas A., Seifeldin I. A. and Soliman A. S. Concordance of DNA methylation pattern in plasma and tumor DNA of Egyptian hepatocellular carcinoma patients // *Experim. and Molecular Pathology*, 2010, 88, p. 107–111.
- Levin Robert E. PCR detection of aflatoxin producing fungi and its limitations // *Intern. J. of Food Microbiology*, 2012, 156, p. 1–6.
- Magan N., Medina A., Aldred A. Possible climate change effects on mycotoxin contamination of food crops pre- and post harvest // *Plant Pathology*, 2011, 60, p. 150–163.
- Moubashor A. H., El-Kady I. A., Shoriet A. Toxigenic *Aspergilli* isolated from different sources in Egypt // *Annales de la nutrition et de l'alimentation*, 1977, 31, p. 607–615.
- Okoth S., Nyongesa B., Ayugi V., Kang'ethe E., Korhonen H., Joutsjoki V. Toxigenic Potential of *Aspergillus* Species Occurring on Maize Kernels from Two Agro-Ecological Zones in Kenya // *Toxins*, 2012, 4, p. 991–100.
- Oveisi M. R., Jannat B., Sadeghi N., Hajimahmoodi M., Nikzad A. Presence of aflatoxin M1 in milk and infant milk products in Tehran, Iran // *Food Control*, 2007, 18, p. 1216–1218.
- Pietri A., Bertuzzi T., Pallaroni L., Piva G. Occurrence of mycotoxins and ergosterol in maize harvested over 5 years in northern Italy // *Food Additives and Contaminants*, 2004, 21, p. 479–487.
- Shapira R., Paster N., Eyal O., Menasherov M., Mett A., Salomon R. Detection of aflatoxigenic molds in grains by PCR // *Applied and Environ. Microbiol.*, 1996, 62, p. 3270–3273.
- Shephard G. S. Aflatoxin analysis at the beginning of the twenty-first century / *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 2009, 395, p. 1215–1224.
- Tabuc C., Marin D., Guerre P., Sesan T., Bailly J. D. Mold and Mycotoxin Content of Cereals in South-East Romania // *J. of Food Protection*, 2009, 72, p. 662–665.
- Yu J., Bhatnagar D., Cleveland T. E. Completed sequence of aflatoxin pathway gene cluster in *Aspergillus parasiticus* // *FEBS Letters*, 2004, 564, p. 126–130.
- Yu J., Chang P. K., Ehrlich K. C., Cary J. W., Bhatnagar D., Cleveland T. E., Payne G. A., Linz J. E., Woloshuk C. P., Bennett J. W. Clustered pathway genes in aflatoxin biosynthesis // *Applied and Environ. Microbiol.*, 2004, 70, p. 1253–1262.

INVASIVE PATHOGENS IN THE NORTH OF IRAN: NEW EPIDEMICS CAUSED BY AGGRESSIVE FUNGAL PATHOGENS IN THE 21TH CENTURY

Khodaparast S. A.

*Dept. of Plant Protection, College of Agriculture, University of Guilan,
Rasht, Iran, khodaparast@guilan.ac.ir*

Guilan and Mazandaran, provinces in the North of Iran, lies along the Caspian Sea. This region is separated from other parts of Iran by the Alborz mountain range. This region has a humid temperate and Mediterranean like climate with abundant annual rainfall (known as temperate Khazar weather). Maximum rainfall recorded from Guilan province, was 1590.60 mm for the year 2007 (Anonymous, 2008). Some forest stands in this region such as chestnut (*Castanea sativa* Mill.) and box tree (*Buxus sempervirens* L.) stands are unique in having native trees and there are no records of natural or cultivated such trees outside of north of Iran, except for some individual trees cultivated around the country (V. Mozaffarian, 2005).

