

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН  
Научно-образовательный центр БИН РАН  
Совет молодых ученых БИН РАН  
Русское ботаническое общество

**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**  
**III (XI) Международной Ботанической Конференции**  
**молодых ученых в Санкт-Петербурге**  
4 – 9 октября 2015 года

*III (XI) International Botanical Conference  
of Young Scientists*



**Saint-  
Petersburg**

**4 - 9 October  
2015**

RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES  
Komarov Botanical Institute of Russian Academy of Sciences,  
Scientific Educational Center of Komarov Botanical Institute,  
Council of Young Scientists of Komarov Botanical Institute,  
Russian Botanical Society

**PROCEEDINGS**  
**of III(XI) International Botanical Conference**  
**of Young Scientists in Saint-Petersburg**  
4 – 9 October 2015

Санкт-Петербург  
Saint-Petersburg

2015

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН  
Научно-образовательный центр БИН РАН  
Совет молодых ученых БИН РАН  
Русское ботаническое общество

**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**  
**III (XI) Международной Ботанической Конференции**  
**молодых ученых в Санкт-Петербурге**  
4 – 9 октября 2015 года



RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES  
Komarov Botanical Institute of Russian Academy of Sciences  
Scientific Educational Center of Komarov Botanical Institute  
Council of Young Scientists of Komarov Botanical Institute  
Russian Botanical Society

**PROCEEDINGS**  
**of III(XI) International Botanical Conference**  
**of Young Scientists in Saint-Petersburg**  
4 – 9 October 2015

Санкт-Петербург  
Saint-Petersburg

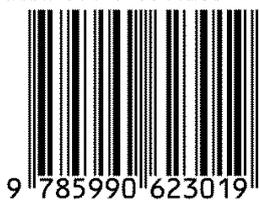
2015

УДК 581: 582: 58.006:502.75

Тезисы докладов III (XI) Международной Ботанической Конференции молодых ученых в Санкт-Петербурге 4 – 9 октября 2015 года. СПб.: БИН РАН, 2015. 170 с.

Proceedings of III(XI) International Botanical Conference of Young Scientists in Saint-Petersburg 4 – 9 October 2015. Saint-Petersburg, Komarov Botanical Institute, 2015. 170 p.

ISBN 978-5-9906230-1-9



Оргкомитет конференции:

**Проф., д.б.н. В.Т. Ярмишко, директор БИН РАН, вице-президент РБО (председатель);**  
М.С. Бондаренко, к.б.н. Г.Ю. Виноградова, к.б.н. С.В. Волобуев, к.б.н. О.Н. Воронова,  
к.б.н. Л.В. Гагарина, А.А. Гниловская, к.б.н. Е.О. Головина, к.б.н. П.Г. Ефимов (**заместитель**  
**председателя**), к.б.н. Е.Л. Ильина, Ю.Г. Калугин, к.б.н. А.П. Кораблев, А.В. Леострин,  
к.б.н. Н.А. Медведева, А.О. Пестеров, к.б.н. О.А. Пестерова, к.б.н. Н.В. Петрова, С.С. Попова,  
К.В. Сазанова, к.б.н. С.В. Сенник, С.В. Смирнова, к.б.н. А.В. Степанова, к.б.н. Е.В. Тютерева.

© Коллектив авторов, 2015

© Совет молодых ученых ФГБУН Ботанического института  
им. В.Л. Комарова РАН, 2015

## Участникам III (XI) Международной Ботанической конференции молодых ученых в Санкт-Петербурге

Глубокоуважаемые участники конференции! Дорогие коллеги!

Мы рады приветствовать Вас в нашем замечательном городе Санкт-Петербурге, где расположены многочисленные садово-парковые ансамбли, Ботанические сады, НИИ РАН, кафедры ботаники в Университетах и, конечно, Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН. Наш институт в 2014 году отметил свой 300-летний юбилей и по праву признан одним из ведущих ботанических центров страны и мира! Предшественниками Института были два учреждения: Аптекарский огород и Ботанический музей. Многие годы оба эти учреждения принадлежали разным ведомствам и развивались самостоятельно, несмотря на то, что в течение многих лет их связывала «личная уния» - многие выдающиеся русские ботаники работали одновременно в двух учреждениях. 1930 год был переломным в истории ботанических исследований страны. Передача Ботанического сада в систему Академии наук СССР предreshала будущее объединение его с академическим Ботаническим музеем, и тем самым ликвидацию параллелизма в организации ботанических исследований, который существовал целое столетие. В 1931 г., на очередной сессии Академии наук СССР, было принято постановление о создании единого Ботанического института.

Место Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН в ряду ботанических учреждений мира в настоящее время определяется не только размахом современных научных исследований, относящихся почти ко всем разделам ботаники, и огромным объемом научной продукции, но и богатством накопленных коллекций - в гербариях, в оранжереях, в музее, в лабораториях и в библиотеке.

Ботанический институт кроме фундаментальных исследований всегда уделял большое внимание вопросам образования и научной деятельности молодежи. В настоящее время в институте совместно с ведущими университетами созданы учебно-научные центры, где студенты и аспиранты осуществляют научные исследования, готовят квалификационные работы. Ведущие ученые института читают специальные курсы лекций и проводят практические занятия с магистрами и аспирантами. Молодые ботаники из различных регионов страны проходят стажировку в научных подразделениях БИН, под руководством ведущих ученых института готовят и защищают диссертационные работы.

Всем участникам III (XI) Международной Ботанической конференции молодых ученых в Санкт-Петербурге желаем плодотворной работы на заседаниях, увлекательных ботанических экскурсий и приятного времяпрепровождения. Вам предстоит обсудить современные проблемы ботаники, подвести очередной итог Ваших достижений и наметить основные направления развития ботаники на перспективу.

Желаем успешного осуществления Ваших творческих замыслов!

Удачи всем и во всем!

Директор ФГБУН Ботанического института  
им. В. Л. Комарова РАН, проф.

В. Т. Ярмишко



## I. СИСТЕМАТИКА И ФИЛОГЕНИЯ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ

### Использование морфологических и молекулярных признаков в систематике растений на примере крупного рода *Schefflera* (*Araliaceae*, *Apiales*)

Employment of morphological and molecular data in plant systematics: a case study of species-rich genus *Schefflera* (*Araliaceae*, *Apiales*)

Нуралиев М.С.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия  
*max.nuraliev@gmail.com*

Построение филогенетических систем различных групп растений в "домолекулярную" эпоху основывалось на представлениях экспертов-ботаников о родственных взаимоотношениях видов. Эти представления являлись результатом субъективной оценки сведений о морфологическом разнообразии той или иной группы и предположений о направленности эволюции признаков в этой группе. Появление массовых молекулярных данных (под которыми в данном контексте подразумевают данные о последовательности нуклеотидов ДНК) кардинально изменило процедуру реконструкции филогении таксонов. В противоположность морфологическим признакам, молекулярные признаки (т.е. тип нуклеотида в каждой позиции) плохо поддаются экспертному анализу, но легко формализуются для математической обработки. Таким образом, при построении молекулярной филогении от исследователя зависит только выбор признаков (участка ДНК) и алгоритма их обработки, но не заключение о филогенетической близости. Это позволяет характеризовать данный метод как более объективный и универсальный. С другой стороны, молекулярная филогенетика как метод имеет ряд ограничений, и задача поиска способов проверки для нее вполне актуальна.

На начальных этапах развития молекулярно-филогенетического подхода отношение исследователей к нему было очень неоднородным: от полного неприятия до стремления перестроить всю систему высших растений на основе исключительно молекулярных признаков. К настоящему моменту сформировался общепринятый стандарт филогенетического исследования, в котором, как и следовало ожидать, нашлось место и для молекулярных, и для морфологических данных.

В рамках этого стандарта мы провели исследование одной из сложных групп родства покрытосеменных растений – азиатской группы видов рода *Schefflera* семейства *Araliaceae*. Мы воспользовались распространенным методом сопоставления молекулярных и филогенетических данных – наложением, или картированием, морфологических признаков на молекулярно-филогенетическое дерево. Наш пример иллюстрирует преимущества совместного применения двух типов данных, а также некоторые проблемы и пути их решения.

1. Состояния морфологических признаков в нашем исследовании константны в пределах крупных клад молекулярно-филогенетического дерева, т.е. согласованность морфологических и молекулярных данных достаточно высока. Это говорит о том, что дерево является в целом правдоподобной реконструкцией филогении.

2. Некоторые фрагменты дерева плохо разрешены и имеют низкую поддержку узлов – в таких случаях молекулярные данные (по крайней мере, используемый нами участок ДНК) не выявляют родственные отношения, и при разработке деталей филогенетической системы решающую роль будет играть морфология видов.

3. Только один из изученных нами морфологических признаков полностью согласуется с деревом: две главные клады характеризуются разным состоянием этого признака, в пределах каждой из них признак константен. Эволюция остальных семи признаков более сложна и включает случаи гомоплазии (конвергенции и реверсии). Без использования молекулярно-филогенетического подхода обнаружить гомоплазию практически невозможно, так как не с чем сопоставить морфологические данные. Между тем, на основании изученных нами признаков с гомопластичной эволюцией были построены домолекулярные системы рода *Schefflera*. Как теперь ясно, они неадекватно отражали филогению рода, т.к. исходили из морфологических сходств без учета гомоплазии.

Итог нашей работы – реконструированная филогения азиатских видов рода *Schefflera*, которая протестирована на правдоподобие путем сравнения с морфологическим разнообразием и в которой обозначены недостаточно разработанные фрагменты. Такую филогению можно использовать как основу для подразделения группы на внутривидовые таксоны, при этом нами выявлены признаки, совокупность которых позволяет дать этим таксонам морфологическую характеристику и составить определительные ключи.

Работа поддержана РФФИ, проект № 15-04-05836.

### Молекулярно-филогенетическое исследование рода *Elymus* s.l. (*Triticeae*, *Poaceae*)

Molecular phylogenetic study of the genus *Elymus* s.l. (*Triticeae*, *Poaceae*)

Добрякова К.С.

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия  
*kdobryakova@mail.ru*

В рамках данного исследования были секвенированы и проанализированы 38 нуклеотидных последовательностей фрагмента ITS1-5.8S<sub>r</sub>RNA-ITS2 ядерного генома видов рода *Elymus*, одного вида рода *Elytrigia*, одного вида рода *Psathyrostachys*, одного вида рода *Elyhordeum*, трех последовательностей ITS видов

рода *Agropyron* флоры России; часть последовательностей была взята из базы данных GenBank. Молекулярно-филогенетические деревья, реконструированные методами NJ и Bayes, продемонстрировали, что виды рода *Elymus* имеют 3 гаплотипа: 1) гаплотипы группы А, найденные у видов секций *Turczaninovia*, *Gouldardia* и *Elymus* рода *Elymus* и вида *Elytrigia geniculata* (Trin.) Nevski; 2) гаплотипы группы В, характерные для видов секций *Gouldardia* и *Turczaninovia* рода *Elymus*; 3) гаплотипы группы С, характерные для видов секций *Gouldardia* и *Clinelymopsis* рода *Elymus* и вида *Elytrigia repens* Desv.

Результаты молекулярно-филогенетического исследования 16 последовательностей *trnL-trnF* хлоропластного генома видов рода *Elymus*, двух видов рода *Agropyron*, секвенированных нами или взятых из базы данных GenBank, показали, что виды *Elymus* секций *Turczaninovia*, *Gouldardia*, *Clinelymopsis*, *Elymus* и *Elytrigia tauri* (Boiss. & Balansa) Tzvelev образуют общие клады на молекулярно-филогенетических деревьях, построенных методами NJ и Bayes. Деревья, построенные по нуклеотидным последовательностям фрагментов ITS и *trnL-trnF*, продемонстрировали особенно близкое родство видов *Elytrigia* и видов *Elymus*.

Работа поддержана РФФИ 15-04-06438-мол-а, 14-04-01416 и программой «Динамика генофондов».

### Опыт монографической ревизии рода любка (*Platanthera: Orchidaceae*) Азии

Monographic taxonomic study of genus *Platanthera* (*Orchidaceae*) in Asia

Ефимов П.Г.

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

*efimov@binran.ru, efimov81@mail.ru*

Род любка – один из наиболее крупных и сложных в таксономическом отношении родов орхидных Азии. Широко известный вид *Platanthera bifolia* (L.) Rich. является крупным и красивоцветущим растением по сравнению с другими азиатскими видами, которые в большинстве мельче и имеют невзрачные зеленые цветки. Это в основном и определяло малый интерес к этому роду со стороны специалистов.

На основании изучения материалов 41 гербарной коллекции (обработано более 6000 гербарных листов) была составлена таксономическая ревизия в форме монографии, включающая ключи для определения, морфологические описания каждого вида, перечень исследованных образцов, морфологические рисунки и карты ареалов каждого вида. Представленная ревизия рода и ключи принципиально отличаются от прежде публиковавшихся источников, из которых основным является англоязычная «Flora of China»; расхождения связаны с переосмыслением строения колонки некоторых групп видов, а также с таксономическими новациями. Сравнивая наши данные со списком из этой флоры, 8 видов поставлены нами в синонимы к другим; 3 из приводящихся видов по нашим данным в Китае не встречаются; для 3 видов предложены приоритетные названия, и добавляются 5 новых видов, которые или восстановлены из синонимов, или прежде не были известны из Китая, или не были еще в то время описаны. Также в монографии предлагается новая система рода в мировом объеме, включающая 5 секций – *Platanthera*, *Tulotis*, *Dolichostachyae*, *Fimbriatae* и *Blephariglottis*; азиатские представители рода преимущественно относятся к первым двум секциям, в то время как прочие секции представлены в основном в Северной Америке и не служили предметом детального изучения.

Согласно нашим данным, в Азии обитает 78 видов. Из них 4 вида (*P. ovatilabris* X.H. Jin et Efimov, *P. dulongensis* X.H. Jin et Efimov, *P. epiphytica* Aver. et Efimov, *P. miniangustata* Efimov) впервые описаны для науки как новые при участии автора. В процессе подготовки монографии лекто- или неотипифицировано 45 таксонов.

### Результаты микросателлитного (SSR) и межмикросателлитного (ISSR) анализов перистых ковылей группы родства *Stipa dasyphylla* Европейской части России

Results of SSR- and ISSR-analyses of *Stipa dasyphylla* group feather grasses from the European part of Russia

Копылов-Гуськов Ю.О.

Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, Москва, Россия

*yurez-kg@yandex.ru*

Вследствие того, что ковыли (*Stipa*) являются «сложной» таксономической группой и одновременно одними из важнейших ценозообразователей степных сообществ, во все большее число работ посвящено применению к ним молекулярно-генетических методов исследований. Применительно к ковылям наиболее пригодными оказались методы, работающие на микроэволюционном уровне. Значительное число таких исследований проведено для территорий Европы и Китая, данных же по России крайне мало.

Нами был проведен микросателлитный (SSR) анализ 115 образцов из популяций четырех близких видов перистых ковылей для территории Европейской части России (Курская, Оренбургская, Ростовская области, Краснодарский край) – *Stipa dasyphylla* (Lindem.) Trautv., *S. pontica* P.A. Smirn., *S. ucrainica* P.A. Smirn., *S. zaleskii* Wilensky ex P.A. Smirn. и двух популяций (Белгородская и Ростовская области), видовая принадлежность которых вызывала сомнения, а также дополнительный межмикросателлитный (ISSR) анализ *S. ucrainica* и *S. zaleskii* для Ростовской области. Для SSR-анализа по результатам предварительного тестирования были подобраны 6 пар адекватно работающих праймеров: SP18, SP152, SP185, SP419, Asi024, Asi061; для ISSR-анализа мы использовали праймеры HB12, HB13, M2, M4, UBC868.

Нами были выявлены обособленность популяции *S. zaleskii* из Оренбургской области от всех остальных исследованных популяций, значительные отличия между популяциями разных видов, произрастающими на одной территории. Также полученные данные говорят в пользу отнесения растений неясной видовой принадлежности из Ростовской области к *S. ucrainica* и возможного гибридного происхождения (*S. dasphylla* × *S. ucrainica*) популяции из Белгородской области.

Работа поддержана грантом РНФ № 14-50-00029 и грантом РФФИ № 14-04-01094а.

### Генетический контроль происхождения проб древесины хвойных видов растений Molecular methods as a tool for elucidation the geographic origin of wood samples of conifers

Красильников В.П., Нечаева Ю.С., Пришнинская Я.В., Боронникова С.В.

Пермский государственный университет, Пермь, Россия

*trait969@gmail.com*

Молекулярно-генетические исследования древесины хвойных видов растений, а также исследования древесины палеоботанических образцов приобретают все большую актуальность.

Проведен молекулярно-генетический анализ на популяционном уровне у двух видов растений из семейства *Pinaceae*: *Larix sibirica* Ledeb. и *Pinus sylvestris* L. Исследованы 10 популяций *L. sibirica* на Урале и 8 популяций *P. sylvestris* на востоке Русской равнины. Экстракция ДНК из хвои проведена по методике Ю.С. Нечаевой с соавторами (2011). Для выделения ДНК из древесины модифицирована методика П.С. Новикова (2012). Молекулярно-генетическая идентификация проведена по С.В. Боронниковой (2009).

Молекулярно-генетический анализ выявил у *L. sibirica* 123 ISSR-PCR маркера, из которых 117 являлись полиморфными ( $P_{95}=0,951$ ); а у *P. sylvestris* – 125 ISSR-PCR маркера, из которых 120 были полиморфны ( $P_{95}=0,960$ ). Для молекулярно-генетической идентификации популяций *L. sibirica* отобраны 4, а для популяций *P. sylvestris* – 5 информативных ISSR-PCR праймеров. Для двух изучаемых родов (*Larix*, *Pinus*) и двух видов (*L. sibirica*, *P. sylvestris*) выявлены идентификационные молекулярные маркеры. Уникальные ISSR-PCR маркеры отмечены у *L. sibirica* из 10 изученных в 4, а у *P. sylvestris* – из 8 изученных также в 4 популяциях.

Таким образом, для изучения вымерших и ныне живущих древних видов растений на популяционном уровне перспективно использование молекулярно-генетических данных при генетическом контроле происхождения древесины и анализе палеоботанических образцов.

Работа выполнена при частичном финансировании базовой части государственного задания Минобрнауки России (проект 144, № гос. рег. 01201461915).

### Исследование комплекса *Poa intricata* (*Poaceae*) на территории Сибири с помощью ISSR-маркеров A study of *Poa intricata* complex (*Poaceae*) in Siberia by ISSR markers

Мезина Н.С., Олонова М.В., Баяхметов Е.Ж.

Томский государственный университет, Томск, Россия

*n.s.mezina@gmail.com*

Исследование частот отдельных состояний качественных признаков, по которым различаются *P. palustris* L. и *P. nemoralis* L. на шести популяциях показали, что почти все они, в основном, встречаются хаотично, встречаясь в самых разных сочетаниях по всему Сибирскому региону. Наиболее изменчивой оказалась выборка из Томской области, взятая из области распространения двух родительских видов *P. nemoralis* и *P. palustris* и их гибрида, известного под названием *P. intricata* Wein. Наименее изменчивой оказалась выборка из Кемеровской области. В популяциях из Магаданской и Томской областей присутствуют особи, сочетающие признаки обоих видов. Различные состояния исследуемых признаков практически не образуют устойчивых сочетаний, имеющих определенную географическую приуроченность, что свидетельствует о панмиксии.

Исследование генетического разнообразия этих видов с помощью метода ISSR не выявило четких различий между видами. Такое генетическое сходство сибирских материалов может свидетельствовать о гибридной природе включенных в анализ образцов. Тем не менее, исследование с помощью метода ISSR, позволило выявить относительно высокое генетическое разнообразие исследованных популяций.

Проведенные морфологические и молекулярно-генетические исследования не выявили четкого географического и систематического различия между мезоморфными видами *P. palustris* и *P. nemoralis*, поэтому можно говорить о гибридной природе всех исследованных популяций.

### Особенности строения чашечки в подтрибе *Menthinae* (*Lamiaceae*) The structure of the calyx in subtribe *Menthinae* (*Lamiaceae*)

Мельников Д.Г.

Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

*denisteplo@gmail.com*

В связи с построением системы рода *Clinopodium* и определением его границ, потребовался поиск маркерных морфологических признаков, согласующихся с данными филогенетического анализа. Наше внимание

привлекло строение и особенности жилкования чашечки. Ранее были сделаны попытки использовать признаки этого органа для целей систематики как семейства в целом (Ryding, 2007), так и для ряда родов, например, *Scutellaria*, для которого признак строения чашечки для внутриродовой систематики использовался очень давно. Мы проанализировали 30 образцов видов, которые в прошлом относили к родам: *Clinopodium*, *Calamintha*, *Acinos*, *Ziziphora*, *Micromeria* и *Antonina*. Наше внимание привлекло неодинаковое жилкование чашечки, а именно то, каким образом происходит срастание жилок на всем их протяжении.

Нами было выделено четыре типа жилкования чашечки, и каждый из них оказался характерным для некоторых родов. К *Clinopodium*-типу (1) относятся чашечки с 13 жилками, из которых 6 относятся к нижней и 7 к верхней губе. Нижняя губа: 6 нижних жилок распадаются на две пары, идущие к двум нижним зубцам, по 3 жилки в каждой паре, жилки в каждой паре сливаются у кончика зубца. Верхняя губа: 3-я и 5-я жилки являются общими для среднего и боковых зубцов, в выемке между зубцами эти жилки вильчато разветвляются, одна ветвь уходит в боковой зубец, другая – в центральный зубец. Все жилки и их ветви сливаются на конце зубца. *Micromeria*-подтип: жилкование аналогичное, но жилок может быть 13-15 (некоторые жилки верхней губы могут не сливаться). К *Ziziphora*-типу (2), который в целом похож на первый, относятся чашечки с 13 жилками, но часть жилок (обычно 2-3) нижней и/или верхней губы истончаются близ основания зубцов и исчезают. *Macromelissa*-тип (3), в отличие от первого типа, имеет боковые жилки нижней (1-я и 7-я) и верхней (1-я и 5-я) губы, которые срастаются между собой обычно близ зева, но если срастание произошло у основания трубки, то может показаться, что жилок 11. *Antonina*-тип (4): похож на первый тип, но 1-я, 3-я, 5-я и 7-я жилки верхней губы очень тонкие, едва заметные, но присутствуют и сливаются на кончике зубца.

### Использование интрона гена *trnL* в вопросах систематики *Sileneae*

#### Application of the *trnL* intron for *Sileneae* systematics

Михайлова Ю.В.

Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

*YMikhaylova@binran.ru*

В систематике трибы *Sileneae* (*Caryophyllaceae*) много неразрешенных вопросов. Системы, предложенные разными монографами, сильно различаются по числу принимаемых родовых таксонов и внутриродовой классификации *Silene* (Greuter, 1995; Oxelman et al., 2001; Цвелёв, 2001; Лазьков, 2006). Значительный прогресс в построении системы трибы был достигнут благодаря использованию методов молекулярной филогении (Oxelman, Liden, 1995; Oxelman et al., 1997; Frajman et al., 2009; Rautenberg et al., 2010). Но результаты многих молекулярно-филогенетических исследований вступают в противоречие с системами, построенными с использованием морфолого-географического подхода. Кроме того, на многие вопросы систематики трибы молекулярные методы не могут дать однозначного ответа из-за низкого разрешения ветвей на филогенетическом дереве. Филогенетические деревья представителей *Sileneae*, построенные по одному хлоропластному маркеру *rps16*, имеют ещё меньше разрешенных ветвей, чем дерево ITS (Oxelman et al., 1997). Показано, что для полностью разрешенного филогенетического дерева необходимо использовать сочетание нескольких маркеров, чтобы получить более 33000 молекулярных признаков (Egíxon, Oxelman, 2008).

Мы проанализировали полученные нами и экспортированные из GenBank 144 последовательности представителей трибы *Sileneae*. В ряде случаев для секвенирования интрона пришлось использовать дополнительные внутренние праймеры из-за высокого содержания АТ в последовательностях. Использование для филогенетической реконструкции информации по инделям (простое кодирование) значительно увеличивало разрешенность дерева: число клад с апостериорной вероятностью более 50 % увеличилось с 41 до 62. Также визуальная оценка крупных инделей и анализ их как синапоморфных признаков может служить дополнительным инструментом проверки филогенетических гипотез. Например, были обнаружены синапоморфные индели для *Pleconax* и *Lychnis* s.l.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 2015-15-04-06-438.

### К вопросу о самостоятельности видов рода *Catabrosa* (*Poaceae*): данные молекулярно-филогенетического анализа

The taxonomic status of some species of *Catabrosa* (*Poaceae*) as revealed by molecular phylogenetic analysis

Носов Н.Н., Нагнибеда Н.Н., Коцеруба В.В., Пунина Е.О., Родионов А.В.

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

*nnosov2004@mail.ru*

*Catabrosa* (поручейница) – это небольшой род околводных злаков, относящийся к трибе *Poeae*. Достаточно долгое время он считался монотипным, включающим только *Catabrosa aquatic* (L.) P. Beauv. Однако, Н. Н. Цвелёв в обработке рода в 2013 г. предложил разделить его на ряд самостоятельных видов.

В связи с разделением прежде монотипного рода большой интерес представляет молекулярно-филогенетическое изучение видов *Catabrosa*. Для анализа мы использовали последовательности ITS и *trnL-trnF*.

Деревья, построенные по ядерным (ITS) и хлоропластным (trnL-trnF) сиквенсам методом Maximum Likelihood, в целом совпадают по топологии. Все виды *Catabrosa* по ITS попадают в монофилетическую подтрибу *Puccinelliinae*, сестринскую к *Poa* s. str. и *Poinae*. Внутри рода по ITS-последовательностям хорошо выделяются алтайские октоплоиды ( $2n=40$ ), среднеазиатский тетраплоид ( $2n=20$ ) *C. capusii* Franch. + *C. aquatica* из Испании (возможно, тоже самостоятельный вид), североазиатский *C. minor* (Bab.) Tzvel. + балтийский *C. kneuckeri* Tzvel. Заметим явную обособленность алтайских видов с преобладанием одноцветковых колосков от европейских видов с этой же чертой. Последовательности ITS диплоидного *C. pseudairoides* (J. Herzm.) Tzvel. из разных мест попадают в разные клады древа. Одна из них сестринская к ITS остальных видов *Catabrosa*, вторая группируется с *C. kneuckeri*. Возможно, во втором случае это результат древнего родства приморских видов *Catabrosa* или преимущественное сохранение именно ITS первичного диплоидного генома в геномном наборе *C. kneuckeri*.

По trnL-trnF хорошо отделяется от остальных только среднеазиатская *C. capusii*. В целом, по-видимому, виды *Catabrosa* по материнской линии довольно молодые и эволюционно не разошедшиеся.

Таким образом, наше исследование показывает правомочность разделения прежде монотипного рода, в чем свидетельствуют данные анализа ITS, и предлагает предварительные гипотезы по происхождению различных видов *Catabrosa*.

Работа была выполнена на средства грантов РФФИ № 12-04-31524, 12-04-01470, 14-04-01416 и программы «Динамика генофондов».

### К систематике и морфологии *Mzymtella sclerophylla* Systematics and morphology of the *Mzymtella sclerophylla*

Оганджян А.А.

Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь, Россия  
ssvc2@mail.ru

На территории России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР) произрастают 67 видов рода *Campanula*, из них в России – 32 вида (Викторов, 2004). Этот род в систематическом отношении один из крупных и сложных родов цветковых растений.

Описанный А.А. Колаковским (1981) *Mzymtella sclerophylla* Kolak. является локальным эндемиком, растет в ущельях Ахцу (р.Мзымта) и р. Псоу. Сведений о виде в настоящее время очень мало и недостаточно, вопрос о его самостоятельности на родовом уровне остается спорным.

Нами проведено комплексное исследование и изучение особенностей вида *Mzymtella sclerophylla* с целью подтвердить или опровергнуть самостоятельность рода. Исследован материал из locus classicus на предмет выявления особенностей анатомии, морфологии, экологии, распространения. Учитывая реликтовый характер ареала, свидетельствующий о древней изоляции вида, что создало возможность видообразования в условиях локальной географической изоляции, а также морфологические особенности (мешковидно-впяченный тип коробочки, редуцированные цветки на толстой цветоножке, особый тип аксикорна) мы считаем возможным согласиться с мнением А.А. Колаковского о самостоятельности *Mzymtella sclerophylla* и отнесении его к монотипному роду.

### Морфологические признаки *Moraea* (Iridaceae) – нового рода для флоры Узбекистана

*Moraea* (Iridaceae), new genus for the Flora of Uzbekistan, and its morphology

Рахимова Н.

Институт генофонда растительного и животного мира АН РУз, Ташкент, Узбекистан  
nargizarah1980@mail.ru

В ходе изучения семейства *Iridaceae* для флоры Узбекистана было выявлено, что приводимый ранее во Флоре Узбекистана (1941) и Определителе Растений Средней Азии (1971) *Gynandris sisyrinchium* (L.) Parl. является представителем очень древнего рода *Moraea*, описанного Ф. Миллером в линнеевской *Species Plantarum* (1762). Родовой эпитет *Moraea* был предложен Линнеем в честь доктора Йохана Морзеуса - отца его жены. Это - преимущественно африканский род, имеющий приблизительно 200 видов (380 синонимов), произрастающих от Сахары до Южной Африки и Средней Азии. Большинство представителей являются эндемиками Южной Африки, около 125 в Капском царстве, в частности, 2 вида в Евразии. В Узбекистане встречаются в полупустынях, на склонах песчаных холмов и пестроцветных толщах на юге (хребты Кугитанг и Байсун). Последний монограф рода П. Голдблат на основании молекулярных данных (Goldblatt, 2001; 2002) включил в него все близкие старые и недавно описанные роды: *Barnardiella*, *Galaxia*, *Roggeveldia*, *Hexaglottis*, *Homeria* и *Gynandris*. Последний род был выделен Ф. Парлаторе (1854) на основании небольших различий в форме листочков околоцветника.

Род *Moraea* характеризуется следующими морфологическими признаками: шаровидные клубнелуковицы покрыты мембранными или волокнистыми и сетчатыми туниками, которые могут накапливаться в несколько слоев; стрелка, простая или ветвистая, часто снабжена короткими листьями; листья одиночные или несколько, двусторонние с продольными ложбинками или круглые в сечении; соцветие – цимозный щиток, заключенный в чехол; прицветники закрытые, перепончатые; околоцветник радиально симметричный (трубка отсутствует);

наружные сегменты околоцветника ногтевидные с завернутыми окончаниями; внутренние прямые, цельные, 3-раздельные, уменьшены или почти не развиты; тычинки прижатые; завязь булавовидная; столбик короткий 3-раздельный, лопасти его лепестковидные.

### Изучение полиморфизма штрихового рисунка губы видов рода *Dactylorhiza* на территории памятника природы «Река Рагуша» (Бокситогорский район, Ленинградская область)

The study of the polymorphism of the line pattern on the lip of *Dactylorhiza* species within nature reserve "Ragusha River" (Boksitogorskiy District, Leningrad Region)

Свердлин А.Б., Ткачев Е.В., Черепанов И.В., Ефимов П.Г.

Эколого-биологический центр «Крестовский остров», Санкт-Петербург, Россия  
sverdlalex@gmail.com, tchlab@hotmail.com, efimov@binran.ru

Род пальчатокоренник характеризуется разнообразием механизмов видообразования, и с этой точки зрения активно исследуется, в том числе молекулярно-филогенетическими методами (напр. Devos et al., 2006). Однако малоизвестно, что пальчатокоренники обладают очень редким видом морфологического полиморфизма: их цветок полиморфен не только интенсивностью фона, но и характеризуется разнообразием штрихового рисунка. Исследование разнообразия этого рисунка на губе и стало темой данной работы.

Материалом для работы послужили 847 цветков, относящихся к 4 видам (*Dactylorhiza baltica* (Klinge) Nevski, *D. fuchsii* (Druce) Soó, *D. maculata* (L.) Soó и немного *D. incarnata* (L.) Soó), собранные на территории памятника природы «Река Рагуша» (Бокситогорский район, Ленинградская область).

Основной трудностью оказалось описание изменчивости рисунка. Для этого мы решили ввести четыре параметра, каждый из которых оценивался по собственной шкале из 4-5 возможных состояний; например, параметр «форма внутренней каймы» имеет состояния «единое цельное кольцо», «двулопастная», «состоит из двух соприкасающихся колец» и др. С использованием этих параметров форму рисунка оказалось возможным описать довольно точно. На будущее, перспективным методом оцифровки может быть метод геометрической морфометрии, использовавшийся А.Б. Шипуновым и Р. Бейтманом (Shipunov, Bateman, 2005) для описания формы губы пальчатокоренников.

Для каждого параметра рисунка были составлены графики, показывающие частоту встречаемости различных состояний у всех видов вместе, и распределение состояний у каждого вида отдельно. Выяснилось, что параметр «тип внешней каймы» существенно более видоспецифичен чем остальные, и его изменчивость даже отражает родственные отношения между видами.

В дальнейшем представляется интересным изучить изменчивость варьирования рисунка на над- и внутри-популяционном уровнях (в пределах одного вида), определение влияния штрихового рисунка и интенсивности окраски цветка на репродуктивный успех особи, а также выяснение функционального значения полиморфизма рисунка губы пальчатокоренников.

### Род *Epipactis* во флоре Крыма: видовой состав и проблема полиморфизма

*E. helleborine* (L.) Crantz s.l. (Orchidaceae)

The genus *Epipactis* in the flora of the Crimea: species composition and the problem of the polymorphism of

*E. helleborine* (L.) Crantz s.l. (Orchidaceae)

Фатерыга А.В., Фатерыга В.В.

Карадагский природный заповедник, Феодосия, Россия  
fater\_84@list.ru

В последней сводке (Fatoryga, Kreutz, 2014) для Крыма приводится девять видов и подвидов рода *Epipactis*: *E. helleborine* (L.) Crantz subsp. *levantina* Kreutz et al., *E. helleborine* subsp. *orbicularis* (K. Richt.) E. Klein, *E. krymmontana* Kreutz et al., *E. microphylla* (Ehrh.) Sw., *E. muelleri* Godfery, *E. palustris* (L.) Crantz, *E. persica* (Soó) Nannf. subsp. *persica*, *E. persica* subsp. *taurica* (Fatoryga & Kreutz) Fatoryga & Kreutz и *E. turcica* Kreutz. Указания *E. atrorubens* (Hoffm.) Besser (Смолянинова, 1976), а также *E. condensata* Boiss. ex D.P. Young и *E. purpurata* Sm. (Ефимов, 2008) для Крыма ошибочны. Видовой состав рода на территории Крыма изучен недостаточно. Вызывает сомнения идентичность крымских *E. muelleri* с растениями из типовой местности, от которых они отличаются меньшими размерами эпихилия и поздними сроками цветения, и самостоятельность *E. persica* subsp. *taurica*. Однако наиболее запутанным является комплекс видов группы *E. helleborine* s.l. Типичный *E. helleborine* в Крыму отсутствует и замещается на *E. helleborine* subsp. *levantina*, отличающийся более мелкими и яркими цветками. *Epipactis turcica*, скорее всего, должен быть объединен с ним, и представляет собой лишь его ксероморфную форму либо разновидность. С другой стороны, *E. helleborine* subsp. *orbicularis*, хорошо отличающийся короткими листьями и их меньшим числом, более крупными цветками и их особой расцветкой, вероятно, является самостоятельным видом, точная идентификация и систематика которого, однако, также вызывает ряд вопросов.

### Исследование поверхности эпидермы видов семейства *Equisetaceae* с использованием сканирующей электронной микроскопии.