During recent years, these unique stands have been affected by aggressive fungal species, the fungus *Cryphonectria parasitica* on chestnut trees and *Calonectria pseudonaviculata* (Crous, J. Z. Groenew & C. F. Hill) L. Lombard, M. J. WingF. & Crous on box tree. There are several examples for introduction and spread of new plant pathogens around the world, which some of them have been known to cause biological invasions. Some of the most familiar to plant pathologist are potato blight (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) in Europe in the 19th century, chestnut blight in US and Europe in the 20th century, where they caused serious damage to crop production and in some cases eradication of plant species in parts of the world. *Cryphonectria parasitica* (Murrill) M. E. Barr, is the most notorious species, responsible for devastating damage to *Castanea* species in Europe (*Castanea sativa*) and the United States (*Castanea dentata* Sudw.). It was first reported in 1904 in the United States and caused severe damage to American chestnuts during the last century (G. L. Griffin, 1986; S. L. Anagnostakis, 1987). *Cryphonectria parasitica* is the most destructive fungus for *C. sativa* in most growing regions in Europe and caused significant problems when it arrived (R. Locci, 2003). Chestnut blight has been reported from Guilan province in Iran in 2006 (Kazempour et al., 2006). There are no previous records of these fungal diseases on above mentioned plant species. Hence, it seems these disease outbreaks were, most probably, the results of new pathogen introduction to the country. Apparently, the introduction of box blight fungus to north of Iran has happened even more recently, so that the pathogen was first reported to cause severe epidemics

in current year (M. Mirabolfathy, 2013). Interestingly, such epidemics have also been identified relatively recently in the UK as it was first described in the mid 1990s as an introduced species causing a severe shoot blight of boxwood (B. Henricot et al., 2000). Moreover, reports of this fungus have since come from Belgium, Ireland, Germany, and the Netherlands, Italy, Austria and Spain suggesting that it spread from the UK to mainland Europe (S. M. Douglas, 2012). In United States boxwood blight is a new plant disease, and has first been confirmed in the October, 2011 (S. M. Douglas, 2012). There is no evidence when and how such fungal pathogens introduced to the country and such epidemics have happened. One suggestion is that both fungal species introduced from Europe (Turkey or Azerbaijan republic). However, the Chinese origin of *Cryphonectria parasitica* has also been suggested, because during recent years import of chestnut from China is common and such nut are available at markets. By the way, some local farmer used such nut for producing seedlings around the Guilan province. However, further studies are required to understanding the origin of these fungi. Disease management strategies in forest are more complicated especially against aggressive pathogens and the main procedures should focus to prevent entry or spread of dangerous pathogens using reliable procedures including continued forest inspection and appropriate quarantine system. To aim this, much information on pathogens presenting a risk to the country is required and might be collected by the related organization.

Key words: *Cylindrocladium*, *disease*, *epidemiology*, *forest*.

References

- Anagnostakis S. L. Chestnut blight: the classical problem of an introduced pathogen. *Mycologia*, 1987, 79, p. 23–37.
- Anonymous. *Meteorological Year Book for 2007*. Ministry of Road and Transportation, I. R. of Iran, Meteorological Organization (IRIMO), Tehran, 2008, 660 p.
- CABI/EPPO. *Cylindrocladium buxicola* Henricot. *Distribution Maps of Plant Diseases*, 2007, 996, p. 1–2.
- Douglas S. M. Boxwood blight: a new disease for Connecticut and the US. *The Connecticut Agricultural Experiment Station*. Published on the Internet <http://www.ct.gov> (accessed on January 2008).
- Griffin G. J. Chestnut blight and its control. *Hortic. Rev.*, 1986, 8, p. 291–336.
- Henricot B., Perez Sierra A., Prior C. A new blight disease on *Buxus* in the UK caused by the fungus *Cylindrocladium*. *Plant Pathology*, 2000, 49, p. 805.
- Kazempour M. N., Khodaparast S. A., Arefipour M., Salehi M., Amanzadeh B., Ramzanie M., Shirazi B. K. Occurrence of *Cryphonectria parasitica* the causal agent of chestnut blight in Iran. *Plant Pathol.*, 2006, 55, p. 815.
- Locci R. Chestnut blight: an epidemic checked by biological control. *Friulian J. Sci.*, 2003, 4, p. 27–45.
- Mirabolfathy M., Ahangaran Y., Lombard L., Crous P. Leaf blight of *Buxus sempervirens* in northern forests of Iran caused by *Calonectria pseudonaviculata*. *Plant disease*, 2013, <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-03-13-0237-PDN>.
- Mozaffarian V. *Trees and Shrubs of Iran*. Tehran, Iran: Farhang Moaser Publication, 2005, 1004 p.

DIVERSITY ANALYSIS IN PLANT PATHOLOGY

Kosman E.

*Institute for Cereal Crops Improvement, The George S. Wise Faculty of Life Sciences,
Tel Aviv University, Tel Aviv 69978, Israel, kosman@post.tau.ac.il*

Changes that plant pathogen populations undergo in time and space in response to various climatic and ecological environments, to variable genetic background of host plants, or to different management systems of crops cultivation and disease control are often studied through analysis of genetic relationships among operational units of the plant pathogen. Better understanding the genetic structure of a pathogen population is essential to accurately evaluate risks related to pathogen evolution and plant-pathogen interaction, and to improve programs and strategies of breeding for durable disease resistance. If genetic structure is defined as the amount and distribution of genetic variation within and among populations, then reliable assessment of that variation is key to determining relevance and validity of research results and practical disease management recommendations.

Making inferences about variation within and among various operational units in general and, in particular, in plant pathology may depend considerably on ability of an approach applied to diversity analysis to utilize correctly and in full extent information available in the raw data. Therefore, it is essential to select a suitable approach to measuring diversity in each specific study. Comprehensive analysis of the commonly used frequency-based genotypic and gene methods, as well as recently developed methods of 'true diversity' (Jost, 2007, 2008; Tuomisto, 2010a, 2010b) and functional diversity (Petchey, Gaston, 2006; Pavoine, 2012) demonstrated both hidden and obvious limitations and possible inconsistency of these approaches in analyzing population diversity and structure. The proposed dissimilarity based methods (Kosman, Leonard, 2007) can be separated into two groups according to the mode of dealing with a matrix of pairwise dissimilarities between individuals. The first group includes methods based on averaging pairwise dissimilarities. Many commonly used diversity parameters can be explained in terms of the average based measures (Kosman, 2003; Kosman, Leonard, 2007). Methods from the second group are based on a solution of the corresponding assignment problem (Kosman, 1996). Prior to analyzing diversity of various systems, the dissimilarity based approaches need a suitable assessment of dissimilarity between the corresponding individual operational units (individuals, communities, populations, clusters, functions, phylogenetic trees etc.). Choice or

development of such coefficients of dissimilarity is the separate challenging problem that might be quite complicated (Kosman, Leonard, 2005). The dissimilarity based methods assess actually functional diversity because each individual is expressed by its functional profile in the space of the selected traits, and these approaches are also applicable to measuring complex diversity for combinations of several groups of descriptors of different types. New approach was proposed to decomposition of total γ -diversity into independent components of α - and β -diversity. Mathematical validity of the average based methods depends on the selected dissimilarity measure, whereas the assignment based approaches are always valid. Finally, the assignment based methods are able to address shortcomings of the commonly used measures of population diversity, and they are preferable in the case of possible association between traits. In light of these properties of dissimilarity based methods, it becomes clear that they may serve as universal tools for diversity analysis, which completely depend on a proper assessment of dissimilarity between elementary individual units.

User friendly software for calculating various genotypic, gene and genetic diversity parameters has been recently developed (Kosman et al., 2008; Schachtel et al., 2012).

Acknowledgements: I am deeply indebted to Prof. Kurt Leonard (University of Minnesota) who focused my attention on problems of diversity analysis in the mid-1990s.

References

- Jost L. Partitioning diversity into independent alpha and beta components. *Ecology*, 2007, 88, p. 2427-2439.
Jost L. GST and its relatives do not measure differentiation. *Molecular Ecology*, 2008, 17, p. 4015-4026.
Kosman E. Difference and diversity of plant pathogen populations: a new approach for measuring. *Phytopathology*, 1996, 86, p. 1152-1155.
Kosman E. Nei's gene diversity and the index of average differences are identical measures of diversity within populations. *Plant Pathology*, 2003, 52, p. 533-535.

Kosman E., Dinoor A., Herrmann A. & Schachtel G. A. *Virulence Analysis Tool (VAT). User Manual. Available online, 2008.*

http://www.tau.ac.il/lifesci/departments/plant_s/members/kosman/VAT.html.