Scanning electron microscopy (SEM) studies of epidermal surface of members of the family *Equisetaceae*  
Феоктистов Д.С.

Томский государственный университет, Томск, Россия  
*feoktistovdmiriy@gmail.com*

Хвощи являются единственными оставшимися представителями когда-то большого и разнообразного отдела Хвощёвые. В настоящее время известно 15 видов, разделенных на 2 подрода: *Equisetum* и *Hippochaete*.

По своей экологии все виды хвощей бывают либо мезофитами либо гидрофитами. Некоторые виды хвощей являются вечнозелеными и поэтому им необходим защитный барьер против водного стресса зимой. Наиболее вероятно, что роль защитного механизма выполняют кремнеземные включения которыми богаты все виды хвощей. Например у *E. sylvaticum* L. содержание кремниевой кислоты доходит до 25% от сухого веса и является самой высокой среди сосудистых растений. Кремниевые включения чаще всего представлены на эпидерме, и образуют определенный узор, который в большинстве случаев видоспецифичен. Однако данных об ультраструктуре поверхности эпидермы хвощей очень мало. В настоящее время существует большое количество работ в которых ультраструктурные признаки поверхности стебля, пыльцы и спор используются при таксономическом и филогенетическом анализе.

Исследование включило в себя все виды произрастающие на территории Сибири и Урала. Это *E. arvense* L., *E. fluviatile* L., *E. palustre* L., *E. pratense* Ehrh., *E. sylvaticum*, *E. hyemale* L., *E. ramosissimum* Desf., *E. scirpoides* Michx., *E. variegatum* Schleich. ex F. Weber & D. Mohr., а также некоторые их гибриды. Растения были взяты из естественных местообитаний на территории Урала и Сибири или из гербария им. П.Н. Крылова ТГУ. Споры для анализа были собраны у растений из естественных мест обитания во время спороношения.

На основании данного исследования мы выявили такие таксономически значимые признаки как: рисунок и тип кремнеземных включений, шипики, восковые структуры, характер расположения устьиц и структура устьичного аппарата. Они имеют большое значение при определении трудно различимых таксонов, а также для идентификации ископаемых растений.

### Использование клеточной Т-ДНК для изучения филогении рода *Nicotiana*

Investigation of the phylogeny of the genus *Nicotiana* using cellular T-DNA

Хафизова Г.В., Матвеева Т.В.

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия  
*galina.khafizova@gmail.com*

Горизонтальный перенос генов – это явление, широко распространенное в мире прокариот. Однако между представителями прокариот и эукариот он также возможен.

Например, известно, что агробактерии способны переносить в клетки растений и интегрировать в растительные хромосомы Т-ДНК – фрагменты своей ДНК, локализованные на плаزمиде. В норме привнесение Т-ДНК приводит к болезни и гибели растения, однако было показано, что в геномах некоторых неинфицированных растений есть последовательность, гомологичная Т-ДНК агробактерий. Т-ДНК, интегрированную в геном растений, назвали клеточной Т-ДНК (клТ-ДНК). На сегодняшний день клТ-ДНК обнаружена у ряда представителей рода *Nicotiana*, а также в родах *Linaria* и *Iratomea*. КлТ-ДНК у разных представителей рода *Nicotiana* имеет схожую структуру, однако различается по набору генов в своем составе. На основе сходств и различий клТ-ДНК были построены филогенетические деревья рода. Их топология позволяет предположить, что в ходе эволюции Т-ДНК могла неоднократно появляться в геномах видов *Nicotiana*.

Целью данной работы является изучение сайтов локализации некоторых вставок клеточной Т-ДНК у представителей различных секций рода *Nicotiana*. Разработана тест-система для анализа пограничной с Т-ДНК последовательности в геномах *Nicotiana*. С ее помощью было показано различие сайтов локализации клТ-ДНК у *N. glauca* Graham и *N. tabacum* L. Данный диагностикум может быть использован для филогенетических исследований рода *Nicotiana*.

Работа поддержана РФФИ (грант 14-04-01480-а), темпланов СПбГУ 1.39.315.2014, 0.37.526.2013 с использованием оборудования ресурсного центра СПбГУ «Развитие молекулярных и клеточных технологий».

### Систематика секции *Caninae* рода *Scrophularia* (*Scrophulariaceae*)

Taxonomy of the section *Caninae* of the genus *Scrophularia* (*Scrophulariaceae*)

Шелудякова М.Б.

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия  
*sheludyakova-mariya@ya.ru*

К роду *Scrophularia* (норичник) относят по разным данным от 200 до 312 видов (Willis, 1973), распространенных преимущественно во внутритропической Евразии. Наибольшее видовое разнообразие норичников

наблюдается в горных регионах от Малой Азии до Гималаев и западного Тибета (Stiefelbogen, 1910); 19 видов отмечено для Северной и Южной Америки (Scheunert, Heubl, 2011). Наряду с немногочисленными широко распространенными видами норичников (*S. nodosa* L., *S. umbrosa* Dumort. и др.), многие виды рода имеют узкие ареалы (*S. exilis* Popl., *S. donetzica* Kotov).

В настоящее время ряд вопросов по систематике рода *Scrophularia* и секционному делению внутри рода остается нерешенным.

Г.Е. Дон (1836) выделил 73 вида в роде и разделил эти виды на 3 секции: *Venilia*, *Scorodonia*, *Caninae*. К секции *Venilia* Дон отнес растения, без стаминодия. Секция *Scorodonia* включает виды с округлым лопатовидным, выемчатым или почковидным стаминодием, приросшим основанием к трубке венчика. Растения секции *Caninae* отличаются от предыдущей секции острым апикальным концом стаминодия.

Stiefelbogen (1910), основываясь на морфологических признаках (размере листа и жилковании), разделил 79 видов на 2 секции: *Anastomosanthus* и *Tomiophyllum*.

На данный момент, секция *Tomiophyllum* по Stiefelbogen разделена на несколько, но большая часть видов относится к секции *Caninae*. Из-за отсутствия комплексной монографической обработки и большого числа вопросов по систематике некоторых видов, возникла необходимость детального анализа секции *Caninae*.

### Популяционно-генетическое и филогеографическое изучение *Brachypodium stacei* (Poaceae) Западного Средиземноморья и Макаронезии

Population genetics and phylogeography of *Brachypodium stacei* (Poaceae) in Western Mediterranean and  
Macaronesia

Шипоша В.Д.<sup>1,2</sup>, Лопез-Альварез Д.<sup>1</sup>, Каталан П.<sup>1,2</sup>, Маркес И.<sup>1</sup>, Олонова М.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Университет Сарагосы, Уэска, Испания

<sup>2</sup> Томский государственный университет, Томск, Россия

*lera.forester@mail.ru*

Молекулярно-генетическое исследование редких видов, неизученных таксонов имеет неопределимое значение, поскольку получаемая при этом информация позволяет изучить эволюционную историю рода. Таким образом, несмотря на важность исследования *Brachypodium distachyon* (L.) P. Beauv. ( $2n = 10$ ), признанного модельным для злаков, эволюционные отношения близкородственного *B. stacei* ( $2n = 20$ ) и их предположительного гибрида, аллотетраплоида *B. hybridum* Catalán et al. ( $2n = 30$ ), имеют также немаловажное значение. В рамках более широкого исследования представлены результаты филогеографического изучения *B. stacei* Catalán et al. с акцентом на Западное Средиземноморье и Макаронезию, с целью уточнения хода эволюции этого комплекса. Для исследования генетической изменчивости и пространственной генетической структуры было отобрано 189 индивидов из 19 популяций. Для их исследования было выбрано десять ядерных микросателлитных маркеров.

Кластерный анализ (STRUCTURE) без уточнения предварительных данных о географическом происхождении показал тесную генетическую близость между островными популяциями (Менорка, Майорка и Канарские острова), что наводит на мысль о возможной их колонизации с Пиренейского полуострова. Эти данные согласуются с результатами, полученными от PCoA и Neighbour Joining.

Анализ молекулярной дисперсии (AMOVA) между популяциями показал, что 24,76% генетической изменчивости наблюдается между материком и островами, 25,35% среди популяций в рамках материка и острова, и 49,89% в пределах популяций.

Моделирование аллельного богатства *B. stacei* выявило более высокое разнообразие аллелей у популяций с материка. Это позволяет предполагать, что меньшее разнообразие аллелей на островах обусловлено сравнительно недавней их колонизацией.

Таким образом, генетическая структура популяций в значительной степени согласуется с географическими особенностями.

## II. МИКОЛОГИЯ И ЛИХЕНОЛОГИЯ

### Микроскопические грибы-биодеструкторы в антропогенной среде Microfungi as biodestructors in anthropogenic environment

Богомолова Е.В.

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

*fungi@yandex.ru*

Споры микроскопических грибов являются одним из наиболее массовых компонентов в составе биоаэрозоля воздуха. Видовой состав и количество микромицетов в воздухе определяется многими факторами внешней среды. При этом качественный состав микобиоты открытых и закрытых пространств, как правило, имеет существенные различия.

Большинство микромицетов, обитающих в антропогенных экосистемах города, особенно виды, характерные для закрытых помещений, условно-патогенны для человека. Во внутренней среде зданий и сооружений формируется устойчивая специфическая микобиота, генерируемая по преимуществу очагами развития микромицетов на отделочных материалах и конструкциях зданий. При этом яркой чертой таких грибных сообществ является значительная доля ксерофильных видов. Эти виды адаптированы к низкой активности воды, за счет чего могут развиваться даже при отсутствии выраженных нарушений микроклиматического режима. С данным явлением повсеместно сталкиваются хранители музейных коллекций, где именно ксерофильные виды грибов зачастую являются основными биодеструкторами фондов живописи и иконописи, несмотря на поддержание температурно-влажностного режима. Внутренний микроклимат помещений служит фактором направленного отбора видов грибов с определенными экологическими предпочтениями, к его воздействию добавляется роль человека как носителя ряда антропофильных видов.

Многолетние исследования, проводимые микологами Санкт-Петербурга в зданиях старого фонда, показывают высокий уровень зараженности конструкций зданий плесневыми грибами. В посевах из толщи штукатурного слоя численность спор плесневых грибов может достигать уровня десятков и сотен тысяч КОЕ на 1 г, что сравнимо с численностью микромицетов в почвах и грунтах. Интересны исследования, посвященные пространственной локализации жизнеспособных плесневых грибов в толще стеновых материалов – так, в поверхностном штукатурном слое их концентрация может быть на порядок ниже, чем на глубине до нескольких сантиметров. Колонизация различных антропогенных субстратов плесневыми грибами требует дальнейшего изучения и анализа.

Большой прогресс в сфере производства новых материалов для строительства, ремонта и отделки помещений имеет и ряд побочных эффектов, связанных в первую очередь с тем, что многие материалы становятся благоприятными субстратами для развития плесневых грибов. Сапротрофные микромицеты, чаще всего развивающиеся в жилых и общественных зданиях, могут быть деструкторами строительных материалов и условными патогенами человека.

Важным аспектом рассматриваемой проблемы является вред, наносимый микроскопическими грибами объектам культурного наследия. Неконтролируемый рост микроскопических грибов на поверхности историко-архитектурных памятников, музейных экспонатов ведет к возникновению биоповреждений, и в отдельных случаях – к утрате уникальных памятников культурного наследия.

К числу позитивных аспектов влияния аэромикоты на жизнь человека в мегаполисе в первую очередь можно отнести роль грибов в биодеградации органических отходов, количество которых в современном мире неуклонно растет. Исследования в этом направлении представляются весьма перспективными.

Микроскопические грибы представляют собой важную часть экосистемы, активно подстраивающуюся под бурные антропогенные изменения, и этот факт следует учитывать во многих сферах жизни человека.

#### Рекомендуемая литература:

Богомолова Е. В., Великова Т. Д., Горяева А. Г. и др. Микроскопические грибы в воздушной среде Санкт-Петербурга / Под редакцией М. А. Бондарцевой. СПб.: Химиздат, 2012. 215 с.

Богомолова Е. В., Уханова О. П. Биопоражение внутренней среды жилищ потенциально аллергенными микроскопическими грибами как фактор риска для здоровья // Российский аллергологический журнал. 2013, №4. С. 13–17.

Желтикова Т. М. К вопросу о допустимом уровне микромицетов в воздухе помещений // Пробл. медиц. микол. 2009. №11. С. 41–43.

Bogomolova E. V., Kirtsideli I. Yu. Airborne fungi in four stations of the St. Petersburg Underground railway system // International Biodeterioration & Biodegradation. 2009. Vol. 63. P. 156–160.

WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould. Denmark, 2009. 248 p. <http://www.postmaster@euro.who.int>.

### Становление и развитие микологии в Ботаническом институте им. В.Л. Комарова Российской академии наук

Establishment and development of mycology in the Komarov Botanical Institute of RAS

Бондарцева М.А.

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

*fungi@yandex.ru*

В 2014 г. Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН отметил 300-летие своего существования, как организации, посвященной изучению растительного мира. Однако микологические исследования в БИНе начались

только в 1898 г., когда был организован гербарий споровых растений, заведующим которым был назначен А. А. Еленкин - криптогамист широкого профиля, работавший в разные периоды жизни в области микологии, альгологии, лихенологии.

В 1901 г., по инициативе А.А. Ячевского, при Императорском ботаническом саде была организована Центральная фитопатологическая станция (ЦФС), которая стала организующим центром микологических и фитопатологических исследований в России. В 1913 г. из организации при Императорском ботаническом саде она стала одним из его подразделений. Руководителями ЦФС были А.А. Ячевский (1901–1906 гг.), затем А.А. Еленкин (1906–1913). В 1913 г. споровый гербарий был отделен от ЦФС и преобразован в Институт споровых растений (зав. А.А. Еленкин). Заведующим ЦФС был назначен А.С. Бондарцев. В 1922 г. ЦФС была переименована в Отдел фитопатологии, также од руководством А.С. Бондарцева. В период 1906–1913 гг. штат ЦФС не превышал 5–6 человек, к 1914 г. он увеличился до 9 единиц, а к 1915 г. – до 13. Со специалистами ЦФС сотрудничали ученые, работавшие в других ведомствах и подразделениях Сада (директор библиотеки Г.А. Надсон, Б.Л. Исаченко, Б.А. Федченко и др.), а также микологи и фитопатологи из других учреждений (В.Г. Траншель и др.). Сотрудники станции непосредственно занимались борьбой с распространенными болезнями и вредителями сельскохозяйственных растений, пропагандой фитопатологических знаний в виде издания различного типа пособий, публикации статей и ответами на запросы читателей в сельскохозяйственных журналах (всего за 25 лет работы свыше 5000), проводили практические занятия, участвовали в сельскохозяйственных выставках, всегда получая медали или дипломы. Параллельно с этой деятельностью проводилось изучение биологического разнообразия грибов, причем в первую очередь, внимание уделялось паразитным грибам. С этой целью были организованы экспедиции в различные регионы России. Результаты исследований публиковались в основанном А.А. Ячевским «Листке для борьбы с болезнями и повреждениями культурных и полезных дикорастущих растений», а также в различных сельскохозяйственных журналах. Позднее «Листок» был преобразован в журнал «Болезни растений», просуществовавший с 1907 по 1931 год. За этот период, помимо научных статей, было опубликовано 363 реферата русских и иностранных крупных работ по фитопатологии. Флористические списки грибов публиковались в «Материалах по микологическому обследованию России» (1914–1917 гг. Последний выпуск, сильно урезанный, вышел в 1922 г.). В период деятельности ЦФС ее первым руководителем А.А. Ячевским, помимо большого количества статей и листовок, были опубликованы первый том флоры грибов Европейской и Азиатской России, пероноспоры грибов (Ячевский, 1901), монографии «Болезни и повреждения картофеля» (СПб, 1903) и «Болезни и повреждения хлопчатника» (СПб, 1903). А.А. Еленкин в период работы на ЦФС описал ряд паразитных грибов. Тогда же им была предложена теория подвижного равновесия во взаимоотношениях организмов, связанных симбиотическими или паразитическими отношениями, впоследствии ставшая основой в разработке теоретических основ лихенологии. После ухода с ЦФС А.А. Еленкин отошел от проблем микологии и сосредоточился на изучении лишайников и водорослей. А.С. Бондарцев в годы работы на ЦФС изучал циклы развития ряда паразитных грибов, выпустил брошюру «Знакомство с грибными болезнями растений. Общие сведения о грибах и их сборе» (Бондарцев, 1907), подготовил и опубликовал учебник «Болезни культурных растений и меры борьбы с ними», выдержавший 3 издания (1912, 1927, 1931). В целях пропаганды фитопатологических знаний им были выпущены несколько серий «Школьных гербариев», с приложением описания представленных в гербарии грибов. Всего в 1906–1913 гг. сотрудниками ЦФС было напечатано 72 работы микологического и фитопатологического профиля, не считая рефератов, ответов на вопросы читателей и мелких заметок.

В 1931 г. произошло слияние Главного ботанического сада СССР (переданного в 1930 г. в ведение АН СССР) и Ботанического музея АН СССР. Новая организация стала называться Ботаническим институтом АН СССР (БИН АН СССР, в настоящее время БИН РАН). Все «споровые растения» вновь были объединены в одно подразделение – Отдел споровых растений. Изменилось не только название, но и профиль работы. Заведующим сектором микологии стал В.Г. Траншель, до этого руководивший микологическим отделом Ботанического музея Академии наук. Основной задачей стали инвентаризация микобиоты России и монографическое изучение отдельных таксонов — от родов до семейств, порядков и классов. Фитопатологическая тематика сократилась до минимума, продолжались исследования биологии отдельных видов или паразитных организмов какой-либо территории или замкнутой системы. Паразитными грибами продолжал заниматься В.Г. Траншель — ведущий урединолог страны. Его книга «Обзор ржавчинных грибов СССР» (Траншель, 1939) — стала первой сводкой по грибам этой группы в масштабах страны (844 вида). Книга была признана одним из классических произведений мировой микологии. Всемирное признание получило «правило Траншеля», или «закон Траншеля» — теоретические закономерности, позволяющие по морфологии микровидов выявлять эцидиального хозяина для разнохозяйственных видов. Примерами работ, где флористическое и таксономическое изучение (включая описание новых видов) сочетались с нуждами практики могут служить работы В.Н. Бондарцевой–Монтеверде, Л.С. Гутнер и Е.Д. Новоселовой «Паразитные грибы оранжерей Ботанического института Академии наук СССР (1936). Обследование, проведенное в 1933 г. выявило 229 видов паразитных грибов, из которых 73 были описаны как новые для науки. Другой значительный коллективный труд – «Определитель паразитных грибов по питающим растениям флоры БССР. Паразиты злаков» (Бондарцева-Монтеверде и др., под ред. В.Г. Траншеля и В.Ф. Купревича, 1938). К числу работ такого профиля относится и брошюра «Аскохитоз гороха (Бондарцева-Монтеверде, Васильевский, 1937). Н.И. Васильевский и Б.П. Каракулин ряд лет работали над составлением сводок по паразитным несовершенным грибам. Первый том был посвящен гифомицетам и вышел из печати в 1937 г. Второй том – «Меланкониевые грибы» был завершен одним Н.И. Васильевским, после смерти Б.П. Каракулина в 1942 г. Публикация тома состоялась в 1950 г., после смерти уже обоих авторов. А.С. Бондарцев отчасти продолжал

фитопатологические исследования, однако основное внимание он уделял дереворазрушающим грибам, которыми начал заниматься еще в период существования ЦФС. Со временем эта группа грибов стала приоритетной в его научной деятельности. Главным трудом по этой тематике стала монография «Трутовые грибы Европейской части СССР и Кавказа» (Бондарцев, 1953), давшая мощный толчок изучению полипороидных, а затем и всех афиллофороидных грибов в стране и получившая широкую известность за рубежом. В 1971 г. она была переведена на английский язык. В книге принята оригинальная система, разработанная А.С. Бондарцевым совместно с Р. Зингером (R. Singer) – немецким ученым, в предвоенный период работавшим в Ботаническом институте АН СССР. Авторами также была подготовлена брошюра «Руководство по сбору высших базидиальных грибов для научного их изучения», опубликованная только в 1950 г., но не потерявшая актуальности до настоящего времени. Обобщение результатов практической работы А.С. Бондарцева по изучению домашних грибов и мер борьбы с ними стала книга – атлас «Пособие по изучению домашних грибов» (1956).

Из специалистов, начавших работу в БИН АН СССР в довоенное время, следует упомянуть также Т.Л. Николаеву и Л.А. Лебедеву. Т.Л. Николаева (ученица А.С. Бондарцева) специализировалась по изучению биоты афиллофороидных грибов, изучала домашние грибы и практические меры борьбы с ними, одно время занималась разведением шампиньонов. Ее основным трудом является том «Флоры споровых растений СССР» (1961), посвященный биоте ежевиковых грибов. Л.А. Лебедева (ученица А.С. Бондарцева и Р. Зингера), начала свою карьеру в науке как фитопатолог, но затем специализировалась как миколог – агариколог. Помимо ряда статей ею были опубликованы книги «Грибы. Заготовка и переработка» (1937) и «Определитель шляпочных грибов СССР» (1949). Ученик В.Г. Траншеля В.Ф. Купревич (Минск) защитил кандидатскую диссертацию в 1934 г., а в 1938 г. был приглашен на постоянную работу в Ленинград. Он работал по таксономическому и биологическому изучению ржавчинных грибов и физиологии больного растения, возглавил в БИНе маленькую лабораторию по физиологии грибов (в разные периоды именовалось лабораторией или сектором). В 1938–1941 гг. его исследования касались в основном физиологии грибов – возбудителей болезней сельскохозяйственных культур (картофеля), и болезней листьев некоторых древесных пород (дуба, ясеня и др.). Перед самой войной появилась и его теоретическая статья (Купревич, 1940), в которой он доказывал, что решение проблем паразитизма надо искать в адаптивных изменениях ферментного аппарата. В послевоенный период он участвовал в разработке препарата «уснинат натрия» – антибиотика, полученного из лишайников, издал монографию «Физиология больного растения в связи с общими вопросами паразитизма» (Купревич, 1947). В 1949 г. он опубликовал брошюру «Проблема вида у гетеротрофных и автотрофных растений» по материалам Комаровских чтений.

В БИНе он сделал блестящую административную карьеру. В 1949 – 1952 гг. он был директором БИН, а затем избран президентом АН БССР и вернулся в Минск в качестве главы Белорусской академии наук и занимал этот пост до своей смерти. Уже в Минске он завершил и опубликовал книгу: «Купревич В.Ф., Траншель В.Г. Ржавчинные грибы. Вып. 1. Мелампсоровые. Флора споровых растений. VI. 1957» и еще ряд крупных работ. Он же стал первым ответственным редактором вновь образованного журнала «Микология и фитопатология» (1967).

В 1938 году начала работу в БИНе другая ученица В.Г. Траншеля – К.С. Сергеева, посвятившая себя изучению рода *Chaetomium*. В том же 1938 г. из Института микробиологии в БИН был переведен М.А. Литвинов, бывший в то время ответственным секретарем журнала «Советская ботаника».

Начавшаяся в 1941 г. Великая Отечественная война не прервала научной работы микологов. Так, в осажденном Ленинграде, наряду с брошюрами и листовками, касающимися использования грибов в пищу и защиты огородных культур от грибных болезней (например, брошюра А. С. Бондарцева и Л. А. Лебедевой «Грибы и их использование в пищу», Л., 1942. 32 с.), в 1943 г. был опубликован перевод на русский язык статьи А.С. Бондарцева и Р. Зингера «К естественной системе трутовых грибов» (оригинал был напечатан в *Ann. Mycol.*, 1941). В феврале 1942 г. часть сотрудников Ботанического института была эвакуирована в Казань, где они также продолжали научную работу (например, напечатаны статьи В.Ф. Купревича «Современное состояние теории патологического процесса и вопроса о происхождении паразитизма у растений» и «Усвоение на свету CO<sub>2</sub>, образующегося в процессе дыхания» (Купревич, 1943а,б).

Из уехавших микологов пункта назначения достигли Н.И. Васильевский, В.Ф. Купревич, Л.А. Лебедева, К.С. Сергеева, а Б.П. Каракулин погиб на одной из станций по пути в Казань. Б.П. Васильков, до войны работавший в Казани, в 1945 г. был принят в штат института как специалист по агарикоидным и гастероидным грибам. Среди его крупных работ по агарикоидным макромицетам имеются как чисто научные (Васильков, 1953, 1955, 1966) — по вопросам объема вида, географии, истории исследований, так и популярные, в виде альбомов или определителей для грибников-любителей (Васильков, 1948, 1959, 1968, 1995). Он охотно и много готовил кадры агарикологов для различных городов и республик бывшего СССР, часто без официального оформления своего руководства. Из сотрудников БИНа его учениками были Э.Л. Нездойминого (1936–2014) и А.Е. Коваленко. Последним в 1946 г. с фронта вернулся М.А. Литвинов, мобилизованный в армию в качестве военврача.

В первые послевоенные годы завершились и публиковались работы, начатые до войны. В 1950 г. директор института П.А. Баранов пригласил на работу в БИН профессора Ташкентского университета П.Н. Головина. Наиболее крупные его работы посвящены биоразнообразию и систематике мучнисторосяных грибов (Головин, 1960), изучению паразитной микобиоты различных территорий, а также проблеме вида у грибов. Он стал неформальным руководителем микологов БИН после того, как сектор микологии был упразднен. Под его руководством секция микологии Всесоюзного ботанического общества стала органом регулярных встреч и обмена научной информацией микологов Ленинграда. Ему же принадлежит инициатива издания словаря-справочника фитопатолога (вышло 2 издания). В 1963 г. П.Н. Головин был избран заведующим кафедрой фитопатологии Ленинградского сельскохозяйственного института и покинул БИН.

Молодые кадры микологов стали появляться в БИНе в 1957 г. После защиты кандидатской диссертации по микромицетам Курской области (рук. А.С. Бондарцев) был оставлен на работу в БИНе Б.А. Томилин. Вначале он обрабатывал коллекции грибов, собранные, но не определенные микологами прошлого. Наиболее крупная из его оригинальных работ – монография рода *Mycosphaerella* Johans. (1979). Позднее он увлекся изучением грибов Арктики. По этой тематике в настоящее время работает его ученица И.Ю. Кирцидели. В том же 1957 г. в штат БИН на должность лаборанта была принята выпускница Ленинградского государственного университета (ЛГУ) М.А. Бондарцева. В последующие годы штат пополнился выпускниками ЛГУ Э.Л. Нездоймино, Э.О. Семан, И.Н. Бабушкиной, Т.А. Давыдкиной, К.А. Пыстиной. По окончании аспирантуры в 1965 г. в штате был оставлен В.А. Мельник. Впоследствии Б.А. Томилин, М.А. Бондарцева и В.А. Мельник защитили докторские диссертации, остальные завершили карьеру кандидатами наук.

В 1960 г. в Отделе споровых растений были выделены лаборатории в соответствии с научным профилем. Лабораторию микологии возглавил М.А. Литвинов, специалист по микроскопическим почвенным грибам. Его наиболее известные работы – «Определитель микроскопических почвенных грибов» (1967) и «Методы изучения почвенных микроскопических грибов» (1969). Первая из них послужила основой для получения автором степени доктора наук. Как заведующий лабораторией М.А. Литвинов старался расширить тематику за счет практических тем. Начиная с 1962 г. ряд сотрудников в большей или меньшей степени были вовлечены в тематику по изучению вертициллиозного вилта хлопчатника (Э.О. Семан, Т.А. Давыдкина, И.Н. Бабушкина, Э.Н. Езрух, М.А. Бондарцева, Л.В. Кондакова, Г.Э. Нокалн, номинально Т.Л. Николаева и Б.А. Томилин). Позднее появились темы по биологическому повреждению материалов – полимерных (И.Г. Каневская, С.Е. Ковалева, Е.В. Лебедева, С.Я. Козьяков) или природных и искусственных материалов в подземных горных выработках цветной металлургии (М.А. Бондарцева, Т.А. Давыдкина, Э.О. Семан, позднее Л.Г. Свищ). По данным темам были получены отдельные интересные результаты, но поскольку они не соответствовали основному профилю специалистов, то по завершении хозяйственных и взятых обязательств были закрыты.

Из коллективных научных мероприятий Отдела споровых растений следует отметить семинар по жизненным формам, проведенный в 1970 г. По микологии с докладами выступили М.А. Бондарцева (жизненные формы афиллофоридных грибов) и Б.П. Васильков (по базидиальным макромицетам). Систему жизненных форм лишайников Антарктиды предложила Н.С. Голубкова, морских водорослей – Ю.Е. Петров, морских диатомовых водорослей – И.В. Макарова. Все доклады были опубликованы в «Новостях систематики низших растений» в 1974 г. М.А. Бондарцева опубликовала, кроме того, систему для всех грибов в журнале «Экология» (1972).

В 1963 г., в связи с уходом из БИНа П.Н. Головина была приглашена Н.С. Новотельнова, до этого работавшая в ВИЗРе. За годы работы в БИНе она опубликовала книгу о мучнистой росе подсолнечника (1966), защитила докторскую диссертацию, обработала для территории СССР семейство фитофторовых (Новотельнова, 1974) и порядок пероноспорных (Новотельнова, Пыстина, Голубева, 1979; Новотельнова, Пыстина, 1985). Ей принадлежит также ряд публикаций по истории науки. После смерти М.А. Литвинова Н.С. Новотельнова два года исполняла обязанности зав. лабораторией микологии. В этот же период в штат лаборатории микологии был включен И.В. Каратыгин, специализировавшийся по головневым грибам. Основные результаты его работы по головневым грибам изложены в двух книгах (1980, 1986) и двух выпусках «Определителя грибов» СССР (1989) и России (1995), оба в соавторстве с З.М. Азбукиной, а также выпуск «Определителя» по тафринным грибам (2002) и книга «Козволюция грибов растений» (1993).

В конце 1979 г. лабораторию микологии возглавила М.А. Бондарцева. Поскольку договорные проекты были завершены, встал вопрос об определении долгосрочной тематики, актуальной для развития микологии в стране и соответствующей специализации сотрудников. Было избрано два основных направления: таксономическое и флористико-экологическое. Первое из них выразилось во включении в план работ «Определителя грибов СССР» (с 1992 г – «Определителя грибов России»), поскольку после изданного А.А. Ячевским двухтомника (1914, 1917) обобщающих работ о микобиоте России не издавалось. К настоящему времени издано 16 выпусков, из них 14 – сотрудниками БИН (М.А. Бондарцева, Э.Х. Пармасто (1986), И.В. Каратыгин, З.М. Азбукина (1989), А.Е. Коваленко (1989), Ю.К. Новожилов (1993), К.А. Пыстина (1994, 1998), З.М. Азбукина, И.В. Каратыгин (1995), О.Г. Голубева (1995), Э.Л. Нездоймино (1996), В.А. Мельник (1997, 2000), М.А. Бондарцева (1998), И.В. Каратыгин (2002), И.В. Змитрович (2008)). Выпуск, составленный В.П. Прохоровым (МГУ) опубликован в 2005 г., а выпуск по ржавчинным грибам (автор – З.М. Азбукина) датирован 2015 г. Второе направление исследований было определено как «Таксономическая и пространственная структура грибов и миксомицетов в природных и антропогенных экосистемах». Названия конкретных тем изменялись, но неизменным осталось изучение биоразнообразия в различных регионах СССР/России, их экологическая, морфологическая, биологическая характеристика в связи с условиями обитания, в зависимости от нахождения в природной или антропогенной среде. В последние годы ряд сотрудников лаборатории используют методы молекулярной биологии для решения вопросов систематики и определения видов в субстрате при отсутствии плодовых тел (О.В. Морозова, Е.Ф. и В.Ф. Малышевы, С.В. Волобуев). В настоящее время интенсивным изучением микобиоты различных регионов России занимаются М.А. Бондарцева, Ю.К. Новожилов, М.П. Журбенко, В.А. Мельник, В.М. Коткова, И.В. Змитрович, О.В. Морозова, Е.С. Попов, И.Ю. Кирцидели, Е.Ф. Малышева, В.Ф. Малышева, С.В. Волобуев, Д.А. Ерастова. По этой тематике участниками проектов выполнены большое количество статей, а также ряд брошюр и книг. Грибами в антропогенных системах заняты Е.В. Богомолова и Е.В. Лебедева. Большую роль сыграли сотрудники лаборатории в подготовке Красных книг различного уровня (Санкт-Петербурга, Ленинградской области, России и др.). Очередные реорганизации отдела и лабораторий в конце XX–начале XXI веков не имели никакого отношения к научным направлениям подразделений, никак не сказывались на тематике и

носили чисто административный характер. Микологические подразделения в настоящее время имеют статус лабораторий – систематики и географии грибов и биохимии грибов. Все вышесказанное относится к деятельности лаборатории систематики и географии грибов, которой с 1986 г. руководит профессор А.Е. Коваленко. Лаборатория насчитывает в настоящее время 18 сотрудников, в том числе 3 профессоров, 2 докторов наук, 11 кандидатов наук, 2 хранителей гербария. Почти все сотрудники являются учениками своих старших товарищей. Специалисты лаборатории участвуют в ряде российских и международных проектов. В этих проектах были задействованы М.А. Бондарцева (Куба, Финляндия, Китай), А.Е. Коваленко (Куба, США), В.М. Коткова (Финляндия), И.В. Змитрович (Израиль), М.П. Журбенко (Швеция), Ю.К. Новожилов (Германия, Коста-Рика), и другие специалисты. В настоящее время реализуется проект по изучению микобиоты охраняемых территорий Вьетнама (А.Е. Коваленко, Ю.К. Новожилов, О.В. Морозова, Е.С. Попов, В.А. Мельник, И.В. Змитрович). Сотрудники лаборатории активно участвуют в российских и международных научных мероприятиях, выезжая с устными докладами и постерами. Из числа крупных форумов, организованных на базе лаборатории, следует назвать 2 конференции с международным участием (2000 и 2005 г.), собравшие 200 и 160 участников соответственно, и XV Конгресс европейских микологов (2007), в котором участвовали 315 специалистов из 41 страны.

### **Лихенофильные грибы: обзор группы и современное состояние исследований**

Lichenicolous fungi: an overview of the group and the current state of research

Журбенко М.П.

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

zhurb58@gmail.com

Лихенофильные грибы – эколого-трофическая группа грибов, облигатно обитающих на лишайниках и повсеместно им сопутствующих. Эндофитные грибы в ее состав не включают. Большинство (около 90%) видов лихенофильных грибов можно увидеть только вооруженным глазом. Лихенофильные грибы поселяются на всех частях лишайников, включая пикниды. Лихенофильность известна также у лишайников и беспозвоночных животных. Некоторые лихенофильные грибы таксономически близки к лишайникам. Ряд лишайников начинает онтогенез как лихенофильный гриб. К настоящему времени известно около 1800 видов из 350 родов этих грибов, что составляет примерно 2% всех видов грибов. Истинное разнообразие этой группы оценивается в диапазоне от 3500 до 5500 видов. 96% видов лихенофильных грибов относится к аскомицетам, 4% – к базидиомицетам. Ряд видов лихенофильных аскомицетов известен только по анаморфам. В наиболее хорошо изученных региональных биотах число видов лишайников относится к числу видов обитающих на них грибов примерно как 5:1. Наибольшее число видов лихенофильных грибов известно на лишайниках из родов *Lecanora* (более 130 видов), *Pseudocyphellaria* (около 100) и *Peltigera* (около 100). Около 60% видов лихенофильных грибов приурочено к одному роду хозяев. Маркерные свойства этих высокоспециализированных паразитов можно использовать в таксономии лишайников-хозяев на уровне рода или семейства. Около половины грибных родов, содержащих лихенофильные виды, являются облигатными лихенофилами. Консортивные связи между лишайниками и лихенофильными грибами в основном трофические и топические. Примеры смены хозяев в жизненном цикле лихенофильных грибов не известны. У лихенофильных грибов известен адельфопаразитизм (на уровне не ниже семейств). По способу питания большинство видов лихенофильных грибов являются облигатными, реже факультативными, биотрофами. Некоторые виды имеют потенции к сапро- или некротрофности. Примерно половина видов относится к комменсалам. Среди патогенов преобладают виды со слабой или умеренной вирулентностью. Изучение лихенофильных грибов началось в 19 веке. Их разнообразие к настоящему времени наиболее изучено в Европе и в Арктике. Хороший обзор этой группы грибов дан в работе Lawrey & Diederich (2003). Первый каталог лихенофильных грибов России опубликован Zhurbenko (2007). Современные тренды исследований этой группы грибов: 1) изучение их разнообразия в тропиках и в южном полушарии; 2) выяснение систематического положения таксонов и видов известных только по анаморфам методами молекулярной систематики.