Kosman E. & Leonard K. J. *Similarity coefficients for molecular markers in studies of genetic relationships between individuals for haploid, diploid, and polyploid species. Molecular Ecology, 2005, 14, p. 415-424.*

Kosman E. & Leonard K. J. *Conceptual analysis of methods applied to assessment of diversity within and distance between populations with asexual or mixed mode of reproduction. New Phytologist, 2007, 174, p. 683-696.*

Pavoine S. *Clarifying and developing analyses of biodiversity: towards a generalisation of current approaches. Methods in Ecology and Evolution, 2012, 3, p. 509-518.*

Petchey O. L. & Gaston K. J. *Functional diversity: Back to basics and looking forward. Ecology Letters, 2006, 9, p. 741-758.*

Schachtel G. A., Dinoor A., Herrmann A. & Kosman E. *Comprehensive evaluation of virulence and resistance data: A new analysis tool. Plant Disease, 2012, 96, p. 1060-1063.*

Tuomisto H. *A diversity of beta diversities: straightening up a concept gone awry. Part 1. Defining beta diversity as a function of alpha and gamma diversity. Ecography, 2010a, 33, p. 2-22.*

Tuomisto H. *A diversity of beta diversities: straightening up a concept gone awry. Part 2. Quantifying beta diversity and related phenomena. Ecography, 2010b, 33, p. 23-45.*

Key words: functional diversity, true diversity, dissimilarity based methods, Kosman's assignment based measures, virulence analysis tools.

BREEDING FOR DISEASE RESISTANCES IN WINTER RYE

Miedaner T.

*University Hohenheim, State Plant Breeding Institute,
D-70593 Stuttgart, Germany, miedaner@uni-hohenheim.de*

Winter rye (*Secale cereale* L.) is an important crop in Germany, Poland, Russia, Belorussia, Ukraine, the Scandinavian and Baltic countries used for bread making, feeding, and bioenergy production. Population and hybrid cultivars are for commercial growing. In Germany, about 60% of the total rye acreage are grown by hybrids (Geiger and Miedaner, 2009). Although rye is known to be rather resistant to abiotic and biotic stress factors, several pathogens are reducing grain yield and the quality of the harvest. Among these, the biotrophic fungi leaf rust (*Puccinia recondita* Rob. ex Desmaz.) and stem rust (*P. graminis* F. sp. *secalis* Eriks. & E. Henn) and the necrotrophic fungi ergot (*Claviceps purpurea* (Fr.:Fr.) Tul.) and *Fusarium* head blight (FHB, *Fusarium* spp.) are the most important. Due to mycotoxin concerns, strict regulations exist in the European Union for ergot incidence (<0,05% for human consumption), deoxynivalenol (<1,25 mg kg⁻¹ in uncleaned cereals), and zearalenone (<0,1 mg kg⁻¹). For the biotrophic pathogens qualitative and quantitative resistances were reported, whereas for ergot and FHB only quantitative resistances are available (for definitions see Miedaner and Korzun, 2012).

Leaf rust may occur in Central Europe as early as shortly after flowering, then reducing thousand-grain weight significantly. Stem rust occurs only when it is dry and hot during early summer, preferably in the more continental regions. Resistances to leaf and stem rust are usually not available in German populations, but some East European populations harbor them with high frequencies. These resistances are mainly race-specific and it could be shown for leaf rust that the composition of the rust populations highly varied according to location and year reducing the

opportunity for durable resistances (Miedaner et al., 2012). Ergot is still a problem when it is wet during flowering. Inoculum is available everywhere and low amount of pollen shedding of a cultivar increases the probability of infection (Miedaner et al., 2010a). A possibility for control is, therefore, the use of highly effective restorer genes in hybrid cultivars that secure a high amount of pollen. Additionally, physiological resistance exists as could be shown by significant quantitative variation among pollen-sterile materials (Miedaner et al., 2010b). FHB occurs in rye in much

lower incidence than in wheat, but still mycotoxins are detectable in the harvest. Because 23% of the rye harvest in Germany is used for baking and 30% for feeding, at least a moderate FHB resistance should be implemented in commercial cultivars.