#### **Рекомендуемая литература:**

Lawrey J. D., Diederich P. 2003. Lichenicolous fungi: interactions, evolution, and biodiversity // Bryologist. Vol. 106. № 1. P. 81–120.

Zhurbenko M. P. 2007. The lichenicolous fungi of Russia: geographical overview and a first checklist // Mycol. Balcanica. Vol. 4. P. 105–124.

### **Географическое распространение микроскопических грибов в высоких широтах**

Geographical distribution of microfungi at high latitudes

Кирцидели И.Ю.

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

microfungi@mail.ru

Для комплексов микроскопических грибов в почвах Арктического региона характерна широтная дифференциация от зоны полярных пустынь до лесотундры и северной тайги (включая подзоны арктических, типичных и южных тундр) аналогичную растительным биомам. Следует отметить, что общепринятых критериев, позволяющих считать виды микромицетов арктическим, бореальным или неморальным, пока не выработано. В некоторых случаях принимаются во внимание лишь географическое распространения видов без учета

количественных показателей. Этот подход не учитывает экологических особенностей распределения видов и поэтому малопродуктивен. Многие типичные арктические виды микроскопических грибов лишь «более характерны» для арктических территорий, а не ограничены в распространении границами Арктики.

Во втором случае наиболее существенным считается характер распределения вида в биогеоценозе, которые оцениваются по количественным показателям обилия, встречаемости, полнотности. Этот подход отличается большей экологической обоснованностью, но субъективностью связанной с выбором исследованных сообществ.

Основная тенденция на широтном градиенте это снижение биологического разнообразия комплексов почвенных микроскопических грибов и интегральных показателей, которые могут служить одним из диагностических признаков при разграничении зон и подзон тундры. Арктические регионы характеризуются низкими интегральными показателями численности и биомассы почвенных микромицетов по сравнению со средней полосой. Эти показатели зависят в первую очередь от географического положения (широтное деление Арктики). В пределах одной растительной зоны решающее значение имеют площадь проективного покрытия и тип растительного сообщества. Антропогенное и зоогенное воздействие может оказывать существенное влияние на интегральные показатели комплексов почвенных микромицетов, хотя зоогенное воздействие носит, как правило, локальный характер.

Одна из особенностей комплексов микроскопических грибов на широтном градиенте это снижение биологического разнообразия (числа видов). Обедненность комплексов микромицетов происходит в первую очередь за счет выпадения космополитических видов характерных для средних широт. При переходе к полярным пустыням происходит исчезновение многих видов характерных для тундровой зоны.

Эпсилон-разнообразие микроскопических грибов в почвах и грунтах биомов Арктики сравнительно низкое. Видовое богатство комплексов микромицетов зон и подзон Арктики для плакорных сообществ (гамма-разнообразие) снижается на широтном градиенте, а видовой состав комплексов (альфа-разнообразие) резко падает при переходе от арктических тундр к полярным пустыням. В то же время антропогенное и зоогенное влияние приводит к появлению инвазивных видов характерных для биомов средних широт и увеличивает гамма-разнообразие.

Обедненность комплексов происходит на уровне видов и родов, но не более крупных систематических групп. Показано, что суровые условия Арктики приводят к формированию комплексов микроскопических грибов обладающих единичными характеристиками. В зоне полярных пустынь комплексы микроскопических грибов демонстрируют явление субдоминирования.

У части видов (например, микромицетов рода *Penicillium*) сужается экологическая амплитуда и снижаются показатели обилия, они постепенно исчезают из плакорных сообществ и переходят в интразональные или антропогенно поврежденные сообщества. Доля ряда видов увеличивается в зоне арктических тундр и полярных пустынь.

Величина видового богатства комплексов почвенных микромицетов может варьировать в зависимости от числа изученных образцов. Отмечено, что увеличение числа образцов в пределах одного растительного сообщества (биоценоза), приводит к увеличению видового разнообразия за счет редких и случайных видов, а комплекс доминантных видов остается неизменным. Адаптация к природным условиям Арктики состоит как на уровне системы, то есть на уровне микроскопических грибов комплексов, так и на уровне видов и штаммов.

#### Рекомендуемая литература:

- Зеленская М.С., Кирцидели И.Ю., Власов Д.Ю., Крыленков В.А., Соколов В.Т.. Микромицеты – биодеструкторы в биогеоценозах Арктики // Проблемы региональной экологии. 2013. 5: 135–141.
- Кирцидели И.Ю. Микромицеты из почв и грунтов о. Северо-Восточная Земля (Архипелаг Шпицберген) // Микология и фитопатология. 2010. 44(2):116–125.
- Кирцидели И.Ю., Власов Д.Ю., Абакумов Е.В., Гиличинский Д.А. Разнообразие и ферментативная активность микромицетов из слабозернистых почв Береговой Антарктики // Микология и фитопатология. 2010. 44(5): 387–397.
- Кирцидели И.Ю., Власов Д.Ю., Баранцевич Е.П., Крыленков В.А., Соколов В.Т. Распространение терригенных микромицетов в водах Арктических морей // Микология и фитопатология. 2012. 46(5): 306–310.
- Кирцидели И.Ю., Власов Д.Ю., Баранцевич Е.П., Крыленков В.А., Соколов В.Т. Комплексы микроскопических грибов в почвах и грунтах полярного острова Известь ЦИК (Карское море) // Микология и фитопатология. 2014. 48(6): 365–371.
- Кирцидели И.Ю., Новожил Ю.К., Богомолова Е.В. Физиологические особенности жизнедеятельности микроскопических грибов в почвах Арктики // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. 2009. 114(2): 223–225.
- Kirtsideli I. J. Soil microfungi from polar deserts // Species and Communities in Extreme Environments. Sofia–Moscow: Pensoft Publishers, 2009. P. 219–238.

### Опыт организации лихенологических исследований в различных регионах России

The experience of the organization of lichenological research in different regions of Russia

Конорева Л.А.

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина КНЦ РАН, Кировск, Россия

[ajdarzapov@yandex.ru](mailto:ajdarzapov@yandex.ru)

Материалами для обобщения послужили экспедиции автора в различные регионы: архипелаг Шпицберген, Забайкальский край, республика Саха (Якутия), Алтай, Мурманская, Ленинградская, Ярославская, Вологодская, Рязанская, Курская, Белгородская обл., а также сборы лишайников во время полевых экскурсий на территории Литвы, Латвии, республики Коми, Волгоградской и Астраханской обл.

Правильно организованная экспедиция позволит выявить максимальное количество видов лишайниковой биоты в малоизученном регионе, сохранить время и значительно удешевить полевую часть исследований.

Наиболее важными показателями, на которые следует обратить внимание при планировании экспедиции в новом для исследователей регионе, являются: время проведения полевых работ, когда природные условия для них наиболее благоприятны; геологические, климатические и другие природные особенности; зональные, азональные и интразональные сообщества; ненарушенные сообщества, в первую очередь лесные; опасные факторы, которым подвергаются исследователи в процессе работы и способы их преодоления. Во многих регионах выявление и обследование биологически ценных лесных сообществ позволит выявить большую группу редких видов лишайников, нуждающихся в охране, и определить территории, для которых необходимо создание ООПТ. Метод, описанный Leif Andersson с соавторами, позволяет значительно сберечь время и трудозатраты специалистов, очень существенные при работе на территориях большой площади. (Andersson et al., 2009).

Для 10 регионов нами подготовлен перечень наиболее важных показателей, которые нужно учитывать при работе в регионе, а также списки интересных находок лишайников (включая редкие виды, виды, нуждающиеся в охране) (Конорева, 2014).

Следует обратить особое внимание на то, что в антропогенно нарушенных районах, где ранее указывалось значительное количество редких и интересных видов лишайников (Кашменский, 1906; Räsänen, 1943), следует внимательно обследовать окрестности точек, из которых они приводились. Часть видов, которые исследователь считает исчезнувшими, на самом деле могут быть обнаружены в окрестностях, что удалось показать на примере Мурманской, Курской и Белгородской обл. (Конорева, 2008; Конорева, 2010). Кроме того, на антропогенно трансформированных территориях непосредственно могут быть обнаружены виды лишайников, основной ареал которых далек от этих мест обитания. Так, редкий в Арктике вид *Sarcosagium campestre* (Fr.) Poetsch et Schied. был найден на архипелаге Шпицберген только на территории бывшего поселка Пирамида, на почве возле бывшей свинофермы. (Конорева, 2014).

Работа частично выполнена при поддержке грантов РФФИ №14-04-01411 и №15-04-05971.

#### Рекомендуемая литература:

Кашменский Б.Ф. Лишайники Курской и Харьковской губернии / Б. Ф. Кашменский // Бот. журн., издаваемый Отделением Ботаники Императорского С.-Петербургского Общества Естественных Исследователей. 1906. № 3. С. 73–110.

Конорева Л.А. Новые находки редких и охраняемых видов лишайников из тундровой зоны Мурманской области // Вестн. ТвГУ. Сер. биология и экология. 2010. Вып. 20. С. 115–121.

Конорева Л.А. Некоторые особенности изучения лишайников в различных регионах // Лихенология в России: актуальные проблемы и перспективы исследований. Программа и труды Второй Международной конференции, посвященной 300-летию Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН и 100-летию Института споровых растений (Санкт-Петербург, 5-8 ноября 2014 г.). СПб. С. 99–105.

Andersson L., Алексеева Н.М., Кольцов Д.Б., Кукулина Н.В., Кутепов Д.Ж., Мариев А.Н., Нешатаев В.Ю. Выявление и обследование биологически ценных лесов на Северо-Западе Европейской части России. Т. 1. Методика выявления и картографирования / Отв. ред. L. Andersson, Н.М. Алексеева, Е.С. Кузнецова. СПб., 2009. 238.

Konoreva L.A. Ecology and distribution of lichens of the Southwest of Srednerusskaja upland // Field Meeting «Lichens of Boreal Forests» and the Fourth Russian Lichenological Workshop: Proceedings. Syktyvkar, 2008. P. 48–60.

Konoreva L. *Sarcosagium campestre* (Fr.) Poetsch & Schied. – the new lichen species with ephemeroid fruit bodies from Svalbard // Abstracts & Contact list of Polar Ecology Conference, České Budějovice, Czech Republic, Sept. 2014. P. 75–76.

Räsänen, V. 1943: Petsamon jäkäläkasvisto. Lisiä Fennoskandian arktisen alueen jäkäläkasviston tuntemiseen // Ann. Bot. Soc. Zool.-Bot. Fenn. Vanamo. 18 (1): 1–110.

## Обзор современного состояния исследований по филогении и систематике семейства *Entolomataceae* (Agaricales, Basidiomycota)

### Review of the current state of researches on the phylogeny and systematics of the family *Entolomataceae* (Agaricales, Basidiomycota)

Морозова О.В.

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

[ovm.leptonia@gmail.com](mailto:ovm.leptonia@gmail.com)

Более 1500 видов семейства *Entolomataceae* встречаются в самых различных местообитаниях от Арктики и высокогорных лугов до хвойных, широколиственных и тропических лесов, а также в рудеральных местообитаниях. Оно включает представителей как с агариикоидными плодовыми телами, так и гастероидные, плевротоидные и цифеллоидные формы. Столь же разнообразны и жизненные стратегии – от сапротрофов на различных субстратах до паразитов и микоризообразователей. При этом большая часть проведенных на данный момент филогенетических исследований подтверждает монофилию *Entolomataceae*, которое оказывается в пределах *Tricholomataceae* s.l., сестринским к *Lyophyllaceae* (Matheny et al., 2006; Co-David et al., 2009; Baroni, Matheny, 2011; Alvarado, 2015). Исключение составляет работа Baroni et al. (2011), где монофилия *Entolomataceae* не получила необходимой поддержки.

Впервые комплексный филогенетический анализ *Entolomataceae* провели Co-David et al. (2009), используя в качестве молекулярных маркеров nLSU, rpb2, mtSSU. Было показано, что семейство делится на две основные монофилетические группы. Одна включает второй по величине агариикоидный род *Entoloma* s.l., небольшие гастероидные таксоны *Richoniella* и *Rhodogaster* и цифеллоидный род *Rhodocybella* – всего около 1200 видов. Вторая клада образована родами *Clitopilus* и *Rhodocybe* (около 300 видов).

В систематике семейства традиционно развивались две основные концепции, расходящиеся, главным образом, на оценке рангов таксонов, составляющих собственно род *Entoloma* в широком смысле. Первая группа авторов (к которой принадлежим и мы) рассматривает его как один богатый видами род со сложной

внутривидовой структурой (Romagnesi 1974, 1978; Noordeloos 1992, 2004). В то время как вторая, представленная в настоящее время американскими учеными, выделяет в роде *Entoloma* s.l. более десятка родов (Orton, 1991a, b; Largent, 1994; Baroni, Matheny, 2011). Интересно, что и те, и другие авторы находят подтверждение своим точкам зрения в одном и том же наборе молекулярных данных. Вскрываемые в результате филогенетического анализа случаи парафилии заставляют сторонников укрупнения объединять роды, а их оппонентов описывать новые. Так, при выявлении парафилии в роде *Rhodocybe* первыми было предложено объединить этот род с *Clitopilus* под приоритетным названием *Clitopilus* (Co-David et al., 2009). Основываясь практически на тех же данных, американские ученые сохраняют род *Rhodocybe* и используют парафилию как обоснование для выделения новых родов *Clitocella*, *Clitopilopsis* и *Rhodophana* (Kluting et al., 2014). Базальное положение *prunuloides*-клады по отношению к прочим представителям *Entoloma* s.l. в первом случае не противоречит сложившейся родовой концепции (Morgado et al., 2013), во втором – приводит к необходимости описания нового рода *Entocybe*, характеризующегося примитивной морфологией базидиоспор, промежуточной между *Entoloma* и *Rhodocybe* (Baroni et al., 2011). В то же время Baroni и Matheny (2011) подтверждают положение гастероидного (*Richoniella asterospora*) и цифеллоидного (*Rhodocybella rhododendri*) таксонов в пределах рода *Entoloma* s.l. и создают соответствующие комбинации для поддержания монофилии этого рода.

Парафилия в семействе *Entolomataceae* выявляется на самых разных уровнях, заставляя каждый раз возвращаться к переоценке рангов выявляемых таксономических подразделений и сомневаться в целесообразности многоуровневой концепции *Entoloma* s.l. на текущем этапе изучения. Так, относящийся к этой группе подрод *Leptonia* (или род в понимании американских авторов) оказался парафилетичным, что вызвало необходимость выделения из него большой группы видов без пружек в подрод *Cyanula* (Noordeloos, Gates, 2012).

Серьезной проблемой в изучении рода *Entoloma* является чрезвычайно высокая вариабельность морфологических признаков на видовом уровне, часто приводящая к излишнему описанию новых таксонов. При этом нередки случаи конвергентного сходства между филогенетически удаленными таксонами, в том числе и гастероидными (Kinoshita et al., 2012). Seriously усложняет работу отсутствие или плохая сохранность типового материала, связанные с давностью описаний. Поступающие новые молекулярные данные выявляют несоответствие между принятой морфологической и современной филогенетической концепциями видов. Это говорит о необходимости переоценить систему признаков, применяющихся в систематике рода. Теряют таксономическое значение такие признаки, как окраска базидиом, которая может меняться с возрастом и зависеть от условий произрастания организма, наличие или отсутствие хейлоцистид. Но подтверждается, что геометрия спор является одним из важнейших признаков в пределах рода, отражающим его филогению (Morozova et al., 2014). Появляется все больше и больше исследований отдельных подразделений рода, основывающихся на филогенетическом подходе: Baroni et al., 2011, Morgado et al. 2013 (*Entoloma* – *prunuloides*-клада); He et al. 2013 (*Pouzarella*); 2015 (*Alboleptonia*); Vila et al., 2013 (*Nolanea*); 2014 (*Claudopus*); Morozova et al., 2014 (*Leptonia*).

В целом, современные исследования семейства *Entolomataceae* ведутся по следующим основным направлениям:

- ревизия видового состава основных родов семейства (уточнение видовых концепций на основании филогенетического подхода, соотнесение морфологического и филогенетического подходов, работа с типовым материалом, в случае необходимости обозначение лекто-, нео- и эпитипов);
- выяснение филогенетических связей внутри семейства, уточнение рангов надвидовых таксонов и их объема, построение современной системы;
- уточнение места семейства в пор. *Agaricales* по отношению к другим группам агарикоидных грибов.

Работа выполнена в рамках госзадания (№ 01201255602) при частичной финансовой поддержке РФФИ (проект № 15-04-04645-а).

#### Рекомендуемая литература:

- Alvarado P., Moreno G., Vizzini A., Consiglio G., Setti L. *Atractosporocybe*, *Leucocybe* and *Rhizocybe*: three new clitocyboid genera in the Tricholomatoid clade (*Agaricales*) with notes on *Clitocybe* and *Lepista* // Mycologia. 2015. Vol. 107, No 1. P. 123–136.
- Baroni T.J., Hofstetter V., Largent D.L., Vilgalys R. 2011. *Entocybe* is proposed as a new genus in the *Entolomataceae* (*Agaricomycetes*, *Basidiomycota*) based on morphological and molecular evidence // North American Fungi. 2011. Vol. 6. P. 1–19.
- Baroni T.J., Matheny P.B. A re-evaluation of gasteroid and cyphelloid species of *Entolomataceae* from eastern North America // Harvard Papers in Botany. 2011. Vol. 16, No 2. P. 293–310.
- Co-David D., Langeveld D., Noordeloos M.E. Molecular phylogeny and spore evolution of *Entolomataceae* // Persoonia. 2009. Vol. 23. P. 147–176.
- He X.L., Li T.H., Xi P.G., Jiang Z.D., Shen Y.H. Phylogeny of *Entoloma* s.l. subgenus *Pouzarella*, with descriptions of five new species from China // Fungal Diversity. 2013. Vol. 58. P. 227–243.
- He X.L., Li T.H., Peng W.H., Gan B.C. New and noteworthy species of white *Entoloma* (*Agaricales*, *Entolomataceae*) in China // Phytotaxa. 2015. Vol. 205, No 2. P. 099–110.
- Kinoshita A., Sasaki H., Nara K. Multiple origins of sequestrate basidiomes within *Entoloma* inferred from molecular phylogenetic analyses // Fungal Biology. 2012. Vol. 116, No 12. P. 1250–1262.
- Kluting K.L., Baroni T.J., Bergemann S.E. Toward a stable classification of genera within the *Entolomataceae*: a phylogenetic re-evaluation of the *Rhodocybe*–*Clitopilus* clade // Mycologia. 2014. P. 13–270.
- Largent D.L. *Entolomatoid fungi of the Pacific Northwest and Alaska*. USA, Mad. River Press: Eureka. 1994. 516 p.
- Matheny P.B., Curtis J.M., Hofstetter V., et al. Major clades of *Agaricales*: a multilocus phylogenetic overview // Mycologia. 2006. Vol. 98. P. 984–997.
- Morgado L.N., Noordeloos M.E., Lamoureux Y., Geml J. Multi-gene phylogenetic analyses reveal species limits, phylogeographic patterns, and evolutionary histories of key morphological traits in *Entoloma* (*Agaricales*, *Basidiomycota*) // Persoonia. 2013. Vol. 31. P. 159–178.
- Morozova O.V., Noordeloos M.E., Vila J. *Entoloma* subgenus *Leptonia* in boreal-temperate Eurasia: towards a phylogenetic species concept // Persoonia. 2014. Vol. 32. P. 141–169.
- Noordeloos M.E. *Entoloma* s.l. Fungi Europaei, vol. 5. Giovanna Biella, Saronno, Italy. 1992. P. 1–760 p.

- Noordeloos M.E. *Entoloma* s.l. *Fungi Europaei*, vol. 5a. Edizione Candusso, Italy. 2004. P. 761–1377.
- Noordeloos M.E., Gates G.M. The *Entolomataceae* of Tasmania. *Fungal Diversity Research Series*. 2012. Vol. 22. Springer Dordrecht, Heidelberg, New York, London. 400 p.
- Orton P.D. A revised list of the British species of *Entoloma* sensu lato // *The Mycologist*. 1991a. Vol. 5, No 3. P. 123–138.
- Orton P.D. A revised list of the British species of *Entoloma* sensu lato // *The Mycologist*. 1991b. Vol. 5, No 4. P. 172–177.
- Romagnesi H. Essai d'une classification des *Rhodophylles* // *Bulletin Mensuel de la Societe Linneenne de Lyon*. 1974. Vol. 43. P. 325–332.
- Romagnesi H. Les fondements de la taxinomie des *Rhodophylles* et leur classification // *Beihefte Nova Hedwigia*. 1978. Vol. 59. P. 1–80. Cramer, Germany.
- Vila J., Carbó J., Caballero F., Català S., Llimona X., Noordeloos M.E. A first approach to the study of the genus *Entoloma* subgenus *Nolanea* sensu lato using molecular and morphological data // *Fungi non Delineati*. 2013. LXVI (Studies on *Entoloma*): 3–62, 93–135 (iconography). Edizione Candusso, Italy.
- Vila J., Caballero F., Carbó J., Alvarado P., Català S., Higelmo M.A., Llimona X. Preliminary morphologic and molecular study of the *Entoloma rusticoides* group (*Agaricales*-*Basidiomycota*) // *Revista Catalana de Micologia*. Vol. 35. P. 65–99; 2014.

## Биогеография грибообразных амебидных протистов (Мухомycetes)

### Biogeography of fungus-like protists (Mухомycetes)

Новожилов Ю.К.

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

[yurinovozhilov@gmail.com](mailto:yurinovozhilov@gmail.com), [YNovozhilov@binran.ru](mailto:YNovozhilov@binran.ru)

В современной биогеографической литературе к эукариотическим микроорганизмам относят живые объекты, размер которых варьирует от 1 до 10 мм (Martiny et al. 2006; Fontaneto 2011). Столь малый размер позволяет им относительно легко распространяться пассивным путем по воздуху. В результате к ним часто применяют утверждение, выдвинутое первоначально в отношении прокариотических микроорганизмов - "все есть везде, но среда отбирает" (EiE гипотеза). Крайним выводом из постулата EiE стало предположение, что все видовое разнообразие микроорганизмов может быть зарегистрировано в одном маленьком пруду или даже образце (Finlay & Esteban 1998) и что большинство организмов размерами менее 1 мм встречаются повсюду, где есть подходящие условия для обитания. Впрочем, результаты последних исследований, заставляя усомниться в безоговорочности этого утверждения. Было показано существование биогеографических закономерностей в распространении различных микробов, несмотря на способность их пропаганд к трансконтинентальному переносу (Чернов 1993; Заварзин 1994; Foissner 2006, 2007). Имеется множество аспектов EiE гипотезы, которые до сих пор не имеют четкого объяснения. Например, мы не можем достаточно ясно описать разнообразие микроорганизмов, охарактеризовать количественно их экологическую нишу и географический ареал многих видов и определить показатели способности к расселению. Крайне мало данных о видообразовании микроорганизмов при отсутствии географических барьеров между отдельными популяциями. Если микроорганизмы не связаны ни с одной из географических областей, могут ли они сохраняться как виды? Более того, понимание того, как отдельные виды эукариотических микроорганизмов осуществляют глобальное распространение далеко от решения. Многие из них, которые рассматриваются как космополитные, на самом деле представлены комплексами видов с ограниченным распространением. Еще более сложно объяснить, почему в одних случаях микроорганизмы имеют очень широкое распространение, а в других случаях они - эндемики различного регионального уровня, иногда с очень ограниченным распространением. Ясно, что необходимо определить четкие единицы оценки разнообразия микроорганизмов для того, чтобы картировать их распространение. Филогеографический анализ с использованием маркерных генов для изучения их пространственного распространения показывает наличие, как дальнего переноса генов, так и их ограниченного распространения. Часто слабая генетическая дифференциация (или ее полное отсутствие) среди популяций морфовида, дает основание для подтверждения значительных возможностей к его расселению и этот факт соответствует космополитной теории распространения протистов. Аннотированные списки видов - основа любого биогеографического анализа. Имеется множество проблем для идентификации видов как "единиц" разнообразия. Различие между исторической и экологической биогеографией подчеркивает одно из основных различий микро- и макроорганизмов, и является одной из главных трудностей в поддержании или отклонении EiE гипотезы.

Крайне сложно определить вклад экологического и биогеографического компонента при оценке распространения микроорганизмов, что во многом связано с трудностями понимания их экологических ниш. Одна из главных составляющих гипотезы убиквитного распространения микроорганизмов это "...среда отбирает". Таким образом знание экологической ниши необходимо, чтобы определить их распространение. Модели, основанные на оценке экологической ниши, используются для прогнозирования биогеографического распространения микроорганизмов. Однако все не так просто на деле, поскольку оценки экологических факторов важных для их распространения отличается от тех, что используются в отношении макроорганизмов. В частности это вызвано трудностями оценки экологических параметров в микроместообитаниях, а также тем фактом, что выявление микроорганизма еще не означает, что данная среда обитания действительно подходит для его активных стадий. Макроорганизмы обычно имеют очень незначительные расхождения между их потенциальным (исторически сложившимся биогеографическим ареалом) и реальным экологически обусловленным распространением, тогда как микроорганизмы, в силу наличия покоящихся стадий, могут встречаться в регионах, в которых условия среды не оптимальны для их обитания. В качестве примера можно привести выявление термофильных бактерий в холодных почвах. Очевидно, что биогеографические и синэкологические исследования эукариотических микроорганизмов удобнее всего проводить в отношении

немногих групп, виды которых определяются и могут быть обнаружены относительно легко в природе или выделены в лаборатории с помощью стандартных методик. Это позволяет использовать большие наборы данных в сравнительном биогеографическом и синэкологическом анализе. Одной из таких групп являются миксомицеты или грибообразные протисты, плазмодиальные слизевики (*Myxomycetes*=*Myxogastria*).

Для биогеографических и синэкологических исследований миксомицеты представляются удобным объектом поскольку: (1) большинство видов имеет хорошо развитые морфологические признаки плодовых тел (спорокарпов), которые длительное время сохраняются в гербарии; (2) виды ассоциированы с определенными микроместообитаниями (субстратами), которые относительно легко можно обследовать с помощью стандартной техники культивирования во «влажной камере»; (3) в период с 1991 обширные коллекции спорокарпов и субстратов уже были собраны по стандартной методике из различных регионов в рамках специальных проектов, например «Planetary Biodiversity Inventory, Global Biodiversity of Eumycetozoaans» (см. <http://slimemold.uark.edu/>). Одной из главных целей этих исследований был сбор информации о таксономическом и экологическом разнообразии миксомицетов в различных биомах, включая: тропики, умеренные широколиственные и таежные леса, тундра, степи и пустыни. Плазмодиальные миксомицеты – монофилетическая группа наземных амeboидных грибообразных протистов, очень многочисленных в природе (Madelin 1984; Urich et al. 2008). Они могут образовывать плодовые тела (спорокарпы), содержащие споры. Слизевики – типичные фаготрофы, питающиеся различными микроорганизмами и поддерживающие баланс между бактериальным и грибным процессом разложения органического вещества. Известно около 900 видов миксомицетов, относящихся к 6 порядкам (*Ceratiomyxales*, *Echinosteliales*, *Liceales*, *Physarales*, *Stemonitales* и *Trichiales*). Однако большинство современных исследователей относят порядок *Ceratiomyxales* к протостелидам (Olive 1975; Spiegel 1990). Молекулярные данные указывают на то, что миксомицеты довольно древние организмы. В последних филогенетических схемах их помещают в основание клады эукариот (Adl et al. 2012; Cavalier-Smith 1998; Fiore-Donno et al. 2010a, b; 2011; 2013). Палеонтологические находки плазмодиальных миксомицетов редки. Максимальный возраст ископаемых остатков спорокарпов не превышает 50 миллионов лет, некоторые образцы спор датируются Олигоценом и Плейстоценом (Stephenson et al. 2008). Несмотря на относительно изолированное положение в системе организмов, миксомицеты относятся к традиционным объектам микологии. Во многом это объясняется сходством их спорокарпов, которые обычно не превышают 0.5–5 мм шир., с плодовыми телами некоторых грибов. Таксономия миксомицетов основана главным образом на морфологических признаках спорокарпов (Martin, Alexopoulos, 1969; Stephenson 2011; Schnittler et al. 2012; Новожилов 1993; Новожилов, Гудков 2000). Их можно собирать и хранить в гербарии как образцы грибов, лишайников, мхов или высших растений. Жизненный цикл миксомицетов уникален и включает как микроскопические (миксамебы, зооспоры, споры и микроцисты), так и макроскопические формы (многоядерный плазмодий, спорокарпы и склероции). Споры служат для расселения вида, тогда как покоящиеся стадии (микроцисты и склероции) могут прерывать жизненный цикл при неблагоприятных условиях. Размер спор варьирует от 5 до 15  $\mu\text{m}$  в диам., хотя большинство видов имеют споры  $10 \pm 2 \mu\text{m}$  в диам. Жизненный цикл миксомицетов заканчивается выходом из спор одноклеточных подвижных гаплоидных миксамеб.

**Морфовиды как преграда в изучении биогеографии миксомицетов.** Несмотря на хорошо изученную таксономию миксомицетов, еще остаются принципиальные методические проблемы при оценке широтно-зональных трендов в распространении отдельных видов. Одна из них это – бесполое клонирование, которое в ряде случаев не образует спорокарпы. Как было упомянуто, в таксономии миксомицетов учитывают преимущественно морфологические признаки плодовых тел, однако возможно имеются местообитания, где миксомицеты существуют только в форме популяций амев или плазмодиев и не формируют спорокарпы, что препятствует выявлению таксономического и экологического разнообразия. Использование молекулярно-генетических методов – один из способов выявления «скрытых» популяций, что крайне важно для анализа видовых ареалов миксомицетов (Kamono et al., 2009, 2013). С другой стороны, спорокарпы кортикулоидных видов, например, *Protophysarum phloiogenum*, плохо заметны в природе. Однако они относительно легко выявляются во влажных камерах, где обычно появляются на 5–6 день и хорошо заметны под бинокуляром. Известно, что многие обычные и широко распространенные виды на самом деле представляют комплексы географически ограниченных апомиктических клонов (Clark, Haskins 2010; Fiore-Donno et al. 2011). Некоторые из таких форм найдены в особых местообитаниях (например, отмирающие соцветия гигантских тропических трав). Эти клоны несомненно адаптированы к определенным микроместообитаниям, и их спорокарпы отличаются по ряду признаков (например, цвет и размер) от спорокарпов этих же видов из типичных местообитаний. Около 50 % всех видов миксомицетов известно только из типовых местообитаний или менее, чем из 5 мест. Весьма вероятно, что многие из таких «видов» представляют только морфологически отличные формы одного вида, приуроченные к особым местообитаниям. Примером является, *Physarum notabile*, один из хорошо известных обитателей крупных древесных остатков в умеренных и таежных лесах. Спорокарпы этого вида из пустынь Евразии, прохладных пустынь Великого Бассейна в США и теплых пустынь Омана имеют значительное разнообразие форм ножки и споротеки, а также их пропорции, распределения извести в структурах спорокарпа и т.д. Эти признаки плохо согласуются с характеристиками спорокарпов *Ph. notabile* из лесных районов с умеренным и холодным климатом. Комплексный морфологический и молекулярный анализ изолятов *Ph. notabile* из аридных районов позволил отделить их в качестве нового для науки вида – *Ph. pseudonotabile*. Филогенетический анализ на основе генов 18S SSU и *tef1* показал генетическую гетерогенность и полифилетичность видового комплекса *Ph. notabile* в рамках порядка Physarales.

**Индикаторные виды миксомицетов высоких широт и аридных районов.** Виды с характерными хорошо заметными морфологическими признаками (flagship taxa) представляют значительный интерес как индикаторы

региональных и зональных биот. Анализ встречаемости таких видов на широтном градиенте позволяет выявлять определенные зонально-широтные тренды их распространения (Новожилов и др. 2009).

**Факты регионального и локального эндемизма у миксомицетов.** Большинство миксомицетов имеют очень широкое распространение и некоторые из них, по-видимому, являются космополитами. Споры миксомицетов распространяются по ветру и насекомыми. Также как и большинство других протистов, миксомицеты обладают огромным потенциалом для колонизации различных островных местообитаний, таких например, как крупные древесные остатки в исходно безлесных районах. Недавние исследования показали возможность переноса пустынной пыли из пустыни Гоби в западные штаты США (<http://geology.com/news/2006/11/dust-from-sahara-and-gobi-deserts.html>) и из Африки в Южную Америку. Штормы в пустынях создают трансконтинентальные мосты для различных групп микробов и протистов и, несмотря на отсутствие непосредственных доказательств переноса спор миксомицетов на дальние расстояния, можно предположить, что они входят в состав пустынной пыли (Kamono et al 2009). Это значительно увеличило бы возможность их трансконтинентального распространения. По-видимому, такой путь распространения мог бы объяснить высокую степень сходства видового состава между субстратными группировками во всех пустынях мира и поддержать космополитную модель распространения протистов. Однако, дендрограмма сходства, построенная на анализе встречаемости 121 вида в аридных районах мира, ясно показывает разделение биот миксомицетов американских тепло-умеренных пустынь и евразийских холодно-умеренных пустынь на два кластера (Новожилов и др. 2009). Несмотря на интенсивные исследования, некоторые виды тепло-умеренных пустынь Америки не были найдены в холодно-умеренных евразийских пустынях (Aguilar et al. 2014). Это дает основание рассматривать географическое расстояние как один из факторов, влияющий на дифференциацию биот миксомицетов. Другое возможное объяснение эндемизма «суккулентофильных» миксомицетов из аридных районов Америки связано с особым набором видов дрожжей и других микроорганизмов, которыми питаются амёбы и плазмодии, обитающие на остатках суккулентов. Однако эта гипотеза требует проверки. В заключение следует отметить, что наши последние исследования указывают, что распространение грибообразных протистов, зависит как от климата и/или типа растительности в глобальном масштабе, так и от некоторых экологических факторов в отдельных местообитаниях на локальном (региональном) уровне. Полученные результаты поддерживают модель умеренного эндемизма, постулируемую для других групп микроорганизмов.

Исследования были частично профинансированы за счет проектов Российского фонда фундаментальных исследований (гранты 13-04-00839-а, 15-29-02622-офи-м).