Breeding to disease resistances consists of three stages: (1) identification of resistance sources, (2) effective implementation of resistances into elite breeding programs, (3) buildup of resistant cultivars. Each of these steps needs special knowledge and prerequisites. Amongst the most important are the knowledge of parameters important for breeding (genetic and non-genetic variation, heritability, amount of heterosis) and effective disease assessment techniques. In hybrid rye, resistance breeding is simplified by using inbred lines for reproducible testing, high genotypic variance between these lines, the targeted combination of selected lines, and the possibility to introgress major genes by backcrossing.

Population cultivars are more likely to harbor resistances accumulated by natural selection caused by their outcrossing nature. For ergot and FHB in adapted Central European populations small (ergot) and large

(FHB) quantitative variation, respectively, is already available that can be further improved by recurrent selection procedures. For monogenic resistances, implementation of resistance into elite hybrid breeding programs can be easily done by backcrossing. For quantitative resistances, a multi-stage selection within elite populations with a steady influx of improved materials might be the most promising way. For combining the best components to a new, more resistant variety gene action must be considered. For population cultivars, dominantly inherited resistance genes, like those for leaf and stem rust, are best suited. Ergot and FHB resistances are inherited additively, i. e. both gene pools must be improved to result in a better hybrid. FHB resistance should be selected for both, line and testcross performance caused by a missing correlation. For reducing ergot, introgression of non-adapted genes for pollen-fertility restoration will lead to the fastest success. Improving disease resistance is a steady challenge for the rye breeder.

Key words: ergot, Fusarium head blight, hybrid rye, leaf rust, stem rust.

References

- Geiger H. H., Miedaner T. Rye Breeding. In: M. J. Carena (ed.), 2009: Cereals (Handbook of Plant Breeding), pP. 157–181. Springer, 1st edition, ISBN 0387722947.
- Miedaner T., Korzun V. Marker-assisted selection for disease resistance in wheat and barley breeding // *Phytopathology*, 2012, 102, p. 560–566.
- Miedaner T., Klocke B., Flath K., Geiger H. H., Weber W. E. Diversity, spatial variation, and temporal dynamics of virulences in the German leaf rust (*Puccinia recondita* F. sp. *secalis*) population in winter rye // *European J. of Plant Pathology*, 2012, 132, p. 23–35.
- Miedaner T., Mirdita V., Rodemann B., Drobeck T., Rentel D. Genetic variation of winter rye cultivars for their ergot (*Claviceps purpurea*) reaction tested in a field design with minimized interplot interference // *Plant Breeding*, 2010a, 129, p. 58–62.
- Miedaner T., D nicke S., Schmiedchen B., Wilde P., Wortmann H., Dhillon B. S., Geiger H. H., Mirdita V. Genetic variation for ergot (*Claviceps purpurea*) resistance and alkaloid concentrations in cytoplasmic-male sterile winter rye under pollen isolation // *Euphytica*, 2010b, 173, p. 299–306.

FIRST REPORT OF POWDERY MILDEW CAUSED BY *ERYSIPHE SYRINGAE JAPONICAE* ON *JASMINUM* IN THE WORLD FROM NORTHWESTERN IRAN

Sharifi K. ¹, Davari M. ², Khodaparast S. A. ³

¹ *Department of Plant Protection, College of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran, kowsarsharifi@yahoo.com*

² *Department of Plant Protection, College of Agriculture science, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran*

³ *Department of Plant Protection, College of Agriculture science, University of Guilan, Rasht, Iran*

Jasmine is a genus of shrubs and vines in the olive family (Oleaceae) contains some 200 species. Jasmines are widely cultivated for the characteristic fragrance of their flowers and its leaves are

useful for treating diseases of the mouth and teeth, especially for toothaches as well as essential oil in aromatherapy. *Jasminum grandiflorum* Linn. is well known as a glabrous twining shrub widely grown in gardens throughout Iran. Jasmines are native to tropical and subtropical regions of Asia, Africa, and Australasia. Their center of diversity is in South Asia and Southeast Asia. *J. grandiflorum* are originally native species to Iran. During the summer and fall of 2012, severe symptoms of powdery mildew were observed in samples collected. Disease symptoms included white mycelium amphigenous, effuse or in patches, evanescent to almost persistent on leaves, Chasmothecia scattered to gregarious, mostly 75-115 μm diam., appendages equatorial, stiff, straight to somewhat curved, usually 0,75-1,25 times as long as the diam. of the chasmothecium, apices 4-6 times tightly and regularly dichotomously branched strictly in two dimensions, occasionally deeply forked, tips recurved; asci 3-10, broadly ellipsoid-obovoid, 35-57,6 \times 33,6-

48 μm , sessile or short-stalked, 5-8 spored; ascospores ellipsoid-ovoid 15-23 \times 7,5-14 μm , colourless. The taxonomy around *Erysiphe syringae* and *E. syringae japonicae* is complicated and confusing. Characteristic collections of the North-American *E. syringae* with usually hyaline appendages only pigmented at the very base and with usually 3-6 spored asci are easily distinguishable from typical collections of Asian *E. syringae japonicae* with appendages that are more pigmented, mostly thick-walled throughout and with asci that are 5-8 spored (Braun and Cook, 2012). Also *E. ligustri* is genetically very close to *E. syringae japonicae*, but differs in forming three-dimensionally branched chasmothecial appendages. This is the first report of powdery mildew caused by *E. syringae japonicae* on *Jasminum* in Iran as well as worldwide.

Key words: plant pathology, taxonomy, *erysiphales*, powdery mildew, new host.

PROBLEMS IN PREVENTING HIGH FUSARIUM AND FUSARIUM TOXIN LEVELS IN CEREALS IN NORTHERN EUROPE AS COMPARED TO AFRICA

Yli-Mattila T.¹, Hussien T.^{1,2}

¹ *Molecular Plant Biology, Dept of Biochemistry and Food Chemistry, Univ. of Turku, FI-20014, Turku, Finland, tymat@utu.fi*

² *Mycotoxins Lab, Department of Food Toxicology and Contaminant, National Research Center, Dokki, Cairo, Egypt*

DON and T-2/HT-2 levels and the levels of *F. graminearum* and *F. langsethiae* have been increasing in cereals in northern Europe, especially in oats. In Africa fumonisins produced by *F. verticillioides* are the most important Fusarium toxins in cereals, especially in maize.

Key words: mycotoxins, *Fusarium graminearum*, *F. langsethiae*, *F. verticillioides*, northern Europe, Africa.

Detection and quantification of Fusarium species is important e. g. in breeding and fungicide testing and it can also be used for estimating the risk for mycotoxins before and after harvesting. It is relatively easy to detect Fusarium head blight caused by *F. graminearum* and *F. culmorum* in wheat, but it is difficult to detect Fusarium head blight in oats and barley. The symptoms of T-2 toxin-producing *F. langsethiae* and *F. sporotrichioides* are difficult to detect in all cereals.

In Northern Europe the highest mycotoxin levels are found in oats (e. g. Yli-Mattila et al., 2009). The

detection problems can be solved by developing quantitative PCR methods and other molecular methods, by which it is also possible to quantify fungal biomass and to detect different chemotypes. Alternatively, Fusarium species can be detected by measuring mycotoxins, but chromatographic methods are expensive and slow, while there are often specificity problems with antibody based detection methods.

Chemically trichothecenes, which are produced by Fusarium species, can be divided to type A (e. g. T-2 and HT-2 toxins and diacetoxyscirpenol (DAS))

and B (e. g. deoxynivalenol (DON) and nivalenol (NIV)) trichothecenes and their mono- and diacetylated derivatives (e. g. 3ADON, 15ADON and fusarenon X). Most of the genes for trichothecene synthesis are situated in a big cluster in the fungal genome (McCormick et al., 2011).

F. graminearum is the main DON-producer in Europe. DON-contaminated feed and food can cause vomiting syndrome in animals and humans (D'Mello et al., 1999). For DON the highest allowed level in European Union (EU) for human food is 1750 ppb in oats, durum wheat and maize and 1250 ppb in most other cereals. For baby food the levels are lower and for animal feed they are higher.

European regulations for NIV, T-2 and HT-2 toxins are under evaluation. The maximum limit of DON in Russia and China is 1000 ppb for several cereals used for human food. In Japan the provisional limit for DON in wheat is 1100 ppb. In Russia the maximal limit of T-2 toxin in cereals is 100 ppb. Mycotoxin NIV is not regulated anywhere. For feed the maximum limit of DON in EU is 900-12000 ppb.