#### Рекомендуемая литература:

- Заварзин Г.А. 1994. Микробная биогеография. Журн.общ.биологии. 55. 5-12.
- Новожилов Ю. К. Определитель грибов России. Отдел Слизевика. Вып. 1. Класс Миксомицеты. СПб: Наука. 1993. 288 с.
- Новожилов Ю. К., Гудков А. В. 2000. Мусцетоза. В кн. Протисты / Карпов С. А. (ред.). Санкт-Петербург: Наука. С. 417-450.
- Новожилов Ю. К., Шнитлер М., Стефенсон С. Л. 2009. Географические и экологические закономерности формирования комплексов миксомицетов в арктических и аридных районах // Виды и сообщества в экстремальных условиях. Сборник, посвященный 75-летию академика Юрия Ивановича Чернова / Бабенко А. Б. и др. София: КМК, Pensoft. С. 209-223.
- Чернов И.Ю. 1993. География микроорганизмов и структура экосистем. Известия Академии Наук., сер. Географическая. 6: 49-58.
- Adl S.M., Simpson A.G.B., Lane C.E., Lukeš J., Bass D., Bowser S.S., Brown M. W., Burki F., Dunthorn M., Hampl V., Heiss A., Hoppenrath M., Lara E., le Gall L., Lynn D. H., McManus H., Mitchell E. A. D., Mozley-Stanridge S. E., Parfrey L. W., Pawłowski J., Rueckert S., Shadwick L., Schoch C. L., Smirnov A., Spiegel F. W. 2012. The Revised Classification of Eukaryotes. Journal of Eukaryotic Microbiology. 59(5). 429-514.
- Aguilar M., Fiore-Donno A.-M., Lado C., Cavalier-Smith T. 2014. Using environmental niche models to test the 'everything is everywhere' hypothesis for Badhamia. The ISME Journal. 8(4). 737-745.
- Cavalier-Smith T. 1998. A revised six-kingdom system of life. Biol. Rev. 73. 203-266.
- Clark J., Haskins E.F. 2010. Reproductive systems in the myxomycetes: a review. – Mycosphere. 1. 337-353.
- Finlay B. J., Esteban G. F. 1998. Freshwater protozoa: biodiversity and ecological function. Biodiv. Conserv. 7. 1163-1186.
- Fiore-Donno A. M., Clissmann F., Meyer M., Schnittler M., Cavalier-Smith T. Two-gene Phylogeny of Bright-Spored Myxomycetes (Slime Moulds, Superorder Lucisporidia). 2013. PLoS One. 8(5). e62586. doi:10.1371/journal.pone.0062586.
- Fiore-Donno A. M., Novozhilov Y. K., Meyer M., Schnittler M. 2011. Genetic structure of two protist species (Myxogastria, Amoebozoa) reveals possible predominant asexual reproduction in sexual amoebae. PLoS ONE 6. e22872. doi:10.1371/journal.pone.0022872.
- Fiore-Donno A. M., Nikolaev S. I., Nelson M., Pawłowski J., Cavalier-Smith T., Baldauf S. L. 2010a. Deep phylogeny and evolution of slime moulds (Mycetozoa). Protist. 161. 55-70.
- Fiore-Donno, A.-M., Kamono, A., Chao, E.E., Fukui, M., Cavalier-Smith, T. 2010b. Invalidation of *Hyperamoeba* by transferring its species to other genera of Myxogastria. J. Eukaryot. Micro- biol. 57. 189-196.
- Fontaneto D. (ed.) Biogeography of Microscopic Organisms. Is Everything Small Everywhere? (Systematics Association Special Volume Series). 2011. New York: Cambridge University Press. 384 p.
- Kamono A., Meyer M., Cavalier-Smith T., Fukui M., Fiore-Donno A.-M. 2013. Exploring slime mould diversity in high-altitude forests and grasslands by environmental RNA analysis. FEMS Microbiol. Ecol. 84. 98-109.
- Kamono A., Kojima H., Matsumoto J., Kawamura K., Fukui M. 2009. Airborne myxomycete spores: detection using molecular techniques. Naturwissensch. 96. 147-151.
- Madelin M. F. 1984. Myxomycete data of ecological significance. Transactions of the British Mycological Society. 83(1). 1-19.
- Olive L.S. 1975. The Mycetozoans. Acad. Press, New York, San Francisco, London. 293 p.
- Schnittler M., Novozhilov Y.K., Romeralo M., Brown M., Spiegel F.W. Fruit body-forming protists: Myxomycetes and Myxomycete-like organisms (Acrasia, Eumycetozoa). In: Engler's Syllabus of Plant Families, Part 1/1. Blue-green Algae, Myxomycetes and Myxomycete-like organisms, phytoparasitic protists, heterotrophic Heterokontobionta and Fungi p.p. Stuttgart: Bornträger. 2012. 178 p.
- Spiegel, F.W. 1990. Phylum Plasmodial slime molds, Class Protostelia. - In: Margulis, L., Corliss J.O., Melkonian M., Chapman D.J. (eds.): in Handbook of Protozoista. Jones & Bartlett, Boston. 484-497.
- Stephenson S.L., Schnittler M., Novozhilov Y.K. 2008. Myxomycete diversity and distribution from the fossil record to the present. Biodivers. Conserv. 17. 285-301.
- Stephenson S. L. 2011. From morphological to molecular: studies of myxomycetes since the publication of the Martin and Alexopoulos (1969) monograph. Fungal Diversity. 50(1). 21-34.
- Urich T., Lanzén A., Qi J., Huson D. H., Schleper C., Schuster S. C. 2008. Simultaneous Assessment of Soil Microbial Community Structure and Function through Analysis of the Meta-Transcriptome. PLoS ONE. 3(6). e2527.

**Грибы Новосибирской области: Интернет-проект**

Fungi of Novosibirsk Region: an Internet project

Агеев Д.В.

ООО «Сигнатек», Новосибирск, Россия

dim@diamondsteel.ru

Традиционно для передачи научных знаний использовались книги и журналы, предназначенные в первую очередь для самих учёных. Затем науку начали популяризировать, и стали появляться научно-популярные книги, журналы и зрелищные кинофильмы, рассчитанные на широкий круг читателей. Теперь же наступила эра Интернета, и любой школьник, студент, аспирант первым делом ищет информацию для своей работы, запустив браузер. И делает он это всё чаще не с помощью стационарного компьютера, а с помощью сотового телефона (коммуникатора), который всегда носит с собой. Знания, накопленные огромным количеством учёных, становятся ближе и доступнее, всего лишь надо засунуть руку в карман.

Засунь руку в карман – а там или пусто, или недостоверно. Именно так сейчас обстоят дела в российском сегменте интернета в разрезе информации о грибах. Наиболее доступно информация представлена любителями, для которых микология – это хобби.

В своём докладе я сделаю обзор доступных в интернете ресурсов о грибах и представлю свой проект «Грибы Новосибирской области» (<http://mycology.su>).

**Базидиальные макромицеты Ботанического сада МГУ**

Basidial macromycetes of the Botanical garden at the Lomonosov Moscow State University

Антонова Л.Д.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

lutic-vaikiria@yandex.ru

Работа представляет собой первый шаг на пути к выявлению биоразнообразия базидиальных макромицетов Ботанического сада (БС) МГУ. Изучение грибов в БС имеет серьезное значение, так как большинство из них тесно связаны с растениями: являются микоризообразователями, ксилопаразитами или разлагают мертвую древесину. Подобного рода исследования на территории как БС МГУ, так и большинства Ботанических садов России и стран Европы до этого практически не проводились.

Сборы образцов производились в период с мая 2013 года по ноябрь 2014 года маршрутным методом. Были обследованы различные биотопы на всей территории Ботанического сада: участки с посадками растений из различных регионов России (как возделываемые, так и давно находящиеся без присмотра), регулярно обрабатываемые и удобряемые участки, подверженные антропогенной нагрузке (цветочные клумбы, газоны, посадки плодовых культур), отвалы строительного и древесного мусора, сильно увлажненные места рядом с водоемами. Камеральная обработка образцов заключалась в видовой идентификации собранных образцов на основе макро- и микроскопических признаков.

На территории БС МГУ было найдено 135 видов базидиальных макромицетов. По строению плодовых тел они относятся к агарикоидной (77 видов), гастероидной (15 видов), афиллофороидной (40 видов) и гетеробазидиальной (3 вида) морфологическим группам.

С таксономической точки зрения, найденные виды относятся к 31 семейству из 10 порядков (таксономия приведена в соответствии с базой Index Fungorum на январь 2015 г.). По видовому богатству лидируют порядки Agaricales (62% видов) и Polyporales (19% видов) и семейства *Polyporaceae*, *Mycenaceae*, *Agaricaceae* (по 9%) и *Psathyrellaceae* и *Strophariaceae* (по 8%). Роды, к которым относится наибольшее число видов – *Mycena* (10 видов), *Psathyrella* (6 видов) и *Inocybe* (4 вида).

По эколого-трофической стратегии выявленные виды относятся к гумусовым и подстилочным сапротрофам, микоризообразователям, ксилосапротрофам, ксилопаразитам; по числу видов лидируют гумусовые и подстилочные сапротрофы.

Наибольшее количество видов – 53% – произрастают в местах, не демонстрирующих флору определенного региона и подвергающихся сильному антропогенному воздействию: деревья и почва вдоль активно используемых дорожек, свежевскопанные грядки, кострища, насыпи щепы лиственных пород под деревьями, кучи обрезанных веток. Заносных видов, не характерных для микобиоты Москвы и Московской области, обнаружено не было.

**Полиморфизм северо-западных и северокавказских популяций гриба *Puccinia triticina* по SSR-маркерам**Polymorphism of North-Western and North Caucasian populations of *Puccinia triticina* based on SSR-markers

Аристова М.К., Казарцев И.А., Шайдаюк Е.Л., Гульятеева Е.И.

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург, Россия

shuu.382@gmail.com

Возбудитель бурой ржавчины – гриб *Puccinia triticina* Erikss. распространен практически повсеместно в зоне выращивания пшеницы. Согласно маркерам вирулентности показано существование нескольких популяций

гриба *P. triticina* на территории России: европейской, азиатской и кавказской (Михайлова, Васильев, 1985; Сорокина и др., 1990). Цель настоящей работы – оценка структуры северо-западных и северокавказских популяций гриба *P. triticina* по SSR-маркерам. Материалом исследований послужили 32 изолята гриба, собранные в Северо-Западном регионе (Псковская, Новгородская, Ленинградская и Калининградская обл.) в 2007–2014 гг. и 40 – из Северокавказского (Краснодарский, Ставропольский края, Дагестан). Эти изоляты были представлены широко распространенными и редкими оригинальными фенотипами. Для проведения SSR-анализа использовали маркеры, подобранные для оценки полиморфизма гриба *P. triticina* в Cereal Diseases Laboratory (США).

Не выявлено корреляции между молекулярными фенотипами и вирулентности. Например, общий для обеих популяций фенотип ТНТКТ был представлен восемью молекулярными генотипами, а фенотип РGТКJ, доминирующий в северо-западной популяции, семью молекулярными. Внутрипопуляционное разнообразие по SSR-генотипам было выше, чем при анализе вирулентности. Среди 20 *Lr*-линий-дифференциаторов варьирование в частотах по вирулентности выявлено на 14 линиях, а при использовании 18 микросателлитных маркеров – по 38 аллелям. Согласно UPGMA-дендрограмме генетического сходства (NTSYSpc, Version 2.2) по SSR-маркерам выявлена кластеризация изолятов по географическому происхождению. Северо-западные и два краснодарских изолята составляли первую группу. Во вторую объединились все дагестанские и три краснодарских изолята, а в третью – все остальные северокавказские. В аналогичной дендрограмме по вирулентности наблюдалась другая картина. Изоляты группировались в 3 группы, которые преимущественно различались между собой по вирулентности вне зависимости от их происхождения.

Проведенный комплексный анализ с использованием анализа вирулентности и SSR-маркеров дополнил ранее полученные сведения о структуре популяций фитопатогенного гриба *P. triticina* в Северо-Западном и Северокавказском регионах.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №14-04-00464-а.

### Применение метода сеточного картирования в изучении афиллофороидных грибов Мордовского заповедника (Россия)

Application of grid mapping in the study of aphyllorphoroid fungi of the Mordovian State Nature Reserve (Russia)

Большаков С.Ю.

Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия  
*sbolshakov@binran.ru*

К настоящему времени для Мордовского государственного природного заповедника (Темниковский район Республики Мордовия) опубликовано 270 видов афиллофороидных грибов (Большаков, Змитрович, 2014; Большаков, 2015). Четырёхлетними исследованиями покрыта большая часть территории, неповреждённой пожарами 2010 г. Однако плотность выявления видов по территории неравномерна – заполняя территорию густой сетью маршрутов, её большая часть за их пределами остаётся необследованной. Для оценки этого, более полной инвентаризации и выявления закономерностей распространения видов, впервые в России нами в микологических исследованиях применён метод сеточного картирования. Для этого один географический градус ( $1^\circ \times 1^\circ$ ) был разбит на три последовательных сети квадратов со сторонами  $5' \times 10'$ ,  $2'30'' \times 5'$ ,  $1'15'' \times 2'30''$ . Площадь полученных квадратов для  $54^\circ \times 43^\circ$  (где расположен заповедник) меняется соответственно с севера на юг 98.6–100.85 км<sup>2</sup>, 24.64–25.23 км<sup>2</sup>, 6.16–6.31 км<sup>2</sup>. Территория заповедника составляет 321.62 км<sup>2</sup> и занимает 13 больших, 33 средних и 90 малых квадратов. Находки 283 видов в пределах заповедника (1600 записей) были привязаны к соответствующим малым квадратам, составлены матрицы наличия-отсутствия видов для каждого малого квадрата, и на основе их построены карты распространения для каждого вида.

Всего те или иные виды указаны для 48 квадратов. В 18 квадратах найдено менее 10 видов, из них в 7 – по одному виду (случайные сборы предыдущих исследователей). Территория 22 квадратов полностью повреждена пожарами 2010 года, тем не менее, для 6 таких квадратов имеются указания видов. Максимальное количество видов, найденное в пределах одного квадрата – 126. Количество квадратов, в которых отмечен тот или иной вид, меняется от 1 до 23. Виды, отмеченные в максимальном количестве квадратов – *Schizophyllum commune* Fr. (в 23), *Daedaleopsis tricolor* (Bull.) Bondartsev et Singer (в 22) и *Fomitopsis pinicola* (Sw.) P. Karst. (в 21); 23 вида отмечены в 11–20 квадратах, остальные виды (257) – в 10 и меньше. 86 видов отмечены только в единственных квадратах.

Проведённая визуализация результатов прошлогодних исследований позволила выявить пропущенные или недостаточно изученные участки. После обработки всех результатов в свете нового подхода будут проанализированы особенности распределения видов по территории заповедника. Таким образом, данная методика даёт большие возможности в изучении грибов.

### Афиллофороидные грибы Среднерусской возвышенности: ретроспектива исследований Aphyllorphoroid fungi of the Middle Russian Upland: retrospective of investigations

Волобуев С.В.

Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия  
*sergvolobuev@binran.ru*

Современные ландшафты и микобиота Среднерусской возвышенности – результат многовекового антропогенного преобразования. Первые специальные исследования трутовых грибов были проведены здесь в

начале XX века впоследствии всемирно известным микологом А.С. Бондарцевым (1906, 1908) в ходе фитопатологических обследований в Курской губернии. В 1912 г. А.С. Бондарцев опубликовал работу, посвященную грибам Брянского опытного лесничества, где также привел сборы П.З. Виноградова-Никитина.

В дальнейшем, изучение видовой разнообразия афиллофороидных грибов (АФГ) Среднерусской возвышенности в большей степени становится следствием общих работ по наблюдениям за всей микобиотой и сосредоточивается на охраняемых природных территориях. Так, Н.А. Голосов (1937) и А.А. Юницкий (1939) приводят сведения для заповедника «Тульские засеки», И.Е. Брежнев (1950) публикует сводку по грибам заповедного участка «Лес на Ворскле». Данные об АФГ эксплуатируемых лесонасаждений Брянской области приводит М.А. Бондарцева (1962), а для Орловской – А.Д. Вакуров и В.В. Попов (1966). В 80-е гг. XX века было продолжено изучение грибов на охраняемых территориях Белгородской, Воронежской и Курской областей В.П. Рябовой и О.С. Игнатенко (1981), П.М. Николаевым (1983, 1986) и Э. П. Беденко (1985).

На сегодняшний день в исследованиях АФГ Среднерусской возвышенности выражен административно-территориальный подход. Опубликованы обобщающие региональные сводки и статьи: для Брянской области – С.А. Кругликов (2007), Е.С. Попов и С.В. Волобуев (2014); для Калужской – М.Н. Сионова (2009), Е.С. Попов и С.В. Волобуев (2014); для Курской – В.П. Сошнина (1995), Т.Н. Барсукова (2000); для Липецкой – Л.А. Сарычева с соавт. (2009), для Орловской – С.В. Волобуев (2015); для Тульской области – Т.Ю. Светашева и А.В. Фрезе (2013).

Работа выполнена в рамках гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук № МК-6345.2015.4.

### **Биоэкологические особенности филогенетически близких видов *Fusarium langsethiae* и *F. sibiricum***

Bio-ecological characteristics of phylogenetically related species *Fusarium langsethiae* and *F. sibiricum*

Гаврилова О.П.

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург, Россия

*olgavriloval@yandex.ru*

До настоящего времени информация о биологии, экологии и внутривидовом разнообразии филогенетически близких видов *Fusarium langsethiae* Torp et Nirenberg (2004) и *F. sibiricum* Gagkaeva, Burkin, Kononenko, Gavrilova, O'Donnell, Aoki et Yli-Mattila (2011), являющихся продуцентами Т-2/НТ-2 токсинов, весьма ограничена. Впервые *F. langsethiae* был выявлен в 1999 г. в Норвегии (Torp, Nirenberg, 2004). Сейчас ареал этого вида охватывает практически всю территорию Европы (Imathiou et al., 2013). В России, с момента обнаружения *F. langsethiae* 12 лет назад на Северо-западе, отмечено массовое распространение этого вида по всей европейской части страны. Только один штамм *F. langsethiae* был выделен из зерна овса, выращенного в Западной Сибири (Гагкаева и др., 2014). В Сибири и на дальневосточной территории России был выявлен и описан новый для науки вид *F. sibiricum*. Установлено, что *F. sibiricum* встречается в Иране, а вне азиатского ареала единичный штамм этого вида выявлен в Норвегии (Yli-Mattila et al., 2011, 2015).

Высокое сходство *F. langsethiae* и *F. sibiricum* по морфологическим признакам и спектру продуцируемых вторичных метаболитов затрудняет их идентификацию. В настоящее время нами разработан алгоритм по определению видовой принадлежности штаммов по типу реакции с набором видоспецифичных праймеров (Yli-Mattila et al., 2015).

Характеристика свойств штаммов *F. langsethiae* свидетельствует о высокой вариабельности их различных признаков. Показано, что, в зависимости от региона происхождения, штаммы могут различаться по макроморфологии (скорости роста, образуемому пигменту), чувствительности к абиотическим факторам (температуре, действию фунгицида). Кроме того, установлено генетическое разнообразие *F. langsethiae*, которое позволяет выделять внутри вида две подгруппы. Выявление биологических особенностей штаммов *F. langsethiae* разных подгрупп является задачей наших исследований.

Работа финансируется за счет гранта РНФ (проект № 14-26-00067).

### **Результаты предварительного обследования лишенофлоры на территории проектируемого заказника «Ржевский» (Всеволожский район Ленинградской области)**

Lichens of Rzhevskij Protected area (Vsevolozhsk District, Leningrad Region): preliminary results

Гагарина Л.В.

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

*kvercus@yandex.ru, gagarinalv@binran.ru*

Исследования лишенофлоры на территории проектируемого заказника «Ржевский» проведены в июле 2015 г. Материал собран маршрутным методом. Репрезентативные гербарные образцы хранятся в гербарии лаборатории лишенологии и бриологии БИН РАН (LE). На территории проектируемого заказника «Ржевский» произрастают вторичные преимущественно смешанные (осина, береза, ель, сосна с рябиной) или сосновые леса. Территория подвержена значительной антропогенной и рекреационной нагрузке, что находит свое отражение на составе лишенофлоры. В ходе исследования выявлен 41 вид лишайников. Среди них наиболее представлены роды *Cladonia* (5 видов) и *Lecanora* (6 видов), остальные роды представлены 1-2 видами. Виды рода *Cladonia* обнаружены преимущественно у оснований стволов деревьев. Абсолютное большинство видов относится к накипным и

листоватым жизненным формам. Среди лишайников кустистой жизненной формы встречен один вид – *Bryoria subcana* (Nyl. ex Stizenb.) Brodo et D. Hawksw., который широко распространен на территории Ленинградской области. По субстратной приуроченности, абсолютное большинство видов являются эпифитами. Напочвенные виды обнаружены не были, вследствие сильной антропогенной и рекреационной нагрузки. Все выявленные виды являются типичными для вторичных лесов, редких и индикаторных видов нами обнаружено не было.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №14-04-01411.

### **Особенности экологии видов лишайников родов *Bacidia* и *Bacidina* (*Lecanorales*, *Ramalinaceae*) в России**

The ecology of lichen species from the genera *Bacidia* and *Bacidina* (*Lecanorales*, *Ramalinaceae*) in Russia

Герасимова Ю.В.

Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

*lolik.fedya@yandex.ru*

Несмотря на распространенное представление о том, что лишайники – организмы с очень широкой экологической амплитудой и исключительными адаптивными способностями, нормальная жизнедеятельность каждого вида лишайника связана с более или менее ограниченной экологической средой, которая определяется, в первую очередь, микроэкоотопом и субстратом. Причем высокая степень специализации по отношению к субстрату наблюдается у накипных лишайников, к которым относятся и два нижеприведенных таксона.

Представители родов *Bacidia* De Not. и *Bacidina* Vězda – накипные лишайники, с размером апотециев зачастую не превышающим 1 мм в диам. Некоторые авторы рассматривают их как два обособленных, но близкородственных рода, тогда как большинство лихенологов традиционно относят их к одному роду *Bacidia*.

В России в настоящее время их насчитывается 56 видов: 41 – из рода *Bacidia* и 15 – из рода *Bacidina*, тогда как в мире их известно уже более 80.

Они имеют довольно широкий ареал распространения, встречаясь на всех континентах, включая Антарктиду, от прибрежных зон до высокогорий, встречаясь на высоте до 3000 м (например, *Bacidia subincompta* (Nyl.) Arnold). Однако большинство видов предпочитают местообитания с высокой влажностью воздуха и хорошей освещенностью: редколесье, заболоченные участки леса, долины рек и ручьев, склоны холмов и гор, близких к морю или рядом с озерами или болотами. При этом большая доля видов приходится на старовозрастные сообщества.

По приуроченности к разным типам субстрата они делятся на следующие эколого-субстратные группы: эпифиты (35%), эпигейды (11%), эпилиты (9%), эпиксилы (2%) и эпифилы (2%). К эвритопным видам можно отнести 32% от общего числа, тогда как для 9% информация отсутствует или фрагментарна.

Однако, несмотря на довольно четкую приуроченность к субстрату, виды родов *Bacidia* и *Bacidina* также зависят от микроклимата и условий произрастания, встречаясь в более или менее сходных экотопах, либо на территориях с равнодействующим комплексом экологических факторов.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №14-04-01411.

### **Миксомицеты Центрально-Лесного природного биосферного заповедника (Нелидовский р-н, Тверская область). Предварительное сообщение**

Mycetozoa of the Central Forest Nature Biosphere Reserve (Nelidovo District, Tver Region): a preliminary report

Гмошинский В.И.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

*rubisco@list.ru*

В мае и октябре 2014 года были проведены сборы спораношений на территории Центрально-Лесного государственного природного биосферного заповедника (ЦЛПБЗ), расположенного в Нелидовском районе Тверской области. Всего был собран 621 образец, относящийся к 70 видам из 25 родов, 10 семейств и 5 порядков. 45 видов миксомицетов были новыми для ЦЛПБЗ, а 22 – для Тверской области. Кроме того, для 7 образцов видовая принадлежность установлена не была, а еще один образец был определен только до порядка. Наибольшей видовой насыщенностью обладал порядок Trichiales (27 видов), затем Physarales (15), Liceales (14), Stemonitales (12) и Echinosteliales (2).

При сравнении частоты встречаемости спораношений в мае и октябре было показано, что значения частот встречаемости в значительной степени различаются на уровне отдельных видов и родов, в то время как на уровне порядков различия не существенны.

Среди примечательных находок следует отметить *Barbeyella minutissima* Meyl. (5 образцов: 1 – в мае, 4 – в октябре). Этот редкий вид, обладает мелкими спорофорами (ок. 0,1 мм в диам и 0,5 мм выс.) с характерной морфологией. Его обычно отмечают в условиях высокогорья, однако известно о нахождении нескольких образцов и в равнинных условиях (на территории Финляндии и Польши). Вызывает интерес факт обнаружения спораношений этого вида в начале мая. Принято считать, что в равнинных условиях в зонах умеренного климата этот вид образует спораношения в осенние месяцы: оба образца из Финляндии найдены в ноябре, а образец из

Польши – предположительно, в августе или сентябре. Таким образом, образование спороношений в весенние месяцы в зоне умеренного климата является не типичным для *B. minutissima*.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта РНФ проект № 14-50-00029.

### Молекулярная филогения грибов рода *Ulocladium*

#### Molecular phylogeny of the genus *Ulocladium*

Гомжина М.М.

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург, Россия

*gomzhina91@mail.ru*

На настоящий момент филогения и таксономия рода *Ulocladium* Preuss (*Pleosporaceae*, *Ascomycota*) остаются противоречивыми. Нами были исследованы 22 штамма *Ulocladium*, представляющих разные морфовиды. Для них были определены последовательности трёх генов (актина (*actin*), основного аллерегена *Alternaria alternata* (Alt a1) и кальмодулина (*cald*)). В качестве внешней группы был использован вид *A. brassicicola* (Schwein.) Wiltshire.

Согласно генеалогиям всех трёх генов, вид *U. alternariae* (Cooke) E. G. Simmons – не попадал ни в одну из клад, формируемых другими видами *Ulocladium*. Остальные виды распределились по двум крупным сверхкладам (1 и 2). Согласно комбинированному филогенетическому дереву, изученные штаммы объединяются в 8 клад/видов.

Очевидно наличие 3 клад внутри сверхклады 1. Первая клада состояла из штаммов, определенных как *U. oudemansii* E. G. Simmons и *U. septosporum* (Preuss) E. G. Simmons. Вторая клада включала два штамма *U. chartarum* (Preuss) E. G. Simmons, а третья – штаммы, определенные, как *U. chartarum* и один – как *U. oudemansii*. На дереве, построенном на основании последовательности гена Alt a1, первая клада включала типовой штамм *U. septosporum*, а третья – *U. chartarum*, на комбинированных филогенетических деревьях эти типовые штаммы вместе формировали единую кладу. Поэтому с уверенностью говорить о соответствии этих клад отдельным видам не представляется возможным.

Во сверхкладе 2 выделялась клада, в которой располагались штаммы, морфологически сходные с *U. botrytis* Preuss. На филограммах, построенных на основании последовательностей как гена кальмодулина (*cald*), так и гена актина (*actin*), эта клада включала в свой состав типовой штамм *U. botrytis*. Однако на комбинированных деревьях он уже не входил в эту кладу.

Достоверно выделялись 4 клад, которые включали каждая по типовому штамму одного из следующих видов: *U. atrum* Preuss, *U. consortiale* (Thüm.) E. G. Simmons, *U. cucurbitae* (Letendre et Roum.) E. G. Simmons, *U. solani* Yong Wang bis et X. G. Zhang.

Важно отметить, что методы молекулярной филогении позволяют выявить большее количество видов, чем традиционные методы, основанные на морфологии. Так *U. cucurbitae* был обнаружен только благодаря современным методам, что, несомненно, подчеркивает их значимость.

### Некоторые сведения об агарикоидных грибах парков и скверов города Волжского

#### Some data on agaricoid fungi of parks in Volzhskii City

Гончарова О.Н., Веденеев А.М.

Волгоградский государственный социально-педагогический университет, Волгоград, Россия

*egf@vspu.ru*

Волгоградская область в микологическом отношении является мало и неравномерно изученным регионом. Есть обширные территории, на которых грибной компонент биоты никогда не изучался. Одной из них является город Волжский.

Волжский – один из крупнейших городов Волгоградской области, расположен на берегу реки Ахтубы в 20 км от Волгограда. В пределах Волжского много зелёных зон: рекреационные зоны (парки); лесозащитные полосы (разделительные полосы промышленной и селитебной зон); «островки здоровья» (скверы, сады). На этих территориях произрастают древесные насаждения, которые защищают город от промышленных загрязнений. Именно эти насаждения стали объектом наших исследований.

Нами использовались стандартные методы сбора, гербаризации и определения материала.

В результате проведенных исследований на территории парков и скверов города Волжского было выявлено 12 видов агарикоидных грибов из 8 родов, 6 семейств и 2 порядков. Это такие виды как: *Agaricus arvensis* Schaeff., *A. comtulus* Fr., *A. xanthodermus* Genev., *Agrocybe dura* (Bolton) Singer, *A. praecox* (Pers.) Fayod, *Coprinellus micaceus* (Bull.) Vilgalys, Hopple et Jacq. Johnson, *Coprinus comatus* (O. F. Müll.) Pers., *Inocybe rimosa* (Bull.) P. Kumm., *Lactarius controversus* Pers., *Lentinus tigrinus* (Bull.) Fr., *Psathyrella candolleana* (Fr.) Maire, *P. spadiceogrisea* (Schaeff.) Maire (Лагутина, 2012).

Грибы, занесенные в Красную книгу Волгоградской области и России, встречены не были.

Преобладающими по количеству видов являются семейства: *Psathyrellaceae* (4 вида), *Agaricaceae* (3 вида), *Strophariaceae* (2 вида). Наиболее богатыми по количеству видов родами являются *Agaricus* (3 вида), *Psathyrella* и *Agrocybe* (по 2 вида).

Нами были выявлены 3 экологические группы. Преобладающей является сапротрофная группа агарикоидных грибов, которая представлена 10 видами: *Agaricus arvensis*, *A. comtulus*, *A. xanthodermus*, *Agrocybe dura*, *A. praecox*, *Coprinellus micaceus*, *Coprinus comatus*, *Inocybe rimosa*, *Lentinus tigrinus*, *Psathyrella spadicegrisea*. К микоризообразователям относится 1 вид (*Lactarius controversus*). Ксилотрофы представлены 1 видом: *Psathyrella candolleana* (Лагутина, 2012).

По вкусовым и питательным свойствам выявленные агарикоидные грибы относят к трём категориям – второй (*Agaricus arvensis*, *A. comtulus*, *A. xanthodermus*), третьей (*Lactarius controversus*) и четвёртой (7 видов). Также нами был выявлен один ядовитый вид – *Inocybe rimosa*.

Представленные данные не могут считаться окончательными. В дальнейшем планируется продолжить исследования.

Авторы выражают благодарность Ребриеву Ю.А., к.б.н., с.н.с. Института аридных зон ЮНЦ РАН, студентам естественно-географического факультета ВГСПУ Дудке В.А. и Стаучан Е.А. за помощь в определении материала.

### Новые находки охраняемых видов лишайников в природном парке Валаамский Архипелаг, Республика Карелия

New records of protected lichen species in Valaam Archipelago, Republic of Karelia

Дёмина А.В.<sup>1</sup>, Степанчикова И.С.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия  
*shelka-dyomina@ya.ru, stepa\_ir@mail.ru*

Валаамский архипелаг – уникальный природно-исторический комплекс на севере Ладоги. В последние годы острова подвергаются сильной антропогенной нагрузке, в том числе застройке, в связи с чем актуальным стал мониторинг охраняемых видов на территории архипелага.

Летом 2015 г. в ходе маршрутных исследований на о. Валаам обнаружены виды лишайников из Красной книги Республики Карелия (2007), далее КК, и Красной Книги Российской Федерации (2008), далее КРФ. Большинство выявленных видов биотопически связаны с малонарушенными лесами. Наиболее интересна находка *Coenogonium luteum* (Dicks.) Kalb et Lücking [КК: 1 (CR)] в окрестностях оз. Антониевское (61°23'12.4"N 31°00'09.1"E): ранее вид был известен для Карелии только по сборам XIX в. (Nylander, 1866; Norrlin, 1876; Н 9100008, 9100009) (Гагарина Л. В., устное сообщение). В лесном массиве в окрестностях оз. Антониевское найдены охраняемые виды *Bryoria fremontii* (Tuck.) Brodo et D. Hawksw. [КРФ: 36] (61°23'12.1"N 30°59'44.8"E), *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. [КРФ: 26, КК: 3 (LC)] (61°23'27.0"N 30°59'32.5"E) и новые для архипелага виды *Arthonia spadicea* Leight. (61°23'06.3"N 31°00'02.3"E), *Evernia divaricata* (L.) Ach. [КК: 3 (NT)] (61°23'12.1"N 30°59'44.8"E). В ельнике на северо-западе острова обнаружен *Felipes leucopellaeus* (Ach.) Frisch et G. Thor [КК: 4 (DD)], новый для архипелага (61°21'35.5"N 30°53'56.4"E). Кроме того, выявлен ряд местонахождений *Lobaria pulmonaria*: в северо-восточной части острова (61°23'13.1"N 31°00'07.9"E, 61°24'11.8"N 31°01'01.6"E, 61°24'13.3"N 30°59'02.5"E, 61°23'55.2"N 30°58'58.4"E, 61°24'04.4"N 31°00'24.0"E), вдоль восточного побережья (61°23'04.8"N 31°57'51.1"E, 61°21'44.5"N 30°58'44.1"E, 61°21'10.3"N 30°59'38.5"E), в северо-западной части (61°22'52.5"N 30°56'43.2"E, 61°23'26.7"N 30°54'47.6"E, 61°22'58.6"N 30°55'08.0"E) и юго-западной части (61°21'56.1"N 30°53'54.0"E).

Мы планируем продолжить мониторинг редких видов на территории природного парка для изучения влияния антропогенного фактора на экосистемы Валаамского архипелага.

### Весенний спектр агарикоидных грибов некоторых природных парков Волгоградской области

Springtime diversity of agaricoid fungi in some Nature Parks of Volgograd Region

Дудка В.А., Веденеев А.М.

Волгоградский государственный социально-педагогический университет, Волгоград, Россия  
*egf@vspsu.ru*

Агарикоидные грибы Волгоградской области, по сравнению с другими регионами нашей страны, изучены крайне слабо, и в особенности весенний спектр грибов. Наибольший интерес для научных исследований представляют семь природных парков (далее – ПП), расположенных на территории области.

В связи с этим экспедиционный отряд естественно-географического факультета ВГСПУ с 2012 по 2015 гг. активно изучал весеннюю (май) микобиоту природных парков.

В результате исследований были выявлены: в ПП «Нижнехоперский» 1 вид – *Lepista personata*; в ПП «Усть-Медведицкий» 4 вида: *Coprinellus domesticus* (Bolton) Vilgalys, Hopple et Jacq. Johnson, *C. xanthothrix* (Romagn.) Vilgalys, Hopple et Jacq. Johnson, *Lentinus tigrinus* (Bull.) Fr., *Strobilurus stephanocystis* (Kühner et Romagn. ex Hora) Singer; в ПП «Щербаковский» 3 вида: *Coprinopsis lagopides* (P. Karst.) Redhead, Vilgalys et Moncalvo, *Psathyrella spadiceogrisea* (Schaeff.) Maire, *Strobilurus stephanocystis*; в ПП «Волго-Ахтубинская пойма» 5 видов: *Coprinopsis*

*atramentaria* (Bull.) Redhead, Vilgalys et Moncalvo, *C. stercorea* (Fr.) Redhead, Vilgalys et Moncalvo, *Lentinus tigrinus*, *Pholiota carbonaria* A.H. Sm., *Strobilurus stephanocystis*.

Для получения более достоверных и полных данных об агарикоидных грибах районов исследования необходимы более продолжительные исследования.

Авторы выражают благодарность администрациям природных парков за помощь в проведении и организации исследований. Материалы исследований переданы в дирекции природных парков.

### **Nivicolous myxomycetes. Life under the snow**

Нивальные миксомицеты. Жизнь под снегом

Erastova D.A.

Komarov Botanical Institute RAS, Saint-Petersburg, Russia

*darjaerastova@gmail.com, DErastova@binran.ru*

A group of fungus-like organisms named nivicolous myxomycetes (slime molds) are common worldwide, but their occurrence is very local. Typically, they are confined to alpine habitats, but under favorable conditions may also exist in the lowland landscapes. However, even within the same habitat, intensity of fruiting bodies formation often varies considerably from year to year. The objective of this study was to identify the causes of such fluctuations.

We installed 16 microclimatic portable stations (loggers) in the Teberda State Nature Biosphere Reserve in the Northwest Caucasus, Russia in test plots which were previously well enough studied for nivicolous slime molds. During the winter season 2011/12 the loggers recorded the daily temperature and humidity fluctuations under the snow at the elevation between 1700 and 2800 m.a.s.l. Also we used microclimatic data obtained by a weather station, located next to the Teberda Reserve, on the Klukhor pass for 2009–2013 years. Later these data were correlated with a dataset of fruiting bodies abundance of 1177 colonies of nivicolous myxomycetes measured in 2010–2013.

Based on the correlations, we found a specific combination of climatic factors that affect sporulation. For successful formation of fruiting bodies four conditions need to be met. 1. Formation of stable snow cover before the first autumn frosts. 2. Duration of the snow cover should extend at least until the end of strong night frosts in spring. 3. Depth of the snow has to be sufficient (about 50 cm) to protect the winter populations of myxamoebae from frosts. 4. Finally, sufficiently long period of snow melting (2–3 weeks) is needed to provide moisture and gentle temperature gradient in upper soil layer. Contrary to previous understanding, successful sporulation in nivicolous slime molds is determined not only by conditions in early spring, but by microclimate during the larger part of the year.

This study was supported with RFFI grants №13-04-00839-a and №15-29-02622.

### **Лишайники Северного Охотоморья, степень изученности и интересные находки**

Lichens of northern coast of Sea of Okhotsk, degree of their scrutiny and interesting records

Желудева Е.В.

Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан, Россия

*elena.zheludeva.88@mail.ru*

Список видов лишайников Магаданской области до начала XXI ограничивался сведениями с Верхнеколымского нагорья. Для побережья Охотского моря до недавнего времени имелись лишь отрывочные данные. В настоящее время начато планомерное изучение лишайнофлоры региона.

Северное Охотоморье – наиболее интересная в природном отношении территория Магаданской области, охватывающая побережье Охотского моря и отделенная от внутренних материковых районов горными массивами Колымо-Охотского водораздела. В плане изучения лишайнофлоры этот регион представляет особый интерес, поскольку побережье входит в Тихоокеанскую лесную область умеренного пояса и находится в зоне климата тундры и лесотундры и отчасти – в зоне климата хвойных лесов. Главными климатообразующими факторами на Охотском побережье являются циркуляционные процессы атмосферы, обусловленные сложным взаимодействием Азиатского антициклона и Тихоокеанских циклонов, близость холодного моря и горный рельеф территории.

В настоящий момент для Магаданской области известно 434 вида лишайников из них для континентальной части 364 и 203 вида для побережья.

За период 2005–2010 гг. было найдено 9 редких на территории России видов лишайников: *Alectoria lata* (Taylor) Lindsay, *Fuscopannaria ahlneri* (P. M. Jørg.) P. M. Jørg., *Hypogymnia sachalinensis* Tchabanenko et McCune, *H. submundata* (Oxner) Rass., *Myelochroa metarevoluta* (Asah.) Elix et Hale, *Parmelia fertilis* Müll. Arg., *P. isidioclada* Vain., *Physciella denigrata* (Hue) Essl., *Stereocaulon nanodes* Tuck. 8 из них являются новыми для Магаданской области. Большая часть выявленных видов лишайников имеют восточноазиатские или восточноазиатско-североамериканские ареалы, охватывающие в основном более южные и более теплые океанические и субокеанические районы тихоокеанского побережья (область Японского моря), а в столь северных широтах сохраняются только на побережье Охотского моря, благодаря более мягкому там климату.

## Состояние и распространение эпифитного лишайника *Lobaria pulmonaria* в лесных сообществах заповедника «Кивач» (Южная Карелия)

State and distribution of epiphytic *Lobaria pulmonaria* in the forest communities of the Kivach reserve (Southern Karelia)

Игнатенко Р.В., Тарасова В.Н.

Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск, Россия  
ocean-9@mail.ru

Государственный природный заповедник «Кивач» (площадь 10450 га, основан в 1931 г.), расположенный в среднетаежной подзоне Карелии, представляет собой лесной массив, ограниченный озерами. В лесных сообществах заповедника произрастает крупный эпифитный лишайник *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm.

*L. pulmonaria* достаточно широко распространена в неморальных и бореальных районах Северного полушария и холодных частях тропиков. Несмотря на это лобария находится под угрозой исчезновения в большинстве стран Центральной Европы. В Российской Федерации *L. pulmonaria* занесена в Красную книгу РФ (2008) со статусом уязвимого вида с сокращающейся численностью (26).

Исследования популяции *L. pulmonaria* были проведены в течение вегетационного сезона 2014 г. Сбор данных осуществлялся на 3 пробных площадях (100x100 м), заложенных в трех типах сообществ – ельнике черничном свежем, ельнике черничном влажном, ельнике кисличном. Давность нарушения обследованных сообществ составляет ~ 140-170 лет.

Анализ данных выполнен на основе описаний 369 талломов. Площадь исследованных талломов варьирует от 1 до 1687,5 см<sup>2</sup>, и в среднем составляет 75,6 см<sup>2</sup>. Вклад некротических частей в общую площадь талломов у разных экземпляров изменяется от 0 до 50% и в среднем составляет 4%. Плотность популяции составляет 123 таллома на 1 га.

В заповеднике вид был обнаружен на 7 субстратных единицах: *Populus tremula* (живая, валеж, сухостой), *Salix caprea* (живая, валеж), *Picea abies* (живая), *Sorbus aucuparia* (живая).

В результате анализа функционально-возрастной структуры популяции было установлено, что на исследуемой территории преобладают молодые особи – стерильные (36%), гипосоредиозные (21%), мезосоредиозные (14%), гиперсоредиозные (9%); низкая доля талломов с регенеративными структурами – субсенильные (6%), сенильные (7%); 9% особей являются фертильными.

Таким образом, обследованная популяция обладает высокой плотностью, а наличие фертильных талломов, вероятно, свидетельствуют о её генетической гетерогенности.

## К изучению лишайников федерального заказника «Тляратинский» (Восточный Кавказ, Дагестан)

The study of lichens of State Nature Reserve "Tlyaratinsky" (East Caucasus, Daghestan)

Исмаилов А.Б.

Горный ботанический сад Дагестанского НЦ РАН, Махачкала, Россия  
i.aziz@mail.ru

Федеральный заказник «Тляратинский» расположен вдоль Главного Кавказского хребта на границе Дагестана с Грузией и Азербайджаном. Он занимает площадь около 84 тыс. га, которая охватывает наиболее типичные участки высокогорий, а также характеризуется суровыми природно-климатическими условиями – холодная зима, короткое прохладное лето. Абсолютные высоты колеблются в диапазоне 1500-3900 м над ур. м., а количество осадков достигает 1000 мм в год и более. Здесь представлены все высокогорные зональные элементы – леса, альпийские и субальпийские луга, растительность субнивального пояса, снежники и ледники. Флора заказника насчитывает более 600 видов высших растений и богата эндемиками (120 видов).

Изучение лишайнофлоры заказника было начато в 2014 г., но некоторые локальные сборы имели место в 2012 и 2013 гг. За указанный период выявлено 140 видов лишайников и лишайофильных грибов из 52 родов. Среди них 16 видов и 4 рода (*Carbonea*, *Melanelia*, *Nephroma*, *Protopannaria*) – новые для Дагестана, 3 вида – для Кавказа. На территории заказника локализовано единственное известное на всем Кавказе местонахождение вида *Candelariella antennaria* Räsänen. Среди видов, охраняемых на федеральном уровне, были выявлены *Leptogium hildenbrandii* (Garov.) Nyl., *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm., *Tornabea scutellifera* (With.) J. R. Laundon, *Usnea florida* (L.) Weber ex F.H. Wigg. При этом *Leptogium hildenbrandii* известен в Дагестане только из Тляратинского заказника наряду с видами *Buellia aethalea* (Ach.) Th. Fr., *Carbonea assimilis* (Hampe ex Körb.) Hafellner et Hertel, *Dactylospora saxatilis* (Schaer.) Hafellner, *Dermatocarpon vellereum* Zschacke, *Lecanora garovaglioi* (Körb.) Zahlbr., *Parmelina quercina* (Willd.) Hale и др.

Лиخنологические исследования в заказнике сохраняют свою актуальность, так как обследована лишь малая его часть.

**Микроскопические почвообитающие грибы в горных лесах национального парка Чу Янг Син (Центральный Вьетнам), расположенных на разных высотах**  
 Microscopic soil fungi in the mountain forests on the different heights of National Park Chu Yang Sin (Central Vietnam)

Калашникова К.А.<sup>1</sup>, Александрова А.В.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Россия;

<sup>2</sup>Совместный Российско-Вьетнамский Тропический научно-исследовательский и технологический центр, Ханой, Вьетнам

kri2012@yandex.ru

Горные местообитания в тропических регионах представляют особый интерес для исследования комплексов почвообитающих микромицетов, поскольку высотные пояса и склоны с разной экспозицией создают мозаику различных условий. Целью данной работы стало изучение микроскопических грибов в почве, воздушной почве и растительном опаде в тропических лесах национального парка Чу Янг Син, расположенных на высотах от 1000 до 1990 м над ур. м. Материал был собран в начале влажного сезона в 2012-2014 гг. Выделение микромицетов проводили стандартными микологическими методами посева на агаризованные питательные среды из почвенных разведений.

По итогам работы список грибов составил 186 видов из 60 родов. Комплексы микромицетов, сформированные на разных высотах, имеют свои особенности. С увеличением высоты над уровнем моря происходит повышение концентрации доминирующих видов в субстратах без сокращения видового разнообразия. Тип распределения видовых обилий на высоте 1990 м над ур.м. близок к «лог-нормальному», на 1000-1500 м над ур.м. – к модели «разломанного стержня». Во всех местах присутствуют представители порядка *Eurotilales*: *Aspergillus*, *Eupenicillium*, *Paecilomyces*, *Penicillium*. Характерные для опада порядка *Hypocreales* (*Acremonium*, *Chaunopycnis*, *Purpureocillium*, *Stilbella*, *Trichoderma*), *Capnodiales* (*Cladosporium*) и *Xylariales* (*Pestalotiopsis*) были отмечены в лесах на высоте 1000-1100 м над ур.м. В лесах 1500 м над ур.м. в опаде появились 2 рода: *Phomopsis* из порядка *Diaporthales* и *Nodulisporium* – из порядка *Xylariales*. На высоте 1990 м над ур.м. были отмечены представители только 2-х порядков: *Eurotiales* и *Hypocreales*. Доля выявленного видового богатства составляет в среднем 60-70 % по индексам Chao2 и Jack2.

**Географически интересные находки лихенофильных грибов Кавказа: анализ распространения и возможные ареалы**

Geographically interesting records of lichenicolous fungi in Caucasus: distribution analysis and probable habitats

Кобзева А.А.

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

anastasiakobzeva9023@gmail.com

Лихенофильные грибы обнаружены во всех частях света, включая Антарктиду, и в самых разнообразных экосистемах суши, причем ареалы многих видов достаточно обширны. Данные по их распространению, как правило, включаются в географический анализ лихенофлоры, так как эти грибы входят в чек-листы лишайников. В лихеногеографии сейчас широко используется система флористического районирования А.Л. Тахтаджяна (1986) с модификациями – показано, что для лишайников характерны более обширные флористические выделы, чем для сосудистых растений (Lucking, 2003; Feuerer, Hawksworth, 2007). Так, Т. Фюрер и Д. Хоуксворс выделяют для лихенофлоры 35 регионов шести флористических царств по системе Тахтаджяна (1986) 4 глобальных фитоохории (Feuerer, Hawksworth, 2007). Кластерный анализ, проведенный Л. Аркадия, показывает, что мировая лихенофлора делится на два основных типа: гондванский и лавразийский, и это разделение связано не с климатическими условиями, а с геологической историей Земли (Arcadia, 2013). Л. Г. Бязров предлагает описывать ареалы лишайников, используя формулу экорегионов (общих для всех наземных живых организмов), в которой указываются основные биогеографические области и биомы (Бязров, 2013).

Сейчас на Кавказе найдено около 180 видов лихенофильных грибов, в том числе виды, интересные с точки зрения их биогеографии. 15% (27 видов из 180) были отмечены здесь впервые для России и 13% (23 вида) – для Азии. Для географического анализа были взяты 58 видов, найденных, в основном в районе Тебердинского и Кавказского заповедников (Zhurbenko, Otte, 2012; Zhurbenko, Kobzeva, 2014; Urbanavichus, Ismailov, 2013; Urbanavichus, Urbanavichene 2014), с интересной биогеографией. Так как лихенофильные грибы на настоящий момент хорошо изучены только в некоторых областях мира, мы проводили анализ распределения видов на уровне глобальных флористических выделов, с использованием системы фитоохорий Фюрера и Хоуксворса (2007). 34 вида из 58, включенных в анализ (58, 6%), распространены только в Голарктической фитоохории. 13 видов (22, 4%) также встречаются в Австралийско-Субантарктической фитоохории. Среди них - *Polycoccum kaernefeltii* S. Y. Kondr., ранее найденный только в Австралии (Kondratyuk, 2008), и *Phacopsis* cf. *usneae* C. W. Dodge – этот вид описан только из Антарктиды и прилегающих регионов (Etayo, Sancho, 2006; Hawksworth, Iturriaga, 2006). 7 видов (12 %) встречаются в Голарктической и Пантропической фитоохориях, 3 вида (5, 2 %) – в Голарктической, Пантропической и Австралийско-Субантарктической фитоохориях, что, вероятно, позволяет говорить об их

космополитизме. 1 вид (*Biatoropsis usnearum* Räsänen) отмечен во всех фитохориях, в том числе в Океанической (Гавайские о-ва). Интересно, что виды с наиболее широким распространением не являются самыми заметными, что могло бы влиять на частоту их обнаружения. Виды, отмеченные более чем в двух фитохориях – *Milospium graphideorum* (Nyl.) D. Hawksw., *Lichenostigma cosmopolites* Hafellner et Calat. и *Biatoropsis usnearum* Räsänen – не найдены в российской Арктике (Журбенко, 2010), а *Perigrapha superveniens* (Nyl.) Hafellner является новой для Азии.

Значительное число видов отмечено и в Голарктической, и в Австрало-Субантарктической фитохории, это же подтверждается для российской Арктики (84 вида из 231, 36% – по: Журбенко, 2013а), что вступает в явное противоречие с данными Л. Аркадия, согласно которым лихенофильные грибы демонстрируют разделение на гондванскую и лавразийскую флору (Arcadia, 2013). Можно предположить, что эти виды нуждаются в дальнейшем изучении молекулярными методами, так как известно, что широко распространенный морфологический вид может на самом деле состоять из нескольких криптических видов с более узкими ареалами (Crespo, Lumbsch, 2010).

Для многих лихенофильных грибов известны лишь отдельные находки из разных регионов мира, поэтому их ареалы производят впечатление дизъюнктивных. Так, в случае *Lichenochora rinodinae* Zhurb., ранее обнаруженной только в Арктике, мы, возможно, имеем дело с аркто-монтанной дизъюнкцией. Но этот вид описан недавно (Zhurbenko, 2013b) и не является хорошо заметным, поэтому возможны новые находки, которые уточнят характер его ареала. На настоящий момент данных о распространении лихенофильных грибов для характеристики их ареалов и выявления закономерностей распространения явно недостаточно.

### Верификация штаммов домашних грибов из Коллекции культур базидиомицетов LE-BIN

Verification of the domestic fungi strains from the Basidiomycetes Culture Collection LE-BIN

Колкер Т.Л.<sup>1</sup>, Псурцева Н.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

tanea.kl@mail.ru

Коллекция культур базидиальных грибов Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН охватывает значительную часть видового разнообразия базидиомицетов России. Среди штаммов, включенных в коллекцию, следует выделить домашние грибы, которые способны повреждать деревянные конструкции и постройки, а также памятники культурного наследия.

В связи с тем, что верификация штаммов коллекции LE-BIN ранее проводилась исключительно по морфологическим признакам, а домашние грибы в чистой культуре не изучались, целью настоящей работы являлась таксономическая верификация коллекционных штаммов домашних грибов с использованием молекулярных методов исследования.

В ходе данной работы первоначально были проанализированы как макро-, так и микроморфологические особенности 25 штаммов домашних грибов из родов: *Serpula* (шт. 1368), *Phlebiopsis* (шт. 011), *Antrodia* (шт. 1029 и 2258), *Neolentinus* (шт. 0408; 0525; 0724; 0848; 0895; 0898; 0963; 1978; 2278; 2630) *Coniophora* (шт. 001; 003; 006; 1370), *Gloeophyllum* (шт. 3412; 0157; 0158; 2058; 2059; 2062), которые показали значительную вариабельность текстуры и окраса колоний, гифальной системы, структуры бесполого размножения и др. микропризнаков даже в пределах одного вида.

Верификация осуществлялась при помощи анализа нуклеотидной последовательности генов рДНК (ITS1-5.8S-ITS2), включающего выделение ДНК, амплификацию, очистку ПЦР-продуктов и секвенирование. Полученные сиквенсы сравнивали с близкородственными последовательностями в международной базе данных нуклеиновых кислот GenBank.

В результате исследования для большинства изученных штаммов была подтверждена их таксономическая принадлежность. Однако некоторые из них были реидентифицированы. Так, например, шт. *Coniophora puteana* 003, включенный в каталог коллекции LE-BIN, был переопределен как *Bjerkandera adusta* (Willd.) P. Karst., а шт. 2355 *Gloeophyllum* sp. – как *Daedaleopsis confragosa* (Bolton) J. Schröt., которые не относятся к домашним грибам.

Проведенное исследование позволило внести необходимые коррективы в каталог коллекции LE-BIN.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 15-04-06211 и гранта СПбГУ 1.37.151.2014.

### Использование фитоиндикации биотопа для определения синэкологических оптимумов лишайников

Phytoindication of a biotope for elucidation of the sinecological optimum of lichens

Корчиков Е.С.

Самарский государственный университет, Самара, Россия

evkor@inbox.ru

В современных исследованиях довольно широко используется экологический анализ лишайников. Помимо анализа соотношения эколого-субстратных групп, фитоценотической приуроченности приводится и принадлежность того или иного вида к фактору влажности и освещенности. Зачастую отнесение лишайника к той

или иной экологической группе происходит по приуроченности к тому или иному типу сообщества, градиция экологического фактора которого определяется интуитивно.

Мы предлагаем для лесостепной зоны использовать опыт днепрпетровского геоботаника А.Л. Бельгарда по фитоиндикационной оценке биотопа для выяснения экологической характеристики лишайников. Зная видовой состав и проективное покрытие сосудистых растений, можно однозначно рассчитать в баллах экологический режим в конкретном сообществе (Матвеев, 2006). Чтобы определить синэкологический оптимум лишайника, нужно соотнести балл экологического режима с его обилием или, что лучше, его проективным покрытием. Отобразив соответствие количественной характеристики вида с экологическим режимом в одних координатных осях и имея достаточно репрезентативный ряд, получим классическую зависимость признака от фактора (Березина, 2009). Отметив на кривой 50 % максимального обилия или проективного покрытия и опустив перпендикуляр на ось фактора, получим синэкологический оптимум вида. Подобным образом можно определить для эпифитных и эпилитных видов отношение лишайника к фактору влажности (гигроморфу) и освещённости (гелиоморфу), а для эпигейных – ещё и к фактору почвенного плодородия (трофоморфу).

Также имеется опыт использования в качестве количественной характеристики вида просто факт присутствия его в сообществе, ввиду трудоёмкости определения проективного покрытия и обилия лишайников. По данному способу нами определены принадлежность 27 видов лишайников к конкретной категории гигроморф и гелиоморф.

Для изучаемых сообществ таёжной зоны можно использовать широко распространённую шкалу Д.Н. Цыганова (1983).

### Культуральные и патогенные свойства *Ceratocystis kubanica* в лесоразведении засушливого региона Cultural and pathogenic properties of *Ceratocystis kubanica* in the afforestation of arid regions

Крюкова Е.А., Скуратов И.В.

Всероссийский научно-исследовательский агролесомелиоративный институт, Волгоград, Россия  
*yustin\_lubimaja@bk.ru*

Для выявления и изучения культуральных и патогенных свойств возбудителя сосудистого микоза дуба было детально исследовано 1550 пораженных деревьев, спилов с которых высевали на агаризованную питательную среду и затем просматривали и идентифицировали культуру. В популяции гриба-возбудителя болезни изолированы штаммы из дуба в защитном лесоразведении Урюпинского, Новоаннинского, Камышинского и др. лесхозов Волгоградской области, лесополос опытного хозяйства ВНИАЛМИ г. Волгограда и лесоразведения Ростовской области.

Выделение возбудителя болезни и исследования культурально-морфологических свойств гриба проводились нами на агаризованных водных вытяжках из здоровых веток дуба, готовившихся по методике И.И. Минкевич в модификации Е.А. Крюковой.

В цикле развития выделенного возбудителя сосудистого микоза дуба *Ceratocystis kubanica* (Scz.-Par.) Potl. нами выявлено преобладание конидиальных стадий *Verticillium*, *Cephalosporium*. Сумчатое спороношение - перитиции у штаммов гриба образуются реже.

В весенне-летнее время (май-июнь) гриб образует конидиальное спороношение типа *Graphium* (коремии), которое определяет большую агрессивность возбудителя в этот период. Кроме того, мицелий способен образовывать округлые хламидоспоры кремоватого цвета со слабоутолщенной оболочкой. Зимует гриб в древесине пораженных деревьев дуба в виде мицелия и хламидоспор.

В чистой культуре наблюдались мутационные изменения в колониях в виде секторов и треугольников, отличающихся от основной колонии культурально-морфологическими свойствами: скоростью роста мицелия, споруляцией, размерами спор и др. При явлении сальтации наряду с культуральной изменчивостью могут изменяться и патогенные свойства гриба.

Местные штаммы имеют одноклеточные бесцветные конидии  $3,42-4,71 \times 5,56-9,42$  мкм, продолговато-эллипсоидальной формы, покоящиеся на концах конидиеносцев в виде склеенных головок, диаметр от 17,1 до 34,2 мкм. Часто близко расположенные головки сливаются в одну, поддерживаемую несколькими конидиеносцами.

Спороношение *Graphium* (коремии) - это пучки сросшихся конидиеносцев с головками. Ножки от черного до черно-бурого цвета, меняющие окраску на более светлую и расширяющиеся кверху веерообразно. Длина ножки коремии – 102,6-205,2 мкм, толщина ножки в срединной части – 12,9-20,5 мкм, диаметр головок – 42,8-205,2 мкм, размеры спор –  $2,5-3,5 \times 1,5-2$  мкм. Две-три коремииальные головки способны сливаться в одну более крупную, достигая 359 мкм в диаметре. Из одного основания выходят от 1 до 4 коремий.

Лабораторные исследования показали, что рост и развитие гриба *C. kubanica* может проходить в довольно широкой амплитуде температур - от +5°C до +33-34°C. Температуры от +25°C до +28°C являются оптимальными. Установлено, что для прорастания спор необходимым условием является наличие капельножидкой влаги. Гриб *C. kubanica* предпочитает кислые среды: оптимальная реакция среды – pH = 4,0-5,0. Оптимальная концентрация сахара для его роста и развития находится в пределах от 1% до 3,2%.

Искусственное инфицирование дуба в течение всего года показало, что наивысшая восприимчивость к болезни и активное развитие возбудителя в древесине происходит со II декады мая по I декаду июля, что обосновывает сроки проведения защитных мероприятий.

Гриб *C. kubanica* распространяется локально на ряде других древесных видов (вяз, клен, акация, тополь, береза), но при этом не получает дальнейшего развития. Груша лесная и ясень обыкновенный иммунны к возбудителю болезни.

Патогенные свойства гриба и его штаммов в засушливых условиях Нижнего Поволжья определялись путем искусственной инокуляции обязательно при наличии спороношения *Graphium*, при этом растения в возрасте с 3х лет заболели в острой или хронической формах.

### Видовой состав афиллофороидных грибов древесных интродуцентов северной части Волго-Ахтубинской поймы

Species composition of aphyllorphoroid fungi of woody plants in the northern part of the Volga-Akhtuba floodplain

Курагина Н.С.

Волгоградский государственный университет, Волгоград, Россия

[pipenko87@mail.ru](mailto:pipenko87@mail.ru)

Волго-Ахтубинская пойма (далее ВАП) – природное образование между рекой Волгой и её рукавом Ахтубой, простирающееся на 450 км от Волгограда до Астрахани и до 30 километров в ширину.

Главными лесообразующими породами являются *Quercus robur* L., *Populus alba* L., *P. nigra* L., незначительные участки занимают *Salix* sp., *Ulmus laevis* Pall. Однако из-за вырубки коренных пойменных лесов и посадки на их месте древесных интродуцентов, таких как *Acer negundo* L., *Amorpha fruticosa* L., *Fraxinus lanceolata* Borkh., *Populus deltoides* Marshall, *Robinia pseudoacacia* L. и др., они начинают вести себя очень агрессивно, вытесняя местные виды из их коренных биотопов. Их можно с полным основанием отнести к инвазионным видам ВАП.

Исследования проводились с использованием маршрутных и стационарных методов в период с 2011 по 2014 гг. В ходе работы было выявлено 29 видов афиллофороидных грибов на древесных интродуцентах.

Больше всего грибов отмечено на древесине *Fraxinus lanceolata* (27 видов). Этот вид был интродуцирован из Северной Америки и в настоящее время широко распространён в ВАП. Вид достаточно засухоустойчив и весьма зимостоек, светолюбив, сравнительно неприхотлив, образует большое количество пней поросли, самосева. На *Fraxinus lanceolata* отмечены грибы, не встреченные на других древесных породах (*Daedaleopsis* cf. *septentrionalis* (P. Karst.) Niemelä, *Hymenochaete tabacina* (Sowerby) Lév., *Peniophora limitata* (Chaillat ex Fr.) Cooke, *P. nuda* (Fr.) Bres., *Rigidoporus sanguinolentus* (Alb. et Schwein.) Donk). Вид *Daedaleopsis* cf. *septentrionalis*, заселяющий валежные стволы, имеет более северное распространение. Для Волго-Ахтубинской поймы этот ксилотроф является заносным, нехарактерным для естественных лесных экосистем и отсутствующий на местных древесных породах. Остальные виды (*Hymenochaete tabacina*, *Peniophora limitata*, *P. nuda*, *Rigidoporus sanguinolentus*) найдены на валежных ветвях.

Древесный интродуцент *Robinia pseudoacacia* также происходит из Северной Америки, растет быстро, активно формируются корневые отпрыски и даёт поросль от пня. На нём было зафиксировано 2 вида афиллофороидных грибов: *Fuscoporia contigua* (Pers.) G. Cunn. и *Porostereum spadiceum* (Pers.) Hjortstam et Ryvar den. По материалам исследования только на этом интродуценте зарегистрирован гриб *Fuscoporia contigua*, способный расти на крупной валежной древесине и поражать живые ослабленные деревья. *Porostereum spadiceum* поражает крупномерный валеж не только интродуцированных древесных пород (*Robinia pseudoacacia*), но и «аборигенных».

### Первые данные о миксомицетах Ботанического сада БИН РАН, полученные методом влажных камер

First data on myxomycetes of the Botanical Garden of the Komarov Botanical Institute of RAS in moist chamber cultures

Матвеев А.В., Гмошинский В.И.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

[andrmatveev@gmail.com](mailto:andrmatveev@gmail.com), [rubisco@list.ru](mailto:rubisco@list.ru)

Парковые и природоохранные городские территории представляют интерес для выявления биоразнообразия различных групп организмов. Видовой состав миксомицетов, выявляемых на коре и листовом опаде зависит от дендрофлоры. Ботанический институт имени В. Л. Комарова Российской академии наук (БИН РАН) — одно из старейших научных учреждений России, на его территории сохранилась старовозрастная растительность. Прежде целенаправленного изучения биоты миксомицетов Ботанического сада БИН РАН не проводилось.

В результате нашего исследования методом влажных камер (на образцах коры различных пород деревьев и листового опада) выявлены следующие виды: *Arcyria cinerea* (Bull.) Pers., *A. pomiformis* (Leers) Rostaf., *Comatricha elegans* (Racib.) G. Lister, *C. ellae* Härk., *Didymium difforme* (Pers.) Gray, *D. squamulosum* (Alb. et Schwein.) Fr. et Palmquist, *Echinostelium minutum* de Bary in Rostafiński, *Enerthenema papillatum* (Pers.) Rostaf., *Hemitrichia serpula* (Scop.) Rostaf. ex Lister, *Licea kleistobolus* G. W. Martin, *L. minima* Fr., *L. operculata* (Wingate) G. W. Martin, *Macbrideola cornea* (G. Lister et Cran) Alexop., *Paradiacheopsis fimbriata* (G. Lister et Cran) Hertel ex

Nann.-Bremek., *P. solitaria* (Nann.-Bremek.) Nann.-Bremek., *Perichaena chrysosperma* (Curr.) Lister, *P. corticalis* (Batsch) Rostaf., *P. depressa* Lib. Таким образом, список миксомицетов, обнаруженных в Ботаническом саду БИН РАН включает не менее 18 видов. На коре обнаружены все перечисленные виды, на опаде — *Didymium difforme*, *D. squamulosum*, *Licea operculata*, *Perichaena corticalis*, *P. depressa*.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ проект № 14-50-00029.

### Видовой состав и субстратная специализация фитопатогенных грибов Ботанического сада им. Б.М. Козо-Полянского Воронежского государственного университета

Species composition and substrate specialization of pathogenic fungi in the B.M. Kozo-Polyansky Botanical garden of Voronezh State University

Мелькумов Г.М.

Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия

agaricbim86@mail.ru

В результате многолетних исследований территории Ботанического сада им. Б.М. Козо-Полянского Воронежского госуниверситета выявлен 251 вид фитопатогенных грибов, относящихся к 2 царствам (Fungi и Chromista), 3 отделам (Ascomycota, Basidiomycota и Oomycota), 7 классам, 15 порядкам, 28 семействам и 55 родам. Большинство видов грибов относились к порядкам Peosporales, Pucciniales и Capnodiales. Данные порядки представлены 7 (25,0% от общего числа семейств), 4 (14,3%) и 3 (10,3%) семействами, 13 (23,6% от общего числа родов), 6 (10,9%) и 12 (21,8%) родами соответственно. Меньшим числом видов характеризуются порядки Peronosporales (19 видов; 7,6%), включающий 2 семейства (7,1%) и 5 родов (9,1%), Ustilaginales (6; 2,4%) с 1 семейством (3,6%) и 1 родом (1,8%), Helotiales (4; 1,6%), состоящий из 2 семейств (7,1%) и 3 родов (5,5%), Diaporthales (3; 1,2%), представленный 1 семейством (3,6%) и 1 родом (1,8%), Hymenochaetales (3; 1,2%) с 1 семейством (3,6%) и 2 родами (3,6%), Rhytismatales (2; 0,8%), состоящий из 1 семейства (3,6%) и 1 рода (1,8%), Phyllachorales, Xylariales, Urocystidales, Microbotryales (1; 0,4%) характеризуются 1 семейством (3,6%) и 1 родом (1,8%).

Наибольшее количество видов патогенов представлено на растениях из семейств Leguminosae (120 видов; 47,8% от общего числа), Compositae (45; 17,9%) и Gramineae (30; 11,9%). Чаще других видов растений возбудителями болезней поражаются такие как *Phaseolus vulgaris* L. – 7 видов (2,8% от общего числа), *Dolichos lablab* L., *Vigna capensis* (L.) Walp. – 6 (2,4%) и *Glycine max* (L.) Merr. – 5 (2,0%).

### К вопросу о макромицетах в новом издании Красной книги Иркутской области

On macromycetes in the new edition of the Red Data Book of Irkutsk Region

Музыка В.А.

Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, Иркутск, Россия

ignitmuz@gmail.com

Для обширной территории Иркутской области количество и состав охраняемых и редких видов макромицетов в настоящее время явно не отвечает реальной ситуации. По нашему мнению, в рамках общей концепции сохранения биоразнообразия в дальнейшем необходима редакция официального списка.

В новом издании Красной книги региона следует исключить из списка охраняемых видов широко распространенные *Leccinum percardium* (Vassilkov) Watling и *Lentinus sulcatus* Berk. Последний предпочитает рудеральные местообитания, часто селится на обработанной древесине. В Красной книге Иркутской области (2010) не учтены достоверные сведения о местонахождении *Lepiota lignicola* P. Karst. Появилась новая информация о распространении *Phallus impudicus* L. и *Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst. Кандидатами в охраняемый список макромицетов Иркутской области могут быть *Alloclavaria purpurea* (Fr.) Dentinger et D. J. McLaughlin, *Gomphus clavatus* (Pers.) Gray, *Hericium cirrhatum* (Pers.) Nikol., *Pluteus fenzlii* (Schulzer) Corriol et P.-A. Moreau, *Pseudohydnum gelatinosum* (Scop.) P. Karst., *Spongipellis spumeus* (Sowerby) Pat.

Обнаружены также такие редкие для области виды ксилотрофных грибов, как *Amylocystis lapponica* (Romell) Bondartsev et Singer, *Antrodiella parasitica* Vampola, *Datronia scutellata* (Schwein.) Gilb. et Ryvardeen, *Haploporus odoratus* (Sommerf.) Bondartsev et Singer, *Ischnoderma resinatum* (Schrad.) P. Karst., *Lenzites warnieri* Durieu et Mont., *Leptoporus mollis* (Pers.) Quélet., *Polyporus alveolaris* (DC.) Bondartsev et Singer, *P. badius* (Pers.) Schwein., *P. squamosus* (Huds.) Fr., *Rhodonina placenta* (Fr.) Niemelä, K. H. Larss. et Schigel, *Skeletocutis lilacina* A. David et Jean Keller, *S. odora* (Sacc.) Ginns, *Tectella patellaris* (Fr.) Murrill, *Trametes ljubarskyi* Pilát, *Trametopsis cervina* (Schwein.) Tomšovský, *Tyromyces kmetii* (Bres.) Bondartsev et Singer. Редким в регионе видом является также *Climacocystis borealis* (Fr.) Kotl. et Pouzar. По данным И. В. Ставищенко (2002, 2011) этот вид сильно увеличивает свою численность в ослабленных древостоях, поэтому необходимость относить его к охраняемым видам является сомнительной.