There have been several surveys of T-2 and HT-2 toxins in northern Europe during the last 25 years (Edwards et al., 2009; Yli-Mattila, 2010). In these surveys high T-2/HT-2 levels have most often been found in oats.

In Denmark highest DON levels were found in wheat (Nielsen et al., 2011), while in other Nordic countries the highest DON levels have been found in oats during the last years. This has also resulted lower germination percentages in oats seeds. In 2012 the exceptionally high DON levels in oats (Cerveg database/ Veli Hietaniemi) were connected to the exceptionally high precipitation levels and delayed harvesting in Finland. In 2000 high NIV levels (200-3700 ppb) were also detected in barley in Finland and in north-western Russia (Yli-Mattila et al., 2002).

The greatest tragedy due to the *Fusarium* toxins in Europe took place in former Soviet Union before and during World War II, when harvesting was delayed. The alimentary toxic aleukia (ATA) outbreaks in Russia were probably due to T-2 toxin-producing *Fusarium* species and similar symptoms were obtained by treatment of extracts from ATA-associated grain samples or pure cultures of *F. sporotrichioides* (Sarkisov, 1954; Joffe, 1986; Desjardins, 2006).

The 3ADON chemotype of *F. graminearum* is prevalent in Scandinavia, Finland and north-western Russia, while the 15ADON chemotype of *F. graminearum* is more common in the more southern areas in Europe and China. Both chemotypes of *F. graminearum* are common in the Russian Far East together with the 3ADON chemotype of *F. ussurianum* and the 15ADON chemotype of *F. vorosii*. *F. poae* and *F. sporotrichioides* belong to type A trichothecene producers, but only a few *F. poae* isolates can produce

small amounts of T-2 and HT-2 (Yli-Mattila, 2010). NIV is the main mycotoxin produced by *F. poae*. *F. langsethiae* is a new European species of type A trichothecene producer. *F. langsethiae* can be divided into two lineages. T-2-producing *F. sibiricum* isolates, which are morphologically like *F. poae*, have a unique long TG repeat in ribosomal IGS region. *F. sibiricum* is distributed in Siberia and Russian Far East with two single isolates from Norway and Iran. So, it is probable that the actual distribution of *F. sibiricum* will be much larger than the present known distribution (Yli-Mattila et al., 2011).

Fumonisin are mainly produced by *Fusarium verticillioides* and *Fusarium proliferatum*. The occurrence of fumonisins in home-grown corn was associated with the high rate of human esophageal cancer in Iran (Shephard et al., 2000). The International Agency for Research on Cancer (IARC) considers fumonisins as possibly carcinogens to humans. Corn-based food products are the main source of fumonisins (Covarelli et al., 2011).

In East Africa DON was detected in wheat with levels up to 2,34 mg/kg in wheat (Okoth, 2012). The levels of fumonisins in maize can be as high as 3,6-11,6 mg/kg in East Africa (Kedera, 1999).

T-2 toxin-producing *Fusarium* species are relatively common in Nordic countries, especially in oats. The detection problems of T-2 toxin producing species can be solved by developing quantitative PCR methods and other molecular methods, by which it is also possible to quantify fungal biomass and to detect different chemotypes. It is also possible to use primers, which are specific for several closely related *Fusarium* species producing the same toxins. Alternatively, *Fusarium* species can be detected by measuring mycotoxins, but chromatographic methods are expensive and slow, while there are often specificity problems with antibody based detection methods.

In Africa the trichothecenes in cereals are mainly produced by members of the *Fusarium graminearum* species complex. Food quality in African countries is threatened by lack of financial resources, infrastructure, climate change, lack of technological knowledge, inappropriate crop varieties, poor harvesting methodologies, and bad storage conditions. In Europe and Asia there are limits for many mycotoxins in crops, which cause a high risk of rejection of African crops by European and Asian countries. Maize and wheat are the most important crops in Africa and they are susceptible to contamination by *Fusarium* toxins, such as fumonisins and trichothecenes.