Вид *Hapalopilus salmonicolor* (Berk. et M. A. Curtis) Pouzar является представителем американской биоты, под этим названием могут оказаться виды *Aurantiporus priscus* Niemelä, Miett. et Manninen, *Hapalopilus aurantiacus*

(Rostk.) Bondartsev et Singer и *H. ochraceolateritius* (Bondartsev) Bondartsev et Singer. В этой связи, образец, определенный Т. А. Пензиной как *H. salmonicolor*, нуждается в повторной идентификации.

Автор выражает глубокую признательность Т. А. Пензиной и С. М. Музыке за помощь в подготовке материалов и определении грибов.

### **The *teflalpha* gene phylogeny confirms the species delimitation within the *Phanerochaete sordida* complex**

Филогения по гену *teflalpha* подтверждает разделение видов в *Phanerochaete sordida*-комплексе

Okun M.V.<sup>1</sup>, Spirin V.A.<sup>2</sup>, Ordynets A.V.<sup>3</sup>, Volobuev S.V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Komarov Botanical Institute of RAS, Saint-Petersburg, Russia

<sup>2</sup> Finnish Museum of Natural History, University of Helsinki, Finland

<sup>3</sup> University of Kassel, Kassel, Germany

*m.okun@hotmail.com*

Previously, the authors utilized the widely used ITS-based phylogenetic approach for species delimitation in fungi in order to shed light on the evolutionary relationships within the *Phanerochaete sordida* species complex (Volobuev et al., 2015). Based on an ITS sequence analysis the complex was divided into three species: *P. conrescens* Spirin et Volobuev, *P. livescens* (P. Karst.) Volobuev et Spirin, *P. sordida* s. str. The close relationship of both *P. cumulodentata* (Nikol.) Parmasto and *P. velutina* (DC.) P. Karst. to the *P. sordida* complex was shown.

Now, the elongation factor alpha marker gene (*tefl*) sequence was analyzed for the studied specimen. The tree topology obtained with these sequences is congruent with the ITS-based tree, thus supporting the published delimitation of the *P. sordida* species complex. According to the phylogenetic tree obtained, the group representing *P. livescens*, while having high statistical support on its own, shows closer relationship to *P. conrescens*. The group representing *P. sordida* is equally supported and is placed closer to *P. velutina*. These results of a molecular study go hand in hand with ecological and morphological observations. Representatives of *P. sordida* inhabit angiosperm hosts and have narrower, cylindrical basidiospores. *P. livescens* is characterized by sharp-tipped, strongly encrusted cystidia with equally thickened walls. It is widely distributed in temperate forests of Eurasia. *P. conrescens* is an East Asian species having blunt-tipped, only apically encrusted cystidia with gradually thickened walls.

This study was supported by the grant of Russian Foundation for Basic Research №14-04-32239.

### **Микромицеты-биодеструкторы памятников культуры и музейных помещений, выделенные из строительных материалов на минеральной основе**

Micromycetes-biodestructors of cultural monuments and museum indoor environments isolated from limestone and plaster

Понизовская В.Б.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

*v.ponizovskaya@gmail.com*

Микромицеты – один из главных факторов разрушения строительных материалов на минеральной основе, специфика которых - нейтральное или слабощелочное значение pH, обилие минеральных солей, недостаток органических веществ, низкие значения влажности.

Мы провели микологическое обследование 7 храмов, 3-х дворцов и 6 музейных помещений, расположенных в Москве, Твери, Великом Новгороде и во Владимирской области. Внутри объектов с поврежденных стен отбирали пробы строительных материалов (цементная или известковая штукатурка, белый камень). Пробы высевали на питательные среды Чапека и Чапека с крахмалом, выделенные грибы идентифицировали по морфологическим и молекулярным признакам.

На деструктированных участках количество спор грибов варьировало от 10<sup>4</sup> до 10<sup>6</sup> КОЕ/г пробы. Выявлено 56 видов из 26 родов. Основными биодеструкторами оказались следующие виды (в порядке уменьшения относительного обилия): *Engyodontium album* (Limber) de Hoog (26%), *Acremonium charticola* (Lindau) W. Gams (11%), *A. potronii* Vuill. (10%), *Lecanicillium kalimantanense* Kurihara et Sukarno (9%), *Purpureocillium lilacinum* (Thom) Luangsa-ard, Houbraeken, Nywel-Jones et Samson (7%) и *Acremonium furcatum* Moreau et F. Moreau ex Gams (7%) среди которых по встречаемости доминировали *E. album* (19%) и *P. lilacinum* (18%). Менее активными биодеструкторами были *Aspergillus versicolor* (Vuill.) Tirab. (4%), *Lecanicillium wallacei* (H. C. Evans) H. C. Evans et Zare (4%), *Penicillium chrysogenum* Thom (4%), *Sarocladium kiliense* (Grütz) Summerb. (4%), *Cladosporium sphaerospermum* Penz. (3%), *Lecanicillium sp.* (1%) и *Sarocladium strictum* (W. Gams) Summerb. (1%). Относительное обилие остальных видов составило менее 1%. Для исследованных субстратов характерно наличие видов, которые входят в число доминантов в щелочных местообитаниях: это *A. furcatum*, *S. kiliense*, *S. strictum* и *Verticillium zaregamsianum* Inderb., Usami, Kanto, R. M. Bostock, R. M. Davis et Subbarao.

Таким образом, для строительных материалов на минеральной основе характерен специфический комплекс микромицетов-биодеструкторов, важную роль в котором играют *Acremonium*-подобные виды, систематика и физиология которых требуют дальнейшего изучения.

**Использование метода ПЦР для обнаружения грибов-эндофитов в растительном материале**

Detection of endophytic fungi in plant material via PCR

Попкова Е.Г., Кокаева Л.Ю.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия.

kattyworld@yandex.ru

Эндофиты злаков – особая группа грибов, заселяющих многие виды сем. *Poaceae*. Злаки при этом могут становиться токсичными, что обуславливает несомненную важность этих организмов. Поскольку присутствие грибов-эндофитов бессимптомно, для их выявления часто используют косвенные методы.

Целью настоящей работы является проверка работоспособности метода ПЦР-анализа для обнаружения эндофитов в различном растительном материале.

В работе использовали чистые культуры эндофитов, зараженные проростки и семена злаков. Для контроля брали *Claviceps purpurea* (Fr.) Tul., *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. и незараженные семена, для положительного контроля – *Epicloë typhina* (Pers.) Tul. et C. Tul.

Использованные нами праймеры первоначально были разработаны для *Neotyphodium coenophialum* (Morgan-Jones et W. Gams) Glenn, C. W. Bacon et Hanlin на основании последовательности интронного региона гена *tub2* (IS-1/IS-3). В 2006 году они были усовершенствованы на основании последовательностей того же гена у *N. lolii* (Latch, M. J. Chr. et Samuels) Glenn, C. W. Bacon et Hanlin и *N. occultans* C. D. Moon, B. Scott et M. J. Chr. (IS-RS-5'/IS-NS-3')

IS-1/IS-3 GGTGTTGAGCCCCCTGATTT/GTCTCATCTCCGGGGCGGTAT;

IS-RS-5'/IS-NS-3' GAGCCCCTGATTTTCGTAC/TTGAAGTAGACACTCATAACGCTC.

*A. alternata* и *C. purpurea* не дали амплификата ни в одном из вариантов.

Обе пары праймеров хорошо сработали для изолятов 2013-14 гг., а также для *Epicloë festucae* Leuchtm., Schardl et M. R. Siegel. Однако для штаммов, выделенных до 2006 г., пара IS-1/IS-3 не дала ПЦР-продукта, а с IS-RS-5'/IS-NS-3' амплификация была неспецифичной, а полосы – едва заметными.

При работе с растительным материалом пара IS-1/IS-3 не справилась с задачей, а пара IS-RS-5'/IS-NS-3' для проростков *F. pratensis* и *F. gigantea*, семян *F. gigantea* 2013 и 2014 гг. сбора, семян *Elymus caninus* 2014 г. показала наличие инфекции. Присутствие эндофита не определилось в зараженных семенах *F. pratensis* 2013 г.

Таким образом, праймеры IS-RS-5'/IS-NS-3' можно рекомендовать для выявления эндофитных грибов в свежих образцах вегетирующих растений и семян с высоким уровнем зараженности, однако метод не дает 100% надежности результата; праймеры IS-1/IS-3 во многих случаях дают ложноотрицательные результаты.

**Находки *Pluteus insidiosus* и *Entoloma pseudoparasiticum* в Республике Татарстан**The records of *Pluteus insidiosus* and *Entoloma pseudoparasiticum* in the Tatarstan Republic

Потапов К.О.

Национальный парк «Нижняя Кама», Казань, Россия

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

potapov\_ko@mail.ru

В связи с проведением исследований, направленных на выявление видового состава грибов и изучение их экологии в Татарстане, за последние четыре года совершены многочисленные экспедиции по наиболее «зеленым» районам республики. Среди них посещение национального парка «Нижняя Кама», где микологические исследования проводятся впервые. Одним из наиболее интересных участков национального парка является родник «Толкушка» и его окрестности. Территория родника представлена склоновым участком, где наблюдается плавный переход от сосново-елового леса к болотистому понижению с ольхой серой и вязом. Особый микроклимат и обилие валежного субстрата обуславливают высокое разнообразие грибов этой местности, однако наиболее интересной является находка *Pluteus insidiosus* Vellinga et Schreurs, сделанная нами в 2014 году. Его пилеипеллис сложен грушевидными и шаровидными клетками, что отличает данный вид от близкого *P. thomsonii* (Berk. et Broome) Dennis, имеющего в большей степени вытянутые веретеновидные и цилиндрические элементы.

Еще одна интересная находка была произведена в лесном массиве близ села Ильинское Айшинского лесничества Зеленодольского района РТ на границе с Марий Эл. Лес представляет собой сложный бор, в котором наряду со спелой сосной произрастает ель и береза. В наиболее старовозрастной его части, где сплошная рубка производилась лишь фрагментарно, непосредственно на границе с Раифским участком Волжско-Камского заповедника, на плодовых телах *Cantharellus cibarius* Fr. была обнаружена *Entoloma pseudoparasiticum* Noordel.

Оба вида являются новыми для территории Республики Татарстан. Кроме того, обнаружить сведения об их распространении в России также не удалось. Виды, безусловно, являются редкими и рекомендованы к охране на территории региона. Отсутствие находок из других регионов России можно объяснить естественной редкостью, а также внешней непримечательностью обоих видов и в связи с чем, сложности их обнаружения.

### Технологии дистанционного мониторинга: методы прогнозирования и оценки местообитаний редких видов лишайников на Центральном Кавказе

Remote sensing: forecasting methods and assessment of habitats of rare lichen species in Central Caucasus

Пшегусов Р.Х., Ханов З.М.

Институт экологии горных территорий им А.К. Темботова КБНЦ РАН, Нальчик, Россия

*p\_rustem@inbox.ru*

В современных лихенологических исследованиях все более значимую роль приобретают методы прогнозирования и оценки местообитаний лишайников для определения лимитирующих факторов и обоснования природоохранных приоритетов. С целью оценки эффективности был проведен сравнительный анализ различных методов моделирования пространственного распределения, в числе которых были выбраны: дискриминантный анализ, нейросетевой анализ, и метод MAXENT. Так же для сравнения были взяты мультиспектральные снимки различного разрешения (Landsat7, 28 м/пикс; Landsat 8, 15 м/пикс; ИДК Ресурс П, 6 м/пикс). В качестве исходного материала взяты точки обнаружения *Letharia vulpina* (L.) Hue, *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm., *Sticta sylvatica* Ach. Дискриминантный анализ, проведенный для данных видов на снимке Landsat 7 (Ханов, Пшегусов, 2014) показал высокие значения правильного распознавания групп (минимум у *Lobaria pulmonaria* – 90,8%; максимум у *Letharia vulpina* – 99,4%; каноническая корреляция варьирует от 0,766 до 0,872). В результате анализа выявлено что процент точности классификации варьирует в зависимости от применяемого метода и используемого снимка (максимальные значения показал нейросетевой анализ снимка Ресурс П – 91%, минимальные значения – метод MAXENT снимка Landsat 7 – 64 %). Однако при использовании снимка Ресурс П точность последнего метода повышается до 87%, позволяя прогнозировать обнаружение лишайников в пределах квадрата со стороной 12 метров, что наряду с меньшей трудоемкостью и требовательностью к производительности ПК делает его весьма эффективным инструментом прогнозирования и оценки местообитаний лишайников.

### Лишайники памятников природы южной части о. Сахалин

Lichens of protected areas in southern part of Sakhalin Island

Рогазинская–Таран А.А., Зубарева М.Д.

Сахалинский филиал Ботанического сада-института ДВО РАН, Южно-Сахалинск, Россия

*tarantellla@mail.ru*

Особо охраняемые природные территории играют исключительно важную роль в сохранении биологического разнообразия регионов.

В 2014 году изучались фоновые и редкие виды лишайников 5 памятников природы южной части о. Сахалин.

Наибольшим видовым разнообразием отличается памятник природы «Верхнебуреинский», на котором выявлено 69 видов лишайников из 15 семейств и 34 родов. В том числе 5 видов включены в Красную книгу России и Сахалинской области. Из них три вида отмечены только на территории данного памятника природы: редкий для Сахалина вид *Icmadophilla japonica* (Zahlbr.) Rambold et Hertel., *Leptogium hildenbrandii* Nyl. и *Usnea diffracta* Vain. Только здесь также были отмечены *Anzia japonica* (Tuck.) Müll. Arg., *Lobaria isidiophora* Yoshim., *L. linita* (Ach.) Rabenh., *L. quercizans* Michx., *L. sachalinensis* Asahina.

По 35 видов лишайников из 11 семейств и 22 родов встречается на территории памятников природы «Популяция кардиокрына (лилии) Глена» и «Южно-Сахалинский грязевой вулкан». На лесной территории грязевого вулкана встречаются редкие виды *Menegazzia terebrata* (Hoffm.) A. Massal. и *Hypogymnia fragillima* (Hillmann) Rass., а также *Nephromopsis endocrocea* Asahina.

Для памятника природы «Структурно-денудационный останец «Лягушка» выявлено 27 видов лишайников из 10 семейств и 18 родов, один вид относится к категории редких.

На территории памятника природы «Роща маньчжурского ореха» отмечено 26 видов лишайников из 10 семейств и 16 родов. Редкие виды не отмечены.

Таким образом, на территории пяти ООПТ южной части о. Сахалин отмечен 101 вид лишайников, из 17 семейств, 42 родов. Из них четыре вида включены в Красную книгу России и Сахалинской области, один вид только в Красную книгу Сахалинской области. Фоновыми видами на всех памятниках природы выступают представители рода *Parmelia*: *P. fertilis* Müll. Arg., *P. adaugescens* Hale, *P. squarrosa* Hale. Значительно реже встречается *P. asiatica* A. Crespo et Divakar.

### Редкие виды микромицетов на древесных и кустарниковых растениях пригородных парков Санкт-Петербурга

Rare species of micromycetes on wood plants and shrubs in suburban parks of St. Petersburg

Сидельникова М.В.

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Санкт-Петербург, Россия

*kap0505@mail.ru*

Зеленые насаждения в крупных городах играют важную экологическую роль, а их сохранение и защита являются одной из актуальных научно-практических задач. В этой связи особое значение приобретает изучение

микобиоты древесных и кустарниковых пород в пригородных парках Санкт-Петербурга, что и было задачей нашего исследования.

Микологические обследования проводились в летне-осенние периоды 2012 – 2014 гг. и летний период 2015 г. маршрутным методом с целью выявления микромицетов на деревьях и кустарниках в пригородных парках Санкт-Петербурга (Павловский парк, Екатерининский парк, Верхний сад и Нижний парк ГМЗ «Петергоф», Нижний сад и Верхний парк Ораниенбаума).

В результате на древесных и кустарниковых растениях из 30 родов и 39 видов выявлено 150 видов микромицетов, относящихся к 89 родам. К анаморфным грибам было отнесено 87 видов (58%) (из них 27 видов – гифомицеты и 60 видов – целомицеты). Идентифицированы телеоморфы 58 видов аскомицетов (39%). Большая часть микромицетов выявлена на сухих ветвях – 64%. К наиболее частым находкам можно отнести грибы из следующих анаморфных родов: *Cytospora*, *Bactrodesmium*, *Diplodia*, *Microdiplodia*, *Phomopsis*, *Coryneum*.

Ряд видов можно считать достаточно редкими. Так, к единичным находкам относятся сапротрофные микромицеты из родов: *Lamproconium*, *Prosthemium*, *Stegonsporiopsis*. Например, целомицет *Lamproconium desmazieri* (Berk. et Broome) Grove выявлен на ветвях *Tilia cordata* в Павловском парке. Он отличается конидиями светло-фиолетового цвета. Гриб *Prosthemium stellare* Riess обнаружен в Верхнем парке Ораниенбаума на шишках *Alnus* sp. Этот гифомицет интересен своими конидиями, состоящими из 10-14 септированных лучей. Целомицет *Stegonsporiopsis cenangioides* (Ellis et Roth.) Van Warmelo et B. Sutton, выявленный в Екатерининском парке на ветвях *Abies sibirica*, имеет широковеретеновидные конидии бурого (золотистого) цвета с многочисленными (до 12) перегородками. В ходе исследований в Павловском парке был также обнаружен новый для нашего региона гифомицет *Monodictys spiraeae* Melnik et Shkar. на ветвях *Spiraea* sp. До этого вид был описан по находкам в Алтайском и Приморском краях В. А. Мельником и А. Г. Шкарупа. Для данного вида характерно наличие на верхней (темной) части конидии 1-2 зубовидных светло-бурых выступов. Полученные данные дополняют известные сведения о встречаемости микромицетов на деревьях и кустарниках в пригородных парках Санкт-Петербурга.

### Миксомицеты дубрав природного парка «Волго-Ахтубинская пойма»

Muxomycetes in oak forests of the Volga-Akhtuba floodplain Nature Park

Смольнякова Ю.А., Землянская И.В.

Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия

*Smolnyakova.Y.A@yandex.ru*

Природный парк «Волго-Ахтубинская пойма» — представляет собой часть междуречья Волги и Ахтубы. Это практически единственный участок волжской долины, сохранивший естественный речной гидрологический режим на всем протяжении Волги от Твери до устья. Парк располагается на территории Средне-Ахтубинского, Ленинского и Светлоярского районов Волгоградской области. Основным богатством междуречья являются пойменные дубравы которые составляют около 40% лесопокрытой площади парка. Пойменные дубравы Волго-Ахтубинской поймы уникальны тем, что здесь дуб находится на южной границе своего ареала и многие виды, сопутствующие ему, также находятся на рубежах своего распространения.

Первые указания о миксомицетах Волго-Ахтубинской поймы относятся к 1907 году, когда из окрестностей г. Царицына был указан единственный вид – *Arcyria denudata* (L.) Wettst (Ячевский, 1907). Современное изучение миксомицетов этой территории начато в 1996 году, однако до сих пор имело отрывочный характер. Наши исследования выполняются при поддержке гранта РФФИ № 15-04-07692 «Видовой состав и структура сообществ миксомицетов пойменных дубрав природного парка «Волго-Ахтубинская пойма».

К настоящему времени нами собрана коллекция которая включает 153 полевых образцов и 201 образцов миксомицетов, выделенных во влажной камере. Всего нами было выявлено 354 видов, относящихся к 6 порядкам, 8 семействам, 22 родам. Наиболее распространенными на территории парка являются *Arcyria cinerea* (Bull.) Pers., *Tricia varia* (Pers. ex J. F. Gmel.) Pers., наиболее редкими *Ceratiomyxa fruticulosa* (O. F. Mull.), *Comatricha elegans* (Racib.) G. Lister, *Oligonema flavidum* (Peck) Peck. и др.

В пойменных лесах Волго-Ахтубинской поймы, где имеется огромное разнообразие микроместообитаний за счет мозаичности увлажнения от водно-болотных угодий до остепненных участков, встречаются как типичные лесные виды миксомицетов, так и виды, характерные для аридных сообществ. Надо отметить, что в пойменных лесах парка аридные виды встречаются гораздо реже, чем в байрачных лесах на сопредельных территориях и в целом биота миксомицетов ближе к таковой лесной зоны.

Изучение этого сложного комплекса видов, его взаимосвязи с зональными и интразональными сообществами сосудистых растений, сезонной и многолетней динамики позволит выявить не только особенности данной территории, но общие закономерности распространения миксомицетов в поймах и дельтах рек.

### Первые данные об агарикоидных грибах Советского района города Волгограда

The first data on agarics of Soviet district of Volgograd City

Стаучан Е.А., Веденеев А.М.

Волгоградский государственный социально-педагогический университет, Волгоград, Россия

*egf@vspu.ru*

Город Волгоград разделен на 8 районов, для нашего исследования был выбран Советский район. На его территории расположен естественноисторический лесной массив под названием «Григорова балка».

Григорова балка прорезает берег Волги на стыке Кировского и Советского районов. В средней её части на локальных водоупорах образовался густой массив байрачного леса и светлые ландышевые и остепненные дубняки. В нижней части склонов балки преобладает степная растительность.

Нами использовались стандартные методы сбора, определения и гербаризации материала.

В результате проведенных исследований на территории «Григоровой балки» было выявлено 16 видов агарикоидных грибов из 11 родов и 9 семейств. Это: *Agaricus arvensis* Schaeff., *A. xanthodermus* Genev., *Amanita muscaria* (L.) Lam., *A. pantherina* (DC.) Krombh., *Clitocybe odora* (Bull.) P. Kumm., *Coprinellus micaceus* (Bull.) Vilgalys, Hopple et Jacq. Johnson, *C. saccharinus* (Romagn.) P. Roux, Guy Garcia et Dumas, *Hygrophorus hypothejus* (Fr.) Fr., *H. olivaceoalbus* (Fr.) Fr., *Lactarius deliciosus* (L.) Gray, *L. rufus* (Scop.) Fr., *Leccinum aurantiacum* (Bull.) Gray, *Lepiota cristata* (Bolton) P. Kumm., *Leucoagaricus leucothites* (Vittad.) Wasser, *Marasmius oreades* (Bolton) Fr., *Psathyrella candolleana* (Fr.) Maire.

Сапротрофная группа агарикоидных грибов преобладает и представлена 10 видами, к микоризообразователям относятся 5 видов, ксилотрофы представлены 1 видом.

По вкусовым и питательным качествам агарикоидные грибы района исследования относятся: к первой категории 1 вид, к второй категории 1 вид, к третьей категории 1 вид, к четвертой категории относятся 8 видов. Также были найдены ядовитые грибы 4 вида, и слабоядовитые 1 вид.

Грибы, занесенные в Красную книгу Волгоградской области и России, встречены не были.

В дальнейшем планируется продолжение работы по инвентаризации микобиоты Григоровой балки.

### Геоглоссовые грибы России: род *Glutinoglossum*

Geoglossoid fungi of Russia: the genus *Glutinoglossum*

Федосова А.Г.

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия  
anna.fedosova@gmail.com

Род *Glutinoglossum* (*Geoglossaceae*, Ascomycota) был недавно выделен из рода *Geoglossum* на основании филогенетического исследования (Hustad et al., 2013), показавшего обособленное положение видов, близких к *Geoglossum glutinosum* Pers. Грибы рода *Glutinoglossum* имеют небольшие (1–8 см) черные или темно-коричневые клейкие плодовые тела булавовидной, ланцетовидной, цилиндрической формы. Микроскопически они отличаются погруженными в обильный гель парафизами, покрывающими всю поверхность плодового тела, а также медленно созревающими аскоспорами с 3–7 септами. Род имеет космополитное распространение и встречается в лесных и луговых экосистемах.

Род *Glutinoglossum* в настоящее время включает шесть видов: *G. glutinosum* (Pers.) Hustad, A. N. Mill., Dentinger et P. F. Cannon, *G. heptaseptatum* Hustad, A. N. Mill., Dentinger et P. F. Cannon, *G. americanum* Hustad et A. N. Mill., *G. australasicum* Hustad et A. N. Mill., *G. exiguum* Hustad et A. N. Mill. и *G. methvenii* Hustad et A. N. Mill. (Hustad, Miller, 2015). В Европе пока отмечены только два из них – *G. glutinosum* и *G. heptaseptatum*.

Данные о геоглоссовых грибах и, в частности, о видах рода *Glutinoglossum* в России фрагментарны и скудны. Одно из первых упоминаний о *G. glutinosum* в окрестностях Петербурга принадлежит И. А. Вейнману (Weinmann, 1836). Позже этот вид был найден на Дальнем Востоке (Райтвийр, 1971, 1991), в Ленинградской и Псковской областях (Попов, 2007, Попов и др., 2013).

В ходе данной работы был изучен материал, хранящийся в микологических гербариях LE, LEP, TAAM и VLA: изучены морфологические особенности, проанализированы распространение и экология видов, представленных в России, проведены молекулярно-генетические исследования и построены филогенетические деревья. В результате было выявлено 5 морфологических и генетических клад, соответствующих отдельным видам, из которых три являются предположительно новыми для науки. Необходимо дальнейшее изучение этой группы.

Автор выражает благодарность научному руководителю проф., д.б.н. А.Е. Коваленко, а также к.б.н. Е.С. Попову за всестороннюю помощь и поддержку. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 13-04-00838-а.

### Деструкция углеводородов нефти микроскопическими грибами, выделенными из почв Кольского полуострова

Destruction of petroleum hydrocarbons by microscopic fungi isolated from the soils of Kola Peninsula

Чапоргина А.А., Корнейкова М.В.

Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН, Апатиты, Россия  
chaporgina@inep.ksc.ru, korneykova@inep.ksc.ru

Углеводороды нефти (УН) являются широко распространенными промышленными поллютантами, поступающими в окружающую среду вследствие нефтяных разливов при добыче, транспортировке и хранении нефти. Нефтяное загрязнение приводит к нарушению естественных экосистем, изменяя свойства почвы и сообщества почвообитающих организмов. Значительную роль в процессах самоочищения почв от нефти играют

микроскопические грибы, способствующие разрушению УН и вовлечению продуктов их распада в естественный круговорот углерода (Киреева и др., 2001).

Деградация нефти в Al-Fe гумусовых почвах Кольского полуострова и влияние на этот процесс микобиоты мало изучены. В настоящее время на побережье Баренцева моря находится большое количество объектов, которые являются потенциальным источником загрязнения. Природа Крайнего Севера характеризуется относительно низкой самоочищающей способностью в силу замедленности процессов энерго- и массообмена, а потому восстановление почв здесь проходит очень медленно.

Цель работы – выявить микроскопические грибы, способные разлагать нефть в почвах Кольского полуострова.

Исследования проводили в лабораторных опытах, где изучали деструктивную активность микроскопических грибов. В опыте были испытаны 44 вида микроскопических грибов, ранее выделенные из нефтезагрязненных почв Кольского полуострова. В жидкую среду Чапека (50 мл) добавляли 1% нефти и вносили грибную суспензию. Повторность опыта 3-кратная. Остаточную концентрацию нефти в среде определяли методом инфракрасной спектроскопии на анализаторе АН-2.

По результатам серии лабораторных опытов были выделены виды микроскопических грибов с высокой деструктивной активностью, снижающие содержание нефти в среде на 80-97%: *Alternaria alternata*, *Fusarium orthoceras*, *Penicillium canescens*, *P. janthinellum*, *P. jensenii*, *P. lanoso-viride*, *P. martensii*, *P. miczynskii*, *P. simplicissimum*, *Rhizopus nigricans* и *Ulocladium consortiale*. Виды со средней деструктивной активностью, снижающие содержание нефти в среде на 25-40%: *Aspergillus fumigatus*, *Chaetomium bostrychodes*, *Doratomyces stemonitis*, *Gliocladium catenulatum*, *Memnoniella echinata*, *Oospora egyptica*, *Phoma eupyrena*, *Penicillium aurantiogriseum*, *P. corylophilum*, *P. godlewskii*, *P. kapuscinskii*, *Torula herbarum*, *Trichoderma aureoviride*, *Umbelopsis isabelina* и *Verticillium lecanii*.

Таким образом, у большинства видов грибов четко проявляется избирательное отношение к утилизации УН.

### Лишайники Леприндинского плато (хребет Кодар, Забайкальский край)

The lichens of Leprindinskoe Plateau (Kodar Ridge, Zabaikal'skiy Region)

Чесноков С.В.<sup>1</sup>, Конорева Л.А.<sup>1,2</sup>, Андреев М.П.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина КНЦ РАН, Кировск, Россия

lukinbrat@mail.ru, ajdarzapov@yandex.ru, andreemvmp@yandex.ru

Леприндинское плато (район Леприндинских озёр и Леприндинского горного массива) расположено в юго-западной части Центрального Кодара, в междуречье Сюльбана и Верхнего Сакукана. Северные склоны, обращенные к Верхнему Сакукану, имеют ярко выраженный альпийский характер, западные и южные более сглажены. Пояс горных тундр начинается на высоте примерно 1400-1500 м.

Материалами для исследования послужили коллекции лишайников, собранные Коноровой Л.А. и Андреевым М.П. в 2012 г. Ранее авторами сборов приводились сведения о 67 новых видах лишайников для хребта Кодар с территории Леприндинского плато (Конорева, Андреев, 2013). В результате дальнейшей обработки коллекции нами было выявлено ещё 167 видов для локальной флоры, из которых 19 – новые для хребта Кодар, 18 – новые для Станового нагорья и 9 – новые для Южной Сибири. Среди новых видов были найдены такие редкие для России как *Bryonora septentrionalis* Holt.-Hartw., *Caloplaca tornoënsis* H. Magn., *Parmelia skultii* Hale, *Peltigera frippii* Holt.-Hartw., *Psora* cf. *himalayana* (C. Bad.) Timdal, *Rinodina tephrae* (Tuck.) Herre, *Vestergrenopsis elaeina* (Wahlenb.) Gyeln.

На настоящий момент список лишайников Леприндинского плато включает 234 вида, что составляет 39,26% от известной флоры для хребта Кодар. Этот список не является полным, и мы планируем продолжить работу по изучению флоры Леприндинского плато.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ №14-04-01411 и №15-04-05971.

### Перспективы комплексного использования энтомопатогенного гриба *Lecanicillium muscarium* для защиты растений от вредителей и болезней

Perspectives of complex usage of entomopathogenic fungus *Lecanicillium muscarium* for plant protection from pests and diseases

Чоглокова А.А., Митина Г.В.

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург, Россия

4oglik@inbox.ru

Микробиологический метод защиты растений в закрытом грунте позволяет уменьшить объемы применения химических пестицидов и фунгицидов, которые в последнее время недостаточно эффективны из-за развития резистентных форм вредителей. Патогены сосущих насекомых аскомицеты рода *Lecanicillium* являются также паразитами ржавчинных грибов, что открывает перспективы создания комплексного биопрепарата. Многочисленными исследованиями установлено, что виды *Lecanicillium* проявляют активность против

*Sphaerotheca fuliginea* (Askary et al., 1997; Dik et al., 1998; Miller et al., 2004; Ownley 2010), *Penicillium digitatum* (Benhamou, Brodeur, 2000), *Puccinia* spp. (Spencer, Atkey, 1981; Leinhos, Buchenauer, 1992), *Pythium ultimum* (Benhamou, Brodeur, 2001). Кроме того, blastospory *Lecanicillium muscarium* (Petch) Zare et W. Gams вызывают индуцированную устойчивость огурца к мучнистой росе (Hirano et al., 2008).

Нами выявлена антибиотическая активность штаммов грибов рода *Lecanicillium*, патогенных против сосущих вредителей (Чоголокова и др., 2015).

В настоящей работе изучена активность высоковирулентного против сосущих насекомых штамма *L. muscarium* в отношении возбудителей болезней растений. Антибиотическую активность определяли методом блоков на среде КГА по размеру зоны подавления роста тест-культур. Выявлена высокая фунгицидная активность (9-12 мм) в отношении *Fusarium* spp., *Botrytis cinerea*, *Sclerotinia sclerotiorum* и бактерицидная активность в отношении *Clavibacter michiganensis* и *Pseudomonas syringae* pv. *maculicola*. Таким образом, изучаемый штамм является перспективным для разработки биопрепарата комплексного действия.

### Вирулентность гриба *Puccinia triticina* на видах пшеницы и эгилопс

Virulence of *Puccinia triticina* on *Triticum* and *Aegilops* species

Шайдаюк Е.Л., Гультьева Е.И.

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург, Россия

eshaydayuk@bk.ru

Большинство популяционных исследований гриба *Puccinia triticina* Erikss. выполнены с использованием инфекционного материала *Triticum aestivum* и *T. durum*. Однако возбудитель в вегетативной фазе жизненного цикла может встречаться и на других культурных и диких злаках. Несмотря на это, имеется ограниченная информация о вирулентности и составе популяций на данных растениях-хозяевах. Цель настоящего исследования – анализ вирулентности популяций *P. triticina*, собранных с ди-, тетра- и гексаплоидных видов пшеницы и эгилопс.

314 монопустульных изолятов *Puccinia triticina* было получено с 17 видов пшеницы и эгилопс, выращиваемых в Дагестане, Новосибирском районе и Северном Казахстане. С использованием набора дифференциаторов, представленного 24 изогенными *Lr*-линиями сорта Thatcher (*TcLr*), выявлено 40 фенотипов вирулентности. Все изоляты показали авриуленность на линиях с генами *TcLr9*, *TcLr19*, *TcLr24* и вирулентность на *TcLr11*, *TcLr14a*, *TcLr17* и *TcLr30*. Дифференциация изолятов наблюдалась по вирулентности к генам *Lr1*, *Lr2a*, *Lr2b*, *Lr2c*, *Lr3a*, *Lr3b*, *Lr3ka*, *Lr14b*, *Lr15*, *Lr16*, *Lr18*, *Lr20*, *Lr24* и *Lr26*.

Согласно анализу вирулентности изоляты кластеризовались в 2 группы. Первую группу составляли более вирулентные изоляты с 3 гексаплоидных видов – *Triticum aestivum* (Северный Казахстан и Новосибирск), *T. spelta* и *Aegilops juvenalis* и диплоидного вида – *Ae. tauschii*. При этом внутри данной группы популяции с *Ae. tauschii* имели значимые отличия от популяций с гексаплоидных видов. Второй кластер включал менее вирулентные изоляты со всех тетраплоидных видов (*Triticum aesthiopicum*, *T. turanicum*, *T. dicoccum*, *T. dicoccoides*, *Aegilops crassa*) и 8 гексаплоидных (*Aegilops trivialis*, *Triticum compactum*, *T. macha*, *T. petropavlovskiyi*, *T. spelta*, *T. sphaerococcum*, *T. vavilovii*, *T. aestivum* (из Дагестана)). Различия между популяциями с гексаплоидных видов были незначительные. Популяции с тетраплоидных видов отличались между собой (за исключением группы с *T. dicoccum* и *T. dicoccoides*) и с популяциями с гексаплоидных видов.

Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда (проект №14-26-00067).

### Оценка качества атмосферного воздуха в малых городах Киевской области с помощью лихеноиндикации

Air quality assessment in the small towns of Kyiv Region by method of lichenoidication

Шершова Н.В.

Институт ботаники им. Н. Г. Холодного НАНУ, Киев, Украина

nina.s.kiev@gmail.com

Малые города Киевской области находятся под влиянием г. Киева, мегаполиса с неблагоприятной экологической обстановкой. Но при этом в них сложился целый комплекс своих условий природного и антропогенного характера, влияющих на экологию. Проведение исследования представляет интерес с научной точки зрения.

Метод лихеноиндикации имеет ряд преимуществ перед инструментальными методами. Он дешевый, быстрый, и позволяет оценить ситуацию в многолетнем аспекте.

Были проведены исследования в трех модельных малых городах Киевской области (г. Ирпень, г. Буча, г. Боярка) с целью изучения видового состава индикаторных видов лишайников, особенностей их распространения и частоты встречаемости. Для обследования был использован маршрутный метод в квадратах площадью 1 км.

Был составлен список индикаторных лишайников для каждого города: в г. Ирпень список включает 13 видов из 3 семейств, г. Буча – 12 видов из 3 семейств, г. Боярка – 9 видов из 2 семейств.

Установлено, что зоны распространения лишайников с наиболее высокой чувствительностью приурочены к лесным массивам и зеленым зонам. В г. Ирпень и г. Буча, где еще есть остатки лесных массивов, их

распространение, показатели распространения и частота встречаемости выше, чем в г. Боярка, где зеленых зон меньше.

Высоко- и среднечувствительные лишайники более распространены на территории этих городов. Они встречаются и в зеленых массивах на окраине, и в придомовых насаждениях в центре. Но в г. Боярка зона распространения этих видов меньше, чем в других городах.

Таким образом, экологическая ситуация в г. Буча и г. Ирпень в целом лучше, чем в г. Боярка, что объясняется, в т.ч., наличием больших зеленых массивов. Уровень загрязнения воздуха здесь ниже, чем в г. Киев, о чем свидетельствует распространение лишайников со средней и высокой чувствительностью в их центре.

### Агарикоидные базидиомицеты ельника кисличного

Agarics in *Oxalis spruce forest*

Шишигин А.С., Благиных В.В.

Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия  
shishigin1992@mail.ru

В Пермском крае (подзона южной тайги) еловые леса являются климаксными сообществами, в которых агарикоидные базидиомицеты являются частью гетеротрофного блока. Именно грибы этой группы играют важную роль в водно-минеральном питании высших растений, а также в деструкции растительных остатков. В связи с этим мы продолжили в 2011 г. изучение агарикоидных базидиомицетов стационарным методом в ельнике кисличном (стационарная площадь 50x20 м), где с 1975 г. ведётся мониторинг за изменением видового состава грибов. Исследуемый биогеоценоз (возраст около 135 лет) расположен на равнинной местности. Сбор грибов проводился в августе (один раз в декаду) и сентябре. Список видов грибов расположен по системе, принятой М. Мозером (1983), так как именно она использовалась в прежние годы. В скобках указаны синонимы грибов в соответствии с современной классификацией: Mucobank, дата обращения: 21.05.2015.

В 2011 г. нами было обнаружено 76 видов агарикоидных базидиомицетов, относящихся к 3 порядкам, 8 семействам и 29 родам (по Мозеру). Ведущими по количеству видов являются сем. *Tricholomataceae* (41 вид, или 54% от общего числа видов) и *Cortinariaceae* (17 видов, или 22%), что подчеркивает бореальный характер микобиоты. Самыми крупными видами родами являются: *Mycena* (11 видов), *Collybia* (9), *Cortinarius* (8), *Galerina* (5 видов). Большинство видов было отмечено и в предыдущие годы исследований, но в 2011 г. было выявлено 11 видов грибов, не отмечавшихся ранее. Обнаружено 8 редких видов грибов: *Collybia proluxa* (Hornem.) Gillet (= *Rhodocollybia proluxa* (Hornem.) Antonín et Noordel.), *Collybia tergina* (Fr.) S. Lundell (= *Gymnopus terginus* (Fr.) Antonín et Noordel.), *Cortinarius albidus* Peck, *Cortinarius leucopus* (Bull.) Fr., *Hemimycena gracilis* (Quél.) Singer, *Mycena flavoalba* (Fr.) Quél., *Mycena rubromarginata* (Fr.) P. Kumm., *Pholiota astragalina* (Fr.) Singer.

Все выявленные виды грибов ельника кисличного относятся к 6 эколого-трофическим группам: микоризообразователи, ксилотрофы, подстилочные сапротрофы, микотрофы, бриотрофы и герботрофы. Наиболее многочисленны микоризные грибы (39% от общего числа видов) и подстилочные сапротрофы (32%), что характерно для лесных ценозов. Большинство видов грибов (63%) относятся к категории несъедобных. В основном это представители сем. *Tricholomataceae* и *Cortinariaceae*. К съедобным относится 21 вид (28%) грибов, большинство которых принадлежит к сем. *Tricholomataceae* и *Russulaceae*. Ядовитыми оказались 7 видов грибов (9%).

### Гнилевые болезни сосновых культур в Серебряноборском опытном лесничестве Института лесоведения РАН

Wood-decay diseases of forest cultures of *Pinus sylvestris* in Serebryanoborskoe Experimental Forestry

Шишкина А.А., Колганихина Г.Б.

Институт лесоведения РАН, Успенское (Московская область), Россия  
f·bg@mail.ru

Гнилевые болезни оказывают значительное влияние на структуру и функционирование лесных экосистем. В связи с этим представляет интерес изучение их распространения и роли в искусственных насаждениях. Для исследования были выбраны опытные культуры сосны разной густоты посадки (2, 4, 8, 16 и 32 тыс. экз./га) и географические культуры (15 климатипов) в Серебряноборском опытном лесничестве ИЛАН РАН, созданные в послевоенный период на бывших сельхозугодьях. Целью настоящего исследования является оценка современного состояния культур, изучение распространения гнилевых болезней в зависимости от густоты посадки и географического происхождения культур и роли болезней в их ослаблении.

Санитарное состояние и болезни культур изучались на постоянных пробных площадях (ППП), заложенных ранее сотрудниками ИЛАН РАН. В целом современное состояние культур благополучное, однако, имеются очаги усыхания, связанные с гниевыми болезнями. Обнаружены следующие виды деструктурирующих грибов: *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref., *Armillaria cepistipes* Velen., *A. gallica* Marxm. et Romagn., *Fomitopsis pinicola* (Sw.) P. Karst., *Trichaptum abietinum* (Dicks.) Ryvardeen, *T. fuscoviolaceum* (Ehrenb.) Ryvardeen. Исследования показали, что причиной очагового усыхания культур является корневая губка (*H. annosum*). Остальные виды проявляют сапротрофные свойства. Очаги корневой губки были обнаружены на четырех из пяти ППП с разной

густотой посадки (отсутствуют на ППП 8 тыс. экз./га). В географических культурах наибольшая доля пораженных деревьев на ППП Республика Бурятия (18 %), Вологодская (12 %) и Владимирская области (9 %). Изучение гнилевых болезней в культурах будет продолжено.

### **Грибные болезни ели (*Picea abies*) на опытных участках Института лесоведения РАН в Ярославской области**

Fungal diseases of spruce (*Picea abies*) on experimental areas of the Institute of forest science of RAS in Yaroslavl Region

Шишкина А.А., Колганихина Г.Б.

Институт лесоведения РАН, Успенское (Московская область), Россия

*asarum89@yandex.ru, kolganihina@rambler.ru*

Объектом исследований являются производные насаждения с участием ели на территории Северной лесной опытной станции Института лесоведения РАН (Рыбинский район, Ярославская область), где на постоянных пробных площадях (ППП) ведутся многолетние наблюдения за ходом роста ели. При этом влияние патогенных грибов на произрастание ели здесь ранее не изучалось.

Получены сведения о санитарном состоянии и распространении грибных болезней ели на 12 ППП. Среди возбудителей корневой и стволовой гнили наиболее распространенным является опенок (*Armillaria* sp.). В изучаемых насаждениях он встречается преимущественно на сухостойных елях, единично был отмечен на еще живых, усыхающих, деревьях. На погибших елях обычны *Fomitopsis pinicola* (Sw.) P. Karst. и *Trichaptum abietinum* (Dicks.) Ryvarden. Исследование кернов из нижней части стволов модельных деревьев свидетельствует о значительном количестве скрытых стволовых и комлевых гнилей. Распространению гнилевых болезней способствует сильное повреждение стволов ели лесом.

На хвое обнаружено 11 видов грибов. Все выявленные патогены вызывают болезни типа шютте, отдельные виды также способны вызывать некроз ветвей. Наибольшее распространение имеют *Lophodermium piceae* (Fuckel) Höhn., *Sydowia polyspora* (Bref. et Tavel) E. Müll., *Phomopsis occulta* Traverso, *Diplodia thujae* Westend, *Rhizosphaera pini* (Corda) Maubl. Болезни хвои особенно вредоносны для молодых растений и могут приводить к замедлению их роста, а иногда и к гибели.

На следующем этапе исследований будет продолжено выявление комплекса патогенных грибов и изучение их биоэкологических особенностей в изучаемых лесных насаждениях.

### **Nivicolous myxomycetes. The winter in vitro**

Нивальные миксомицеты. Зима в пробирке  
Shchepin O.N.

Komarov Botanical Institute of RAS, Saint-Petersburg, Russia

*ledum\_laconicum@mail.ru*

Nivicolous myxomycetes constitute a distinct ecological group of slime molds that form fruiting bodies at the edge of melting snowbanks in spring. The group includes about 100 taxa that are found in subalpine and alpine landscapes and in boreal lowland forests all over the world, but little is known about their life under the snow since there were no successful attempts of culturing them in laboratory. The objectives of this study were to set up agar cultures of some nivicolous species of myxomycetes and to gather the data on the ability of their trophic stages to tolerate low temperatures.

Spores of 97 specimens of nivicolous myxomycetes representing 10 species from 5 genera and 3 families were tested for the ability to germinate in agar plates at room temperature. Specimens were collected in 2011–2015 in the Northwest Caucasus, the Khibiny mts and the Bavarian Alps. Germination occurred in 57 specimens (six species). Three species showed plasmodia formation, but we did not manage to cause sporulation. Мухамоебае of *Lepidoderma chailletii* Rostaf. were used for an experiment in which cultures were exposed to different modes of freezing.

We have demonstrated that at least some species of nivicolous myxomycetes can germinate and form plasmodia in culture. Мухамоебае readily proliferated at RT as well as at +2 °C, but plasmodia developed only at +2 °C and required the constant presence of a thin layer of water, the conditions consistent with the microclimate in soil under the snow. The experiment with freezing has shown that some amoebae can survive temperatures as low as –18 °C, but only if they are refrigerated slowly enough to allow encystment. It can be seen as an adaptation to resist early frosts that can happen before a thick snow cover accumulates and buffers temperature drops.

This study was supported by RFBR grants 13-04-00839-a, 14-04-01408\_a and 15-29-02622.

### **Фитотрофные микромицеты розария Ботанического сада Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского**

Phytophrotrophic micromycetes in the rosary of the Crimean Federal V.I. Vernadsky University Botanical Garden

Юдина В.Н., Просяникова И.Б.

Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Россия

*viktoryia93@mail.ru*

Коллекция розария Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского (КФУ) занимает площадь 0,8 га и насчитывает 225 видов, форм и сортов роз (*Rosa* × *hybrida* Hort.) отечественной и зарубежной селекции.

Поражение микромицетами растений в розариях ведет к распространению болезней и заражению больших участков коллекции, а также снижает декоративные свойства культур. Целью наших исследований явилось изучение видового состава фитотрофных микромицетов розария Ботанического сада КФУ. В течение вегетационных сезонов 2013-2014 гг. нами было исследовано 138 сортов роз из 11 садовых групп на наличие признаков поражения паразитическими микромицетами. Было выявлено, что гриб *Diplocarpon rosae* F. A. Wolf (Ascomycota), возбудитель черной пятнистости, явился наиболее вредоносным в условиях розария Ботанического сада КФУ. Распространенность данного заболевания у полуплетистых и чайно-гибридных роз сортов Grand Hotel, Imperatrice Farah, Lutside составила 80-100%. Индекс заболевания у чайно-гибридных роз и флорибунда, сортов Lidka, Friendship составил 60-80%. Устойчивость к данному заболеванию проявила миниатюрная роза сорта Sunmaidi. Гриб *Phragmidium mucronatum* (Pers.) Schlecht. (Basidiomycota) – возбудитель ржавчины у розы гибридной вызывает заболевание, способное существенно снижать декоративные качества сортов. Распространенность болезни высока у групп эфиромасличных и чайно-гибридных роз сортов Lancome, Red Intuition, Grand Mogul в пределах 61-86 %. Интенсивность развития болезни у сортов Black Magic, Аура, Лада из групп чайно-гибридных и эфиромасличных роз составила 30-52%. Среди сортов, проявивших устойчивость к ржавчине, были отмечены: Bella Rosa, Robusta, Ambiance и др. Мучнисторосяный гриб *Sphaerotheca pannosa* Lev. var. *rosae* (Ascomycota) развивался наиболее сильно на молодых побегах. Наибольшую восприимчивость к мучнистой росе продемонстрировали сорта Titanic, Sophia Loren (чайно-гибридные розы), Rosemary Rose (флорибунда). Интенсивность развития болезни была максимальной у группы плетистых роз, у сорта Крымский Рассвет она составила 100%. Среди устойчивых к заболеванию сортов следует отметить: Эу-Панк, Красный маяк, Kronenbourg. Полученные данные имеют практическое значение, так как могут использоваться при разработке защитных мероприятий для растений розария Ботанического сада КФУ.

### Лихенобиота фортов Гродненской крепости (Беларусь)

Lichenobiota of forts of Grodno Fortress (Belarus)

Яцына А.П.

Институт экспериментальной ботаники им В.Ф. Купревича НАН Беларуси, Минск, Беларусь

*lihenologs84@mail.ru*

В ходе ревизии лишайников 10 фортов Гродненской крепости (Гродненского района) в 2014 г. собрано около 400 образцов лишайников. В настоящее время определено 74 видов, которые принадлежат к 36 родам, 20 семействам, 10 порядкам, 2 классам отдела Ascomycota царству грибы – Fungi. Впервые для лихенобиоты Беларуси приводятся 6 новых таксонов: *Cladonia symphyrcarpia* (Flörke) Fr., *Collema cristatum* (L.) Weber ex F. H. Wigg., *Protopermella badia* (Hoffm.) Hafellner, *Rhizocarpon lecanorinum* Anders, *R. viridiatrum* (Wulfen) Körb. и *Rinodina bischoffii* (Hepp) A. Massal. На обломках фортов отмечены редкие виды лишайников для Беларуси: *Catapyrenium cinereum* (Pers.) Körb., *Cladonia foliacea* (Huds.) Willd., *C. pocillum* (Ach.) O. J. Rich., *Collema subflaccidum* Degel., *Dermatocarpon miniatum* (L.) W. Mann, *Diploschistes muscorum* (Scop.) R. Sant., *Endopyrenium hepaticum* (Ach.) Körb., *Placynthium nigrum* (Huds.) Gray, *Rinodina teichophila* (Nyl.) Arnold и *Staurothele clopima* (Wahlenb.) Th. Fr. Выявлены новые локалитеты охраняемого вида лишайника – *Leptogium lichenoides* (L.) Zahlbr. (II категория (EN)). Лишайник произрастает на всех замшелых фортах Гродненской крепости времен Первой Мировой войны, в относительно открытых или затененных пологом леса местах. Лишайники фортификационных сооружений Гродненской крепости найдены на 4 типах субстратов. Наибольшее число видов отмечено на бетоне – 45 видов, на камнях (щебенке) в бетоне – 23, на мхах бетона – 16, на почве – 5. На одном типе субстрата отмечено – 58 видов лишайников, на 2-х – 15, на 3-х – 1. Видовое разнообразие лишайников на фортификационных сооружениях зависит от степени сохранности форта (взорван или нет) и растительности (лесная или луговая). Наибольшее число видов лишайников отмечено на взорванных фортах, так как в обломках преобладают 2 типа субстрата: бетон и щебенка. Наибольшее число видов на фортах отмечено в зарастающих кустарниками и разнотравьем биотопах.

Работа выполнена при поддержке гранта БРФФИ № Б14М-027.

### III. АЛЬГОЛОГИЯ

#### Морфологические и молекулярно-генетические подходы в систематике диатомовых водорослей: существуют ли противоречия?

Morphological and molecular approaches to diatom taxonomy. Are the contradictions exist?

Куликовский М.С.

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, Борок, Россия

*max-kulikovsky@yandex.ru*

Использование молекулярно-генетических методов в систематике различных групп водорослей часто ставит вопрос о соотношении полученных результатов с классическими данными по морфологии. Большое количество статей по отдельным группам водорослей о конфликте данных, полученных этими методами у всех «на слуху». Но существуют ли реально различия в данных, получаемых этими методами? Автор, как систематик, работающий над изучением морфологии различных групп пennisных диатомовых и использующий в настоящее время молекулярно-генетические методы, постарается дать свое видение сложившейся ситуации. В работе будут даны данные по филогении различных групп, полученные нами. Главный вопрос: какие именно морфологические признаки должны играть важную роль в систематике на основе молекулярно-генетических данных? Как соотносятся наши современные представления о значимости признаков с предыдущими воззрениями? Понимание этих проблем и накопление новых данных за счет включения в анализ все большего числа новых таксонов и использование большего числа молекулярных маркеров должно привести к созданию современной системы диатомовых водорослей.

Работа поддержана грантами РФФИ 14-04-01406-а и РНФ 14-14-00555.

#### Успехи в изучении эволюции и онтогенеза ценобиальных вольвоксовых водорослей

Advances in research of evolution and ontogenesis of coenobial volvocine algae

Десницкий А.Г.

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

*adesnitskiy@mail.ru*

Ценобиальные вольвоксовые водоросли, включающие более 60 видов, интенсивно изучаются в отношении систематики, морфологии, эволюции, онтогенеза и геномики (Umen, Olson, 2012; Nozaki, 2014; Herron, Nedelcu, 2015). Наибольшее внимание привлечено к серии *Gonium* – *Volvox*, показывающей усложнение организации и развития, а также к самому роду *Volvox*, включающему около 20 видов.

Род *Volvox* является полифилетическим: в частности, *Volvox carteri* и *V. globator* (стойко дифференцированные на соматические и репродуктивные клетки) дивергировали от общего одноклеточного предка около 200 миллионов лет назад, а соматические клетки возникли независимо в разных эволюционных линиях (Herron et al., 2009). У *V. carteri*, наиболее изученного вида вольвокса, ключевую роль в дифференциации соматических клеток играет ген *regA*, который подавляет биогенез хлоропластов и развитие бесполой репродуктивных клеток (Hanschen et al., 2014). Ортолог этого гена имеется также у *V. ferrisii* (находящегося в одной эволюционной линии с *V. globator*); более того, *regA*-подобный ген, связанный с реакцией на внешние стрессовые воздействия, по-видимому, имелся уже у общего одноклеточного предка обеих эволюционных линий, поскольку он присутствует в геноме одноклеточной вольвоксовой водоросли *Chlamydomonas reinhardtii*.

Недавно у гетероталлического *V. carteri* обнаружили регуляторный ген *MID*, определяющий пол, и показали, что он приобрел новые функции (связанные с процессами формирования сперматозоидов и яйцеклеток) по сравнению с родственным геном *C. reinhardtii* (Sa Geng et al., 2014). Успешно провели опыты по изменению пола у *V. carteri* и в свете этих данных предложили гипотезу о механизмах формирования однодомных или двудомных ценобиев у гомоталлических видов *Volvox*.

#### Влияние суточного свето-темнового режима на рост и продукционные характеристики динофитовой водоросли *Prorocentrum nanum* в накопительной культуре

Influence of diurnal light-dark regime on growth and production characteristics of dinoflagellate *Prorocentrum nanum* in batch culture

Авсиян А.Л., Харчук И.А.

Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН, Севастополь, Россия

*anna.l.avsiyan@gmail.com, seaferm@yandex.ru*

Динофитовые водоросли являются одними из основных представителей фитопланктона Чёрного моря. *P. nanum* J. Schiller – нетоксичная динофитовая водоросль, богатая биологически активными веществами, представляющая интерес как потенциальный кормовой объект для марикультуры. В связи с этим актуальна разработка методов её интенсивного культивирования, позволяющих получать максимальное количество

биомассы. Световые условия – основной фактор, влияющий на процессы роста и биосинтеза водорослей. Поскольку работ по культивированию *P. nanum* недостаточно, и не исследовано воздействие фотопериода на рост микроводоросли, целью нашей работы было исследование влияния суточного свето-темнового режима на ростовые и продукционные характеристики *P. nanum* в накопительной культуре.

Объектом исследования была культура водоросли *Prorocentrum nanum* из коллекции культур ИМБИ РАН (штамм IBSS-62.). Культивирование проводили в накопительном режиме, в культиваторах плоско-параллельного типа с объёмом среды 2 л, длиной светового пути 5 см и освещённостью рабочей поверхности 8 кЛк. Для выращивания использовали смесь сред *f* и Тренкеншу в соотношении 1 : 1. Сравнивали два режима освещения: круглосуточное и свето-темновой режим 16ч : 8ч (свет : темнота). Плотность культуры определяли путём измерения оптической плотности  $D_{750}$ , используя предварительно рассчитанный коэффициент  $k = 0,42 \text{ г} \cdot \text{ед.опт.пл.}^{-1}$ . Используя полученные накопительные кривые роста, вычисляли кинетические параметры роста культуры на разных фазах.

Микроводоросли культивировали в течение 20 сут. При постоянном освещении зарегистрирована максимальная биомасса  $0,16 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$ , при этом максимальная удельная скорость роста на экспоненциальной фазе роста составила  $0,42 \text{ сут}^{-1}$ , а максимальная продуктивность культуры на линейной фазе -  $0,019 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{сут}^{-1}$ . Для условий светового режима 16 : 8 (свет : темнота) максимальная биомасса была  $0,73 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$ , максимальная удельная скорость роста –  $0,46 \text{ сут}^{-1}$ , максимальная продуктивность –  $0,085 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{сут}^{-1}$ . Таким образом, максимальная биомасса и продуктивность в условиях свето-темнового режима были в среднем в 4,5 раза выше, чем при постоянном освещении, это позволяет рекомендовать данный режим освещения для оптимизации интенсивного культивирования *P. nanum*.

### Филогенетическое положение диатомового рода *Diadlesmis* и морфологические критерии выделения новых родов

Phylogenetic position of diatom genus *Diadlesmis* and morphological criteria for establishment of new genera  
Андреева С.А.<sup>1</sup>, Мальцев Е.И.<sup>2</sup>, Подунай Ю.А.<sup>3</sup>, Гусев Е.С.<sup>4</sup>, Анненкова Н.В.<sup>5</sup>, Куликовский М.С.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Мелитопольский государственный педагогический университет им. Б. Хмельницкого, Мелитополь, Украина

<sup>3</sup>Карадагский природный заповедник, Феодосия, Россия

<sup>4</sup>Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, Борок, Россия

<sup>5</sup>Лимнологический институт СО РАН, Иркутск, Россия

tiapa93@mail.ru, mz\_5@ukr.net, grab-ua@yandex.ru, algogus@yandex.ru, max-kulikovskiy@yandex.ru, tasha.annenkova@gmail.com

В 1844 году был описан род пеннатных двушовных диатомовых водорослей *Diadlesmis*. Довольно продолжительное время представители этого рода входили в обширный и сборный род *Navicula*. Развитие сканирующей электронной микроскопии привело к тому, что род *Diadlesmis* был пересмотрен с описанием новых видов. В качестве типа был выбран *Diadlesmis confervaceae* Kützing, однако большинство видов, относимых к роду *Diadlesmis*, морфологически отличались от типового вида. И именно такая гетерогенность рода *Diadlesmis* позволила перенести часть видов сначала в подрод *Paradiadlesmis*, а потом в отдельный род *Humidophila*. В данной работе были получены штаммы некоторых видов из этих родов, проведён их морфологический и молекулярно-генетический анализ. Настоящие результаты отражают резонантность выделения нового рода *Humidophila*. В работе рассматривается филогенетическое положение этих родов, особенности морфологии и систематики группы. Полученные материалы, а также ранее опубликованные работы, позволяют нам рассмотреть важность отдельных морфологических признаков в систематике пеннатных диатомовых и оценить их значение для описания таксонов на родовом уровне.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 14-04-01406-а.

### Некоторые замечания к фитоценотическому анализу группировок водорослей погребенных палеопочв (Алтайский край, Топчихинский район)

Some notes to the phytocenotic analysis of algal groups of buried paleosols (Altai, Topchihinsky district)

Благodatнова А.Г., Огнева И.Н., Фищенко Н.Ю., Головачев А.Ю., Шойдак С.С.

Новосибирский государственный педагогический университет, Новосибирск, Россия

ablagodatnova@yandex.ru

Изучение древних почв дает возможность понять главные этапы эволюции педосферы, воссоздать условия существования древних цивилизаций, с большой точностью прогнозировать изменения природной среды, более глубоко постигать проблему исследования функций почв в биосфере.

Исследования проведены близ села Володарка в Топчихинском районе Алтайского края в течение полевого сезона 2012-2014 годов. Почвенные пробы для определения видового состава водорослей отобраны с учетом всех правил альгологических сборов (14 почвенных образцов на глубине 110-180 см).

Экологические условия погребенных палеопочв определяют формирование тех или иных группировок почвенных водорослей. Проекцией условий является уникальность таксономического состава, различная степень фитоценотической нагрузки. В основе качественных различий лежит экологическая индивидуальность отдельных видов почвенных водорослей. В погребенной палеопочве обнаружено 13 видов водорослей, которые относятся к 3 отделам, 4 порядкам, 4 классам, 6 семействам и 10 родам. Доминируют представители Chlorophyta (53,9%) и Xanthophyta (38,5%). Среди семейств отмечается преобладание *Pleurochloridaceae* (38,46%), родов – *Pleurochloris* (15,4%), *Botrydiopsis* (15,4%), *Chlorococcum* (15,4%), находясь в связанных рангах. При фитоценотическом анализе выявлены: доминантные виды (*Monallantus pyreniger*, *Pleurochloris magna*), спектр жизненных форм ( $Ch_5X_3H_2B_1$ ) с доминированием *Ch*- (38,5%) и *X*-формы (38,5%), спектр морфоструктур ( $K_{11}T_2$ ) с преобладанием коккоидного морфотипа (84,6%). О достоверной возможности использования водорослей для диагностики состояния палеопочв утверждать пока трудно. Выявленные виды водорослей характерны в основном для лесных экосистем (*Chlorococcum hypnosporum*, *Bracteaococcus minor*, *Chlorella mirabilis*, *Myrmecia bisecta*, *Pleurochloris commutata*, *Botrydiopsis arhiza*, *Botrydiopsis eriensis*). С определенной долей вероятности можно предположить, что исследованная палеопочва была сформирована под лесными экосистемами.

### Особенности развития фитопланктона и оценка качества воды некоторых малых водоёмов Санкт-Петербурга

The features of phytoplankton development and assessment of water quality of some small ponds of Saint Petersburg

Бурдо А.Ю.<sup>1</sup>, Никитина В.Н.<sup>1</sup>, Павлова О.А.<sup>2</sup>, Николаева Е.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> Институт озерадения РАН, Санкт-Петербург, Россия

*narow@yandex.ru*

Важная роль при оценке состояния водных экосистем принадлежит структурным и функциональным характеристикам фитопланктона. Показатели его количественного развития широко используются для характеристики трофического статуса водоемов. Для Санкт-Петербурга в настоящее время подобные исследования весьма актуальны.

На примере изучения качественного и количественного состава и сезонной динамики фитопланктона некоторых малых водоёмов, расположенных в черте города, показаны особенности их развития в условиях урбанизированного ландшафта.

Выявлена достаточно разнообразная и богатая в видовом отношении альгофлора, представленная более чем 219 видами и внутривидовыми таксонами, относящимися к 8 отделам: Cyanophyta/Суанопrocaryota, Euglenophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Chrysophyta, Bacillariophyta, Xanthophyta, Chlorophyta. По видовому разнообразию доминируют зелёные водоросли – 41%, диатомовые – 28% и синезелёные – 16% от общего числа видов. Среди обнаруженных водорослей выявлено 27 видов, вызывающих «цветение» воды в условиях Северо-Запада России, 10 из которых потенциально могут синтезировать опасные токсины.

К структурообразующим относятся около 20 видов зелёных, синезелёных, диатомовых, динофитовых и криптофитовых водорослей. Существенную роль в планктоне играют зелёные и синезелёные водоросли, при участии криптононад.

Особенности сезонной динамики качественного состава заключаются в преобладании синезелёных водорослей в поздневесеннем и раннелетнем фитопланктоне при незначительном развитии диатомовых. По количественным показателям численности и биомассы водоёмы можно отнести к эвтрофному и мезотрофному типу.

Водоёмы соответствуют III классу качества вод. Зона самоочищения определена как □-мезосапробная.

Степень органического загрязнения зависит от размеров водоёма и интенсивности антропогенного влияния. Водоёмы имеют достаточный потенциал для самоочищения, однако постоянная антропогенная нагрузка увеличивает нестабильность и степень риска для данных экосистем.

### Определение таксономической принадлежности цианопрокариот с помощью молекулярно-генетических маркеров

Determination of the taxonomic position of cyanoprokaryota using molecular-genetic markers

Величко Н.В., Емельянова М.С.

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

*n.v.velichko@mail.ru*

Классификация цианопрокариотов или сине-зеленых водорослей в настоящее время сильно затруднена, не только в связи с проблемой вида у прокариот, но также из-за двойственного таксономического положения, в котором они находятся. Как прокариотические микроорганизмы их рассматривают с точки зрения Бактериологического Кодекса Номенклатуры, но исторически они также являются ботаническими объектами исследований и их классифицируют с помощью кодекса ботанической номенклатуры. Особую трудность

представляют морфологически сходные цианопрокариоты с неветвящимися трихомами и недифференцированными клетками из порядка *Oscillatoriales*. На их примере становится очевидной необходимость применения комплексного таксономического подхода, учитывающего совокупность морфологических и молекулярно-генетических признаков. Среди последних важную роль играет филогенетический анализ последовательности гена 16S рРНК. Однако для уточнения таксономического положения на уровне рода во многих случаях необходимо применять дополнительные методы молекулярно-генетического анализа. Так, различные методы ДНК-фингерпринта являются достаточно перспективными для генотипирования цианопрокариот на внутривидовом уровне. Проведенный нами комплексный морфологический, филогенетический и молекулярно-генетический анализ 30 представителей цианобактерий родов *Oscillatoria*, *Leptolyngbya*, *Planktothrix*, *Arthrospira*, *Limnothrix*, *Pseudanabaena*, *Geitlerinema*, *Lyngbya*, *Symploca* и *Prochlorothrix* показал, что ДНК-фингерпринт с использованием HRP1-праймеров является достаточно перспективным методом генотипирования цианопрокариот на уровне рода, который также позволяет различить близкородственные виды.

### Фитопланктон термокарстовых озер бассейна реки Хатанга (Красноярский край, Россия) Phytoplankton of the termokarst lakes in the basin of Khatanga River (Krasnoyarsk Region, Russia)

Волкова Т.С.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

t89503145361@yandex.ru

Целью моей работы является выявление современного видового состава планктонных водорослей ряда озер бассейна р. Хатанга (Красноярский край РФ).

На сегодня между Северо-Восточным федеральным университетом им. М.К. Аммосова (г. Якутск), Институтом Морских и Полярных исследований им. Альфреда Вегенера (AWI, г. Потсдам, Германия) и Казанским федеральным университетом имеется соглашение по выполнению совместных проектов по изучению лимнологических характеристик озер Якутии с целью выполнения реконструкции голоценовой истории. В рамках этого соглашения в августе 2013 г. была выполнена экспедиция, в ходе которой были собраны альгологические пробы воды на 18 озерах бассейна р. Хатанга.

За период наблюдений в фитопланктоне исследованных водоемов было обнаружено 164 таксонов, в том числе 160 видов водорослей, относящихся к 6 отделам. Наибольшее количество таксонов рангом порядок выявлено в отделах диатомовых и зеленых хлорококковых водорослей. По видовому разнообразию также преобладают диатомовые (48.2%) и хлорококковые (32.9%) водоросли. Другие группы менее разнообразны: синезеленые – 8.5%, эвгленовые – 4.3%, золотистые – 2.4% и динофитовые – 3.7%.

Наиболее высокое видовое разнообразие характерно для родов *Gloeocapsa*, *Gomphosphaeria*, диатомовых *Stephanodiscus*, *Cyclotella*, *Aulacoseira*, *Fragilaria*, *Diatoma*, *Tabellaria*, *Navicula*, *Pinnularia*, *Neidium*, *Achnanthes*, *Eunotia*, *Cymbella*, *Gomphonema*, *Epithemia*, *Rhopalodia*, *Nitzschia*, *Surirella*, *Cymatopleura*, динофитовых *Peridinium*, эвгленовых *Trachelomonas*, *Euglena*, зеленых *Chlamydomonas*, *Pediastrum*, *Dictyosphaerium*, *Coelastrum*, *Scenedesmus*, *Crucigenia*, *Ankistrodesmus*, *Monoraphidium*, *Cosmarium*, *Staurastrum*. Остальные роды имеют по одному или два вида. По составу и характеру экологических групп водорослей флора диатомей определяется как пресноводная, характерная для холодных и чистых, достаточно глубоководных водоемов с развитой литоральной зоной с кислой и (или) слабощелочной реакцией среды.

### Morphology, taxonomy and distribution of diatom genus *Ninastrelnikovia*

Морфология, систематика и распространение диатомовых водорослей рода *Ninastrelnikovia*

Glushchenko A.M., Kulikovskiy M.S.

Institute for Biology of Inland Waters RAS, Borok, Russia

chelovek91\_91@mail.ru

The diatom genus *Ninastrelnikovia* was established by Lange-Bertalot and Fuhrmann (2014) as a monospecific taxon with the type species of *Ninastrelnikovia gibbosa* (Hustedt) Lange-Bertalot & Fuhrmann (= *Navicula gibbosa* Hustedt 1937). The new genus was created on the basis of its remarkable morphology which separates it from *Navicula* Bory (1822) sensu stricto with generitype *Navicula tripunctata* (O.F. Müller) Bory (Cox 1999). According to Lange-Bertalot and Fuhrmann (2014) cells of *Ninastrelnikovia gibbosa* are isovalvate and biraphid with a median raphe system. Interdigitating spines are partially masked by numerous granules. Valves terminating a colony lack marginal spines. Valve faces that are covered by neighboring cells of the aggregation are different. The raphe is reduced to rudimentary vestiges while the central nodule appears elongated by filled-in silica. The raphe is filiform and straight. A new species, *Ninastrelnikovia laosica* sp. nov., is described on the basis of LM and SEM observations. This is the second taxon from the previously monospecific genus. *N. laosica* sp. nov. differs from *N. gibbosa* (Hustedt) Lange-Bertalot & Fuhrmann by having a lanceolate valve shape with a second undulation between central part of valve and valve ends. The two species from the genus share the exceptional morphological peculiarity in areola structure not typical of other naviculoid genera. Every stria present unified openings covered inside by pluriseriate covering like bast whisp. This structure of pore

occlusion is similar between *Ninastrelnikovia* and the genus *Navigiolum* Lange-Bertalot, Cavacini, Tagliaventi & Alfinito. *N. laosica* sp. nov. so far is only known from Laos, whereas *N. gibbosa* has a broader distribution that includes the south-eastern part of North America, Brazil, North Africa, Japan and Indonesia.

The publication is based on research carried out with financial support provided by the Russian Science Foundation (14-14-00555).

### ***Chlamydomonas* в эфемерных водоёмах на территории планируемого ООПТ «Ореховский» (Ленинградская область)**

*Chlamydomonas* in ephemeral ponds on the grounds of the proposed protected area «Orekhovskiy» (Leningrad region)

Егидарова Е.Ю.<sup>1</sup>, Болдина О.Н.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

lena.egidarova.97@mail.ru, olgab1999@mail.ru

В Ленинградской области хламидомонадовые водоросли остаются малоизученной группой, насчитывающей менее 20 видов. В последние 50 лет специальных исследований не проводилось. Флористико-таксономическое изучение *Chlamydomonas* в богатом лесными массивами и разнообразным рельефом проектируемом ООПТ «Ореховский» является актуальным, т. к. *Chlamydomonas* – типичные обитатели лесов. В задачи работы входило: выявление наиболее массовых видов хламидомонад, выделение чистых клонов и создание коллекции; таксономическое изучение объектов; дополнение данных по альгофлоре Ленинградской области.

В результате первоначальной идентификации 30 клональных культур выявлено 6 видов *Chlamydomonas*: *C. reinhardtii* Dang., *C. gelatinosa* Korsch., *C. segnis* Ettl, *C. subcylindracea* Korsch., *C. nivalis* (Bauer) Wille, *C. noctigama* Korsch., из которых 4 последние - новые для области.

На основе критической оценки их клеточного строения методами световой (DIC) и электронной микроскопии (ТЭМ), подкрепленной данными молекулярной филогении, большинство образцов отнесены к *C. asymmetrica* Korsch., 2 штамма – к *C. noctigama*, по 1 - к *C. moewusii* Gerloff и *C. nasuta* Korsch. Оценена изменчивость таксономических признаков у штаммов *C. asymmetrica* на твердых питательных средах: Kuhl и Ёльманна. Для большинства штаммов оптимальной средой является среда Kuhl. На более бедной среда Ёльманна рост штаммов обычно затруден, но она может применяться для выделения чистой культуры хламидомонад.

Работа показала, что Ленинградская область нуждается в дальнейшем исследовании таксономически сложной группы хламидомонадовых водорослей. Для их идентификации необходим весь комплекс современных методов.

### **К экологии и географии *Nostoc commune* (Cyanoprokaryota)**

To the ecology and geography of *Nostoc commune* (Cyanoprokaryota)

Егорова И.Н., Шамбуева Г.С.

Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, Иркутск, Россия

egorova@sifibr.irk.ru

Изучается экология и география *Nostoc commune* Vaucher ex Bornet et Flachault в наземных местообитаниях ряда территорий Северной и Центральной Азии. Исследования проведены на территории Российской Федерации: в Республиках Саха, Бурятия, Хакасия, Алтай, Иркутской области, Забайкальском и Красноярском крае, – и Народной Республики Монголия: в аймаках Сэлэнгэ, Туве, Умнеговь. Вид наиболее типичен для степных, лесостепных и луговых растительных сообществ, развивается в условиях горной тайги (Егорова и др., 2014, и др.). Значения его биомассы в степных, лесостепных и луговых фитоценозах варьируют в пределах 0–5 г/м<sup>2</sup>, в антропогенно нарушенных местообитаниях биомасса ностока достигает 37 г/ м<sup>2</sup>. Получены первые данные по содержанию общего азота в слоевищах ностока из степи Забайкалья (2,7 % от сухого веса). В ряде наземных местообитаний северо-востока Центрально-Азиатского региона выявлена нетипичная форма вида, которая, на наш взгляд, может быть отнесена к *N. commune* f. *crispatum* Elenkin. Эта форма зарегистрирована в степях на юге Бурятии, юго-восточного Алтая и севера Монголии. По совокупности признаков обнаруженный материал наиболее соответствует таковому из юго-восточного Алтая (Еленкин, 1938). Нами проведены исследования на территории Республики Алтай в районе Богутинских озер (Кош-Агачский район). Материал отсюда сборов 1929 г. частично явился основой для описания формы вида (Еленкин, 1938). Обнаружено обильное развитие слоевищ ностока в прибрежной зоне в понижениях, заполненных водой, и на сырой почве. Местами проективное покрытие ностока достигает 100% на 0,5 м<sup>2</sup>.

Исследования выполняются при финансовой поддержке РФФИ, проекты №№ 14-44-04105-Сибирь\_а, 15-04-06346-а, а также в рамках гос. задания 52.1.10 от 2015 г.

**Кинетика роста микроводорослей на питательной среде с органическим субстратом**

Growth kinetics of microalgae in nutrient media with the organic substrate

Жондарева Я.Д., Тренкеншу Р.П.

Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН, Севастополь, Россия

janochka-kerch@yandex.ru

Универсальным методом культивирования всех низших фототрофов является их рост на минеральных питательных средах в контролируемых условиях. Однако такие среды не всегда отвечают требованиям для достижения высокой продуктивности культуры, например, недостаток биогенных элементов может лимитировать рост микроводорослей. Такой лимит можно компенсировать путем перехода на миксотрофный тип питания, внося в среду биогенные элементы органического происхождения.

Цель работы заключалась в том, чтобы оценить влияние различных органических источников на рост и продуктивность *Phaeodactylum tricorutum* и *Arthrospira platensis*. В ходе эксперимента снимались накопительные кривые роста микроводорослей и вычисляли основные кинетические параметры (продуктивность и удельную скорость роста клеток).

В первом случае дополнительное внесение глюкозы и глицерина в среду способствовало продолжению роста после наступления стационарной фазы и увеличению продуктивности культуры почти в 2 раза.

При культивировании спирулины в качестве ростового стимулятора использовали сточные воды кролеферм разной продолжительности брожения в анаэробных условиях. Экспериментально установлено, что использование 21-дневной вытяжки способствует продуктивности и плотности культуры, практически идентичных последних при выращивании на стандартной среде Заррук.

Таким образом, установлена целесообразность применения органических субстратов, так как такой подход к культивированию микроводорослей позволит решить не только задачу, связанную с увеличением продуктивности культур, но и проблему утилизации сельскохозяйственных отходов.

**Чешуйчатые золотистые водоросли Украинского Полесья**

The silica-scaled chrysophytes of the Ukrainian Polessie

Капустин Д.А.<sup>1</sup>, Гусев Е.С.<sup>1</sup>, Лилицкая Г.Г.<sup>2</sup><sup>1</sup> Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, Борок, Россия<sup>2</sup> Институт ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины, Киев, Украина

phycology@mail.ru

Золотистые водоросли остаются одной из наименее изученных групп на территории Украины. Чешуйчатые хризифиты, систематика которых построена главным образом на ультраструктуре чешуек, до настоящего времени изучались в Украине, как это ни парадоксально, только с применением световой микроскопии. По данным Т.В. Догадиной и О.С. Горбулина (Dogadina, Gorbulin, 2006), во флоре Украины известно около 50 таксонов чешуйчатых золотистых водорослей, однако, лишь для 15 из них известна ультраструктура чешуек, а все остальные таксоны являются сомнительными (Kristiansen, Preisig, 2007).

Нами исследованы с применением электронного микроскопа пробы из разных частей Украинского Полесья. Всего идентифицировано 44 таксона чешуйчатых золотистых водорослей, принадлежащих к родам: *Chrysosphaerella* (3), *Clathromonas* (1), *Paraphysomonas* (2), *Spiniferomonas* (2), *Mallomonas* (27) и *Synura* (9). Среди них только семь видов ранее регистрировались в водоемах Полесья, а 21 таксон (*Chrysosphaerella coronacircumspina*, *Clathromonas takahashii*, *Spiniferomonas bourrellyi*, *S. cf. trioralis*, *Mallomonas annulata*, *M. asmundiae*, *M. calceolus*, *M. canina*, *M. corcontica*, *M. costata*, *M. crassisquama*, *M. cratis*, *M. heterospina*, *M. mangofera* var. *foveata*, *M. paludosa*, *M. pillula* f. *valdiviana*, *M. pugio*, *M. rasilis*, *M. schwemmleri*, *M. striata* и *Synura curtispina*) являются новыми для Украины. Один вид – *Synura korshikovii*, описан как новый для науки (Kapustin, Gusev, 2015) и два неидентифицированных вида рода *Mallomonas* также, вероятно, являются новыми видами для науки.

**Фитопланктон как индикатор современного состояния экосистемы оз. Восьмерка (Самарская область)**

Phytoplankton as an indicator of the current state of Vos'myorka Lake ecosystem (Samara Region)

Кривина Е.С.

Институт экологии Волжского бассейна РАН, Тольятти, Россия

pepelisa@yandex.ru

Каскад Васильевских озер расположен на северо-восточной границе г. Тольятти. Современный вид каскада был сформирован под влиянием заполнения Куйбышевского водохранилища в 1950-1960-е гг. На озера оказывают влияние поселения (с. Васильевка, дачные массивы) и техногенные водоемы (отстойники и очистные сооружения).

Исследования озер впервые проводились сотрудниками ИЭВБ РАН в 1980-х–1990-х гг. В 2013 г. изучение фитопланктона данных водоемов было возобновлено. Пробы отбирались по стандартным методикам в период с

июня по октябрь, в т. ч. в озере Восьмерка, расположенном в южной части цепи. Длина водоема 700 м, объем - 395 000 м<sup>3</sup>, площадь - 12,88 га, максимальная глубина - 8,0 м, средняя - 3,1 м.

По совокупности таксономических показателей альгофлора оз. Восьмерка и в 1991 г., и 2013 г. характеризовалась как зелено-диатомово-синезеленая. Было отмечено увеличение значимости таксонов водорослей, предпочитающих высокотрофные воды. Изменение флористических коэффициентов, увеличение доли монотипических родов и видов в 2013 г. свидетельствовало об «ужесточении» условий существования.

Эколого-географический анализ показал, что по отношению к месту обитания преобладали планктонные формы, по распространению - космополиты, по отношению к солёности среды - индифференты, к pH - алкалифилы. По числу видов преобладали виды-индикаторы низкой степени сапробности, но массового развития достигали виды-индикаторы средней и высокой степени загрязнения.

По средневегетационным показателям количественного развития наблюдалось увеличение класса трофности: от эвтрофно-гипертрофного в 1991 г. до гиперэвтрофного в 2013 г., вкуче с упрощением структуры доминирующего комплекса водорослей и усилением роли нитчатых безгетероцистных форм водорослей, относимыми ранее к роду *Oscillatoria*, что может свидетельствовать о развитии так называемой «осцилляториевой болезни». Также отмечалось снижение видового разнообразия и уменьшение выравненности сообщества.

### **Морфология, таксономическое положение и распространение родов диатомовых водорослей *Ochigma* и *Khursevichia* из озера Байкал**

Morphology, taxonomic position and distribution of diatoms *Ochigma* and *Khursevichia* from Baikal Lake

Куликовский М.С., Кузнецова И.В.

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, Борок, Россия

*max-kulikovsky@yandex.ru*

В работе рассматривается морфология родов диатомовых водорослей *Ochigma* и *Khursevichia*. Эти роды были описаны из озера Байкал. Предложено включить эти роды в порядок *Symbellales* и семейство *Symbellaceae*. Обсуждается значение различных качественных морфологических признаков для систематики диатомовых водорослей на родовом уровне. Показано, что симметрия не является признаком для отнесения родовых таксонов к тем или иным более крупным категориям. Важным является строение шва, его дистальных концов и строение порового аппарата. Показано, что поровый аппарат у представителей рода *Khursevichia* представлен текстулом. Поровый аппарат в роде *Ochigma* устроен сложнее, с внутренней стороны это текстулом, а с наружной представлен фориколой. Род *Ochigma* к настоящему времени включает три вида, которые обнаружены только в озере Байкал. Род *Khursevichia* не является таксоном, ограниченным в своем распространении только озером Байкал. В позапрошлом столетии был описан *Navicula jentzschii*, переведенный нами в род *Khursevichia* из ископаемых осадков в Европе.

Работа поддержана грантами РФФИ 14-04-01406-а и Грантом Президента МК-1128.2014.4.

### **Общая характеристика фитопланктона оз. Яицкого (Самарская область) в сентябре 2014 года**

Phytoplankton of Yaitskoe Lake (Samara Region) in September 2014

Малышева А.А.<sup>1</sup>, Кривина Е.С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Средне-Волжское бассейновое управление по рыболовству и сохранению водных биологических ресурсов, Самара, Россия

<sup>2</sup> Институт экологии Волжского бассейна РАН, Тольятти, Россия  
*pepelisa@yandex.ru*

Озеро Яицкое представляет собой малый водоем урбанизированного ландшафта, относящийся к группе Яицких озер, озёр-стариц левобережной поймы реки Самары.

Озеро Яицкое с восточной стороны граничит с Новокуйбышевским шоссе, в летний период испытывает мощное антропогенное воздействие со стороны отдыхающих. Наибольшая ширина 0,55 км, площадь - 17 га, глубина озера - 2,5 м. Дно сильно заилено. Берега пологие, обильно заросшие макрофитами. Исследования проводились в начале сентября 2014 года по стандартным гидробиологическим методикам.

В процессе исследования в пелагической части водоема в общей сложности было зарегистрировано 112 видов, разновидностей и форм водорослей. Наибольший вклад в формирование видового богатства вносили зеленые, диатомовые и синезеленые водоросли. Эколого-географический анализ показал, что в зависимости от распространения преобладали виды космополиты (97% от общего количества видов, для которых известно их распространение), от мест обитания - планктонные формы (56%), заметна доля планктонно-бентосных (13%) и бентосных форм (18%), от солёности - виды-индифференты (79%), от pH среды - виды алкалифилы (55%). Среди видов-индикаторов сапробности было выявлено 63 таксона рангом ниже рода. Среди них к видам показателям низкой степени сапробности относилось 46%, средней - 33%, высокой 20%, но при этом в массе развивались виды, предпочитающие умеренно грязные или загрязненные воды.

Показатели количественного развития фитопланктона были высоки (ср. численность - 224 млн кл./л, ср. биомасса - 8,94 мг/л). Основной вклад в формирование численности вносили сине-зеленые водоросли, в формирование биомассы - диатомовые и криптофиты. Согласно классификации Трифионовой (1990), уровень

цветения – интенсивный, уровень трофности – высокоэвтрофный. Результаты сапробиологического анализа позволили отнести водоем к  $\beta$ -мезосапробным водоемам, с III классом качества вод.

### Морфологическая изменчивость диатомовых водорослей из рода *Hantzschia* в наземных и водных экосистемах

Morphological variability of diatoms from genus *Hantzschia* in terrestrial and aquatic ecosystems

Мальцев Е.И.<sup>1</sup>, Куликовский М.С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Мелитопольский государственный педагогический университет им. Б. Хмельницкого, Мелитополь, Украина

<sup>2</sup> Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, Борок, Россия

mz\_@ukr.net, max-kulikovsky@yandex.ru

Актуальность изучения морфологической изменчивости диатомовых водорослей связана с неодинаковой ценностью отдельных диагностических признаков, что особенно важно для отличия криптических и псевдокриптических видов от космополитных. Исследования проводили для 10 штаммов *Hantzschia amphioxys* (Ehrenb.) Grunow, выделенных из почвенных и пресноводных местообитаний (Украина, Россия) и 3 пресноводных штаммов *H. voigtii* Gandhi (Вьетнам). Изучение изменчивости морфологических признаков проводили на основе измерений и подсчетов основных структурных элементов створки: длины, ширины, числа штрихов и фибул (в 10 мкм). Изменчивость оценивали с помощью коэффициента вариации.

Установлено, что для всех изученных штаммов при возрастании длины створки наблюдается закономерное увеличение ее ширины, а увеличение объема клетки сопровождается уменьшением ее перфорированности. Сопоставление изменчивости морфологических признаков в исследованной выборке на основе расположения среднего значения коэффициента вариации в порядке его увеличения, позволяет составить следующий ряд усиления вариабельности структур панциря штаммов *H. amphioxys*: длина створки – число штрихов в 10 мкм – ширина створки – число фибул в 10 мкм. При этом для штаммов *H. voigtii* данный ряд несколько отличается: число штрихов – длина створки – ширина створки – число фибул.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 15-34-50127-мол-нр.

### Водоросли и цианобактерии почв, испытывающих влияние газовоздушных выбросов комбината Печенганикель (г. Никель, Мурманская область)

Algae and cyanobacteria of soils influenced by gas emissions from the Pechenganikel Plant (Nikel, Murmansk Region)

Редькина В.В.

Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН, Апатиты, Россия

kalmykova@inep.ksc.ru

Горно-металлургический комбинат «Печенганикель» расположен в северо-западной части Кольского полуострова у границы с Норвегией в городе Заполярный и поселке Никель. Основными загрязняющими веществами, содержащимися в выбросах, являются соединения серы и тяжелые цветные металлы. Целью работы явилось изучение цианобактериально-водорослевых ценозов почв по градиенту загрязнения в юго-западном направлении от комбината. Общая протяженность градиента – 50 км.

В исследованных почвах обнаружено 45 видов водорослей и цианобактерий, относящихся к 4 отделам, 8 классам, 14 порядкам, 29 семействам. По числу видов преобладали водоросли из отдела Chlorophyta (*Chlorophyceae* – 17 видов, *Trebouxiophyceae* – 13). Виды с высокой частотой встречаемости: *Pseudococcomyxa simplex* (Mainx) Fott, *Stichococcus bacillaris* Nägeli, *Borodinellopsis oleifera* Schwarz, *Neocystis* sp., *Interfilum terricola* (J.B.Petersen) Mikhailyuk, Sluiman, Massalski, Mudimu, Demchenko, Friedl & Kondratyuk, *Klebsormidium flaccidum* (Kützing) P.C.Silva, K.R.Mattox & W.H.Blackwell, *Chlamydomonas* spp., *Nostoc* spp. Наибольшее видовое разнообразие характерно для зон сильного (до 3 км от источника) и среднего (до 16 км) загрязнения – 27 и 29 видов соответственно. Устойчивыми к загрязнению оказались желтозеленые водоросли *Botrydiopsis cf. eriensis* Snow, *Heterococcus* sp., *Xanthonema exile* (Klebs) P.C.Silva, цианобактерии *Leptolyngbya cf. foveolara* (Gomont) Anagnostidis & Komárek, *Aphanocapsa* sp., а также диатомовая водоросль *Eunotia* sp., встреченная вблизи комбината.

### Таксономический и географический анализ флоры цианопрокариот водных объектов национального парка «Валдайский» (Новгородская область)

The taxonomic and geographic analysis of flora of cyanoprokaryotes from waterbodies of National Park «Valdaiskiy» (Novgorod region)

Смирнова С.В.

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

ssmirnova@binran.ru

Летом 2012 и 2013 гг. было обследовано 139 водных объектов (79 озер, 8 прудов, 11 эфемерных водоёмов, 10 рек, 12 ручьёв, 4 родника, 15 низинных и сфагновых болот) парка, расположенных на территории национального парка «Валдайский».

Всего в водоёмах и болотах парка обнаружено 250 видов и 5 внутривидовых таксонов цианопрокариот, принадлежащих к трём подклассам, представленным практически в равной степени (*Oscillatoriophyceae* – 80 видов, *Synechococcophycidae* – 99 видов, *Nostocophycidae* – 71 вид и 5 внутривидовых таксонов), 6 порядкам, 28 семействам и 66 родам. 72% видовой списка (180 видов) оказалось новым для флоры Новгородской области, 37 видов впервые отмечено для России. Наиболее разнообразно представлены семейства *Leptolyngbyaceae*, *Oscillatoriaceae*, *Nostocaceae*, *Merismopediaceae*; роды *Leptolyngbya* Anagnostidis et Komárek, *Phormidium* Kützing ex Gomont, *Cylindrospermum* Kützing ex Bornet et Flahault, *Pseudanabaena* Lauterborn, *Oscillatoria* Vaucher ex Gomont, *Dolichospermum* (Ralfs ex Bornet et Flahault) Wacklin, Hoffmann et Komárek и *Calothrix* Agardh ex Bornet et Flahault. К маловидовым таксонам (содержащим по 1-3 таксона рангом ниже рода) можно отнести 41 род (62 %), 20 родов (33 %) представлены только одним видом. Среднее число видов в семействе 9.10, среднее число родов в семействе 2.35 и среднее число видов в роде 3.86.

По географическому распространению преобладают космополиты – (36% от видовой списка), ещё 14 % предположительно являются космополитами, кроме того: голарктических, бореально-тропических и бореальных видов – по 9 %; аркто-бореальных и голарктическо-палеотропических – по 3 %; голарктическо-тропических, голарктическо-австралийских и голарктическо-неотропических –1 %; голарктическо-новозеландских, бореально-монтанных и бореально-альпийских – по 0.5 %. В водных объектах парка встречено 30 редких для мировой флоры видов (13 %), для которых ещё недостаточно данных, чтобы судить об их географическом распространении.

### Видовой состав конъюгат (*Conjugatophyceae*) южной части Среднего Урала

Species composition of *Conjugatophyceae* in southern part of Middle Urals

Шахматов А.С.

Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

shahmatov1992@mail.ru

Настоящее исследование проводилось в период с 2013 по 2015 год на ряде водотоков – реки Боевка, Сысерть, Чусовая и зарастающих водоёмов – озёра Боевское, Большое Ямское, Теняк, Травяное, Чаечье болото, Черкаскуль, Щелкунское, расположенных на юго-западе Свердловской – севере Челябинской областей.

В результате проведённых исследований обнаружено 118 видовых и внутривидовых таксонов представителей изучаемого класса, принадлежащих к 2 порядкам, 6 семействам, 18 родам.

Анализ таксономической структуры выявленной флоры показал, что большая часть обнаруженных водорослей, а именно 109 видов, разновидностей и форм (92,4% от общего числа), относится к порядку *Desmidiiales* в котором наибольшим разнообразием отличаются роды *Cosmarium* – 31 и *Closterium* – 23, за которыми следуют *Staurastrum* – 19, *Euastrum* – 8, *Micrasterias* – 8, *Stauroidesmus* – 6, *Xanthidium* – 4, *Desmidium* – 2, *Pleurotaenium* – 3, *Actinotaenium* – 1, *Gonatozygon* – 1, *Hyalotheca* – 1, *Penium* – 1, *Raphidiastrum* – 1. Значительно меньшим видовым богатством обладает порядок *Zygnematales*, содержащий 9 таксонов (7,6% от общего числа), при этом до вида, разновидности и формы определены только 4 представителя рода *Spirogyra* и 2 представителя рода *Netrium*.

Некоторые виды демонстрируют довольно широкое распространение, встречаясь более чем в половине обследованных водных объектов: *Closterium ehrenbergii* Menegh., *Closterium moniliferum* (Bory) Ehrenb., *Cosmarium punctulatum* Bréb. var. *punctulatum*, *Hyalotheca dissiliens* Bréb., *Pleurotaenium trabecula* (Ehrenb.) Näg.

Из редких видов отмечен *Cosmarium striolatum* (Näg.) Arch., обнаруженный в озерах Боевское и Черкаскуль.

#### IV. АНАТОМИЯ И МОРФОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

##### Структурно-функциональная характеристика C4 растений Structure and functional characteristics of C4 plants

Вознесенская Е.В.

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия  
voznensenskaya@binran.ru

Целью процесса фотосинтеза у всех растений является фиксация CO<sub>2</sub> в органические соединения с помощью фермента Рубиско. Однако в условиях повышенных температур, засухи или засоленности почв этот процесс замедляется из-за снижения концентрации CO<sub>2</sub>. В ответ на эти ограничения некоторые растения выработали механизм концентрации CO<sub>2</sub> вокруг Рубиско через C4 цикл, при котором требуется пространственное разделение фиксации атмосферной CO<sub>2</sub> в C4 кислоты и передачи CO<sub>2</sub> путем декарбоксилирования C4 кислот на Рубиско. К настоящему времени C4 растения найдены в 19 семействах наземных растений, с наибольшим числом видов среди злаков, осок и маревых. Методами молекулярной филогении показано, что C4 фотосинтез возник среди наземных растений независимо более 60 раз, при этом почти все отдельные структурные типы отражают независимое происхождение данной ветви в соответствующем таксоне. Долгое время после открытия C4 фотосинтеза у наземных растений его существование неразрывно связывалось с наличием у них специфического строения ассимилирующих органов, так называемой Кранц-анатомии, при которой две ступени C4 фотосинтеза (фиксация углекислоты на ФЕПК и передача ее в цикл Кальвина) осуществляются в двух разных типах клеток хлоренхимы (клетках палисадной паренхимы и клетках хлоренхимной обкладки) с соответствующим распределением ферментов между клетками. На настоящий момент выделено 25 основных структурных типов Кранц-анатомии (9 типов у злаков, 4 – у осок и 12 – у двудольных растений), основные различия между которыми заключаются в расположении двух характерных слоев клеток хлоренхимы по отношению к проводящим пучкам и другим тканям листа. Кроме того, среди C4 растений имеются три биохимических подтипа, различающихся основными декарбоксилирующими ферментами в клетках обкладки (НАДФ-МЭ, НАД-МЭ и ФЕПК-К).

Кроме хорошо известных C4 видов с Кранц-типом анатомии, в семействе *Chenopodiaceae* в начале 21 века были обнаружены виды с уникальной структурой, в которых C4 фотосинтез протекает в пределах одной клетки хлоренхимы путем формирования двух пространственно разделенных доменов. У первого вида два структурных и биохимических домена развиваются в противоположных концах удлиненной клетки хлоренхимы, тогда как у видов другого типа один структурный домен представлен периферической цитоплазмой, а второй – сферическим цитоплазматическим образованием в центре вакуоли, содержащим многочисленные хлоропласты и митохондрии. В одноклеточном варианте существует строгое разделение ферментов между двумя цитоплазматическими компартментами в пределах одной клетки, тогда как у видов с Кранц-анатомией разделение биохимических функций осуществляется между двумя типами клеток.

При всем структурном многообразии у C4 растений существуют только три ультраструктурных подтипа, различающихся по степени развития гран в хлоропластах кранц-клеток и клеток палисадного мезофилла, а также по структуре митохондрий в клетках обкладки. Структурные различия четко коррелируют с принадлежностью видов к трем биохимическим подгруппам C4 растений и могут служить диагностическим признаком. У видов НАДФ-МЭ подтипа наблюдается редукция гран в хлоропластах кранц-клеток при нормальном развитии гран в хлоропластах мезофилла, тогда как у НАД-МЭ подтипа, наоборот, редукция гран наблюдается в хлоропластах мезофилла при интенсивном развитии гран в хлоропластах кранц-клеток. Последний подтип также характеризуется наличием в клетках обкладки крупных специализированных митохондрий. У злаков найден еще третий биохимический подтип, с ФЭПК-киназой в качестве основного декарбоксилирующего фермента, и у видов этой группы степень развития гран в хлоропластах обоих типов клеток хлоренхимы практически одинакова. Поскольку виды с одноклеточным вариантом C4 фотосинтеза принадлежат к НАД-МЭ типу, то у них наблюдается диморфизм хлоропластов, характерный для данного биохимического подтипа, с концентрацией специфических митохондрий в части клетки, аналогичной клеткам обкладки.

В целом C4 фотосинтез является удивительным механизмом, позволяющим растениям адаптироваться к условиям пустынь и полупустынь. C4 растения отличаются более высокой интенсивностью фотосинтеза и эффективностью использования воды, а следовательно могут давать более высокие урожаи. Всестороннее изучение растений с C4 фотосинтезом позволит расширить наши представления о возможных путях становления структурного и биохимического разнообразия типов фотосинтеза в тесной взаимосвязи с экологическими условиями произрастания, приближая нас к пониманию того, как эволюционирует C4 путь, как он регулируется, формируется и как им можно манипулировать.

##### Морфобиологические особенности видов рода *Prunella* на Среднем и Южном Урале Morphological and biological features of the species of the genus *Prunella* in the Middle and South Urals

Болотник Е.В.

Ботанический сад Уральского отделения РАН Екатеринбург, Россия  
LizaVB@yandex.ru

Одна из ключевых задач при оценке адаптационных возможностей живых организмов – исследование характера проявления их морфобиологических признаков. Интересны закономерности, полученные для близкородственных видов, а также вариабельность признаков на пределе распространения видов.

Цель настоящего исследования – определение характера воздействия экологических факторов на вариабельность морфологических признаков у *Prunella vulgaris* L. и *Prunella grandiflora* (L.) Scholler на территории Среднего и Южного Урала. Проведено сравнительное морфологическое описание особей указанных видов по 18 количественным признакам в разнотипных растительных сообществах. Метрические данные подвергнуты статистическому описанию и математической обработке.

Максимальная вариабельность для обоих видов отмечается по следующим параметрам: высота побега, площадь листа, длина соцветия; консервативными признаками оказались: количество узлов побега, средняя ширина основания зубчика листа, ширина соцветия у обоих видов. Наибольшая экологическая пластичность у *P. vulgaris* и *P. grandiflora* проявляется на уровне листа. Достоверно доказано, что растения *P. vulgaris* и *P. grandiflora* из лесных ценопопуляций имеют более длинные побеги, более крупные листья и соцветия, более толстые стебли по сравнению с растениями, взятыми из других местообитаний. В отличие от близкородственного вида, у *P. vulgaris* по параметрам средних стеблевых листьев хорошо дифференцируются растения, собранные из 2-х типов лесов: березовых и хвойных, чего нельзя сказать о соцветиях. У *P. grandiflora* по листьям отличимы экземпляры, собранные на лугах и в лесных фитоценозах. На основе полученных данных нельзя утверждать существование у изученных видов экотипов на Среднем и Южном Урале, однако с уверенностью можно говорить о развитии отдельных адаптивных признаков групп особей в связи с приспособлением к существованию в конкретных растительных сообществах.

### Фитохимическое исследование растений рода *Gentiana*: *G. macrophylla*, *G. decumbens*, *G. algida*

Phytochemical research of plants of the genus *Gentiana*: *G. macrophylla*, *G. decumbens*, *G. algida*

Боровик Т.С.<sup>1,2</sup>, Прибыткова Л.Н.<sup>2</sup>, Ревушкин А.С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Томский государственный университет, Томск, Россия

<sup>2</sup> Сибирский государственный медицинский университет, Томск, Россия

tamaraborovik11@mail.ru, pln56@mail.ru

Проведено химическое и анатомическое исследование некоторых видов рода *Gentiana*: *G. macrophylla* Pall., *G. decumbens* L., *G. algida* Pall., собранных на территории Республики Алтай.

Хроматографическими методами (БХ, ТСХ, ВЭЖХ) в надземной части идентифицированы фенолкарбоновые кислоты – *n*-кумаровая, галловая, кофейная и хлорогеновая кислоты; флавоноиды: апигенин, лютеолин; ксантон – мангиферин.

Количественное определение флавоноидов, фенолокислот и  $\gamma$ -пионовых соединений проводили спектрофотометрическим методом. Концентрацию флавоноидов определяли в пересчете на лютеолин, метод основан на реакции комплексообразования с алюминия хлоридом; фенолокислот определяли в пересчете на хлорогеновую кислоту. Процентное содержание  $\gamma$ -пионовых соединений считали по мангиферину, предварительно проводили очистку на колонке, заполненной полиамидным сорбентом. Результаты количественного содержания в процентах фенолокислот *G. algida* – 3,61, *G. macrophylla* – 2,47, *G. decumbens* – 3,85; флавоноидов: 1,77; 0,88; 0,84;  $\gamma$ -пионовых соединений: 0,71; 1,26; 0,84, соответственно.

Микроскопический анализ осуществляли на современном микроскопе (Carl Zeiss Axio Lab. A1). Исследовали эпидерму листа видов рода *Gentiana*. У всех видов клетки нижней и верхней стороны сильно извилистые, выявлен аномоцитный тип устьичного аппарата. Установлено, что виды различаются по количеству устьиц и эпидермальных клеток на 1 мм<sup>2</sup>, показателям устьичных индексов ( $U_n$ ).

### Морфологические особенности пыльцевых зерен некоторых гибридов фиалок

Morphological features of pollen grains of hybrids from the genus *Viola*

Горнов Д.А.<sup>1</sup>, Гаврилова О.А.<sup>2</sup>, Брицкий Д.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

gornovdaniil@gmail.com

У представителей фиалок широко распространен гетероморфизм пыльцы — наличие у одного растения пыльцевых зерен с разным количеством апертур (от 2 до 6). Основной апертурный тип пыльцы у видов секции *Melanium* 4-бороздно-оровый, для представителей других секций характерны 3-бороздно-оровые пыльцевые зерна. Наряду с типичными встречаются отклоняющиеся формы пыльцевых зерен. Наибольшее число палиногетероморфных видов (до 80 %) обнаружено в секции *Melanium*. Есть мнение, что разнообразие форм пыльцы у растения свидетельствуют о его гибридном происхождении. С помощью светового микроскопа исследованы пыльцевые зерна 3 гибридов и 5 родительских видов из секции *Melanium*, 3 гибридов и 4 родительских видов из секции *Viola*. Материал получен в гербарии БИН РАН, гибриды определены по морфологическим признакам монографом рода В. В. Никитиным. Два гибрида из секции *Melanium* (*V. oreades* x *V. orthoceras*, *V. saxatilis* x *V. oreades*) не показали разнообразие отклоняющихся форм пыльцевых зерен, у них 95% - 4-бороздно-оровых зерен, также как и у родительских видов, а у гибрида *V. arvensis* x *V. tricolor* обнаружено только 10 % нормальных 4 бороздно-оровых зерен, а 90% мятых, сплюснутых, с измененной структурой экзины, часто

3-бороздных зерен. В секции *Viola* у гибридов *V. accrescens* x *V. canina*, *V. canina* x *V. mauritii* обнаружено 50 и 60 % отклоняющихся форм пыльцы, среди них встречаются разноразмерные, мятые, 2-4-6-бороздно-оровые формы, зерна с измененной структурой экзины. У гибрида *V. canina* L. x *V. reichenbachiana* изучено 2 образца. В первом образце выявлено 95 % нормальных 3-бороздно-оровых зерен, в другом же образце почти все зерна мятые, сплюснутые, из них 40% отклоняющиеся по апертурному типу 2- или 4-6-бороздно-оровые. Дана характеристика пыльцы гибридных форм в сравнении с родительскими видами, обсуждается возможность подтверждения гибридного происхождения растений на основании морфологии пыльцы. В настоящее время начато молекулярно-генетическое исследование изученных нами образцов для подтверждения их таксономического статуса. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 15-04-06386).

### **Изучение декоративных особенностей побегов у различных видов *Crataegus*** The study of the decorative features of shoots in different species of *Crataegus*

Губина А. В.

Российский государственный аграрный университет им. К.А. Тимирязева, Москва, Россия  
leva.00@list.ru

Боярышник – зимостойкая, экологически устойчивая культура. Многие виды боярышника представляют интерес в качестве декоративных культур, которые целесообразно использовать для озеленения городов средней полосы России. В связи с этим изучение морфологических особенностей боярышников для оценки их декоративности нам представляется актуальным. Предмет нашего исследования: анализ декоративных признаков листьев, цветков, плодов, побегов у представителей разных видов рода *Crataegus*. В данной работе характеризуются декоративные особенности одно- и двухлетних побегов 17-ти видов *Crataegus* из коллекции ГБС им. Цицина г. Москвы. Методы исследования: морфологическое и фенологическое наблюдение.

При описании побегов фиксировались важные для оценки декоративности признаки: окраска побегов, чечевичек, почечных чешуй; изменение окраски; наличие шипов, их длина и форма и др. Так, окраска однолетних побегов: коричневая (*C. nigra* Waldst. et Kit., *C. × lavellei* Henriq ex Lav.), красно-коричневая (*C. maximoviczii* С.К. Schneid., *C. crus-galli* L., *C. macracantha* Lodd., *C. prunifolia* Poir.), темно-коричневая (*C. faxonii* Sarg.), коричневая или серо-коричневая (*C. horrida* Medic.), коричнево-красная (*C. douglasii* Lindl.). У двухлетних побегов всех изучаемых видов окраска меняется. Окраска чечевичек: белая, серая, светло-серая, коричневая, светло-коричневая, черная; меняется у 14 из 17 видов. Окраска почечных чешуй: красная, темно-красная