Fumonisin are mainly produced by *Fusarium verticillioides* and *F. proliferatum* in areas with high temperature. Corn-based food products have a higher risk for *Fusarium* mycotoxins than food products from other cereals (Covarelli et al., 2011).

References

- Cerveg database/Veli Hietaniemi*. <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/kasper/pelto/peltopalvelut/cerveg>, (in Finnish).
- Covarelli L., Beccari G., Salvi S. Infection by mycotoxigenic fungal species and mycotoxin contamination of maize grain in Umbria, central Italy // *Food and Chemical Toxicology*, 2011, 49 (9), p. 2365–2369.
- Desjardins A. E. *Fusarium Mycotoxins Chemistry, Genetics and Biology*. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA, 2006.
- D'Mello J. P. F., Placinta C. M., Macdonald A. M. C. *Fusarium mycotoxins: a review of global implications for animal health, welfare and productivity* // *Animal Feed Science and Technology*, 1999, 80, p. 183–205.
- Edwards S. G., Barrter-Guillot B., Clasen P. E., Hietaniemi V., Pettersson H. Emerging issues of HT-2 and T-2 toxins in European cereal production // *World Mycotoxin J.*, 2009, 2, p. 173–179.
- Joffe A. Z., *Fusarium species: Their biology and toxicology*. J. Wiley & Sons, New York, USA, 1986.
- Kedera C. J., Plattner R. D., Desjardins A. E. Incidence of *Fusarium* spp. and levels of fumonisin B1 in maize in western Kenya // *Applied and Environ. Microbiol.*, 1999, 65, p. 41–4.
- McCormick S., Stanley A. M., Stover Ni. A., Alexander N. J. *Trichothecenes: From Simple to Complex Mycotoxins* // *Toxins*, 2011, 3, p. 802–814.
- Nielsen L. K., Jensen J. D., Nielsen G. C., Jensen J. E., Spliid N. H., Thomsen I. K., Justesen A. F., Collinge D. B., Jorgensen L. N. *Fusarium head blight of cereals in Denmark: Species complex and related mycotoxins* // *Phytopathology*, 2011, 101, p. 960–969.
- Okoth S., Nyongesa B., Ayugi V., Kang'ethe E., Korhonen H., Joutsjoki V. *Toxigenic potential of Aspergillus species occurring on Maize Kernels from Two Agro-Ecological Zones in Kenya* // *Toxins*, 2012, 4, p. 991–100.
- Sarkisov A. K. *Mycotoxicoses*. Agricultural State Publishing House, Moscow, Russia (in Russian), 1954.
- Shephard G. S., Marasas W. F., Leggott N. L., Yazdanpanah H., Rahimian H., Safavi N. *Natural occurrence of fumonisins in corn from Iran* // *J. of Agricultural and Food Chemistry*, 2000, 48, p. 1860–1864.
- Yli-Mattila T., Paavanen-Huhtala S., Parikka P., Konstantinova P., Gagkaeva T., Eskola M., Rizzo A. *Occurrence of Fusarium fungi and their toxins in Finnish cereals in 1998 and 2000* // *J. of Applied Genetics*, 2002, 43A, p. 207–214.
- Yli-Mattila T., Parikka P., Lahtinen T., Ramo S., Kokkonen M., Rizzo A., Jestoi M., Hietaniemi V., In Gherbawy, Y., Mach, R. L., Rai, M. (Eds.), *Fusarium DNA levels in Finnish cereal grains, Current Advances in Molecular Mycology*, Nova Science Publishers, Inc., New York, USA, 2009, p. 107–138.
- Yli-Mattila T. *Ecology and evolution of toxigenic Fusarium species in cereals in northern Europe and Asia* // *J. of Plant Pathology*, 2010, 92, p. 7–18.
- Yli-Mattila T., Ward T., O'Donnel, K., Proctor R. H., Burkin A., Kononenko G., Gavrilova O., Aoki T., McCormick S. P., Gagkaeva T. *F. sibiricum* sp. nov; a novel type A trichothecene-producing *Fusarium* from northern Asia closely related to *F. sporotrichioides* and *F. Langsethiae* // *Inter. J. of Food Microbiology*, 2011, 147, p. 58–68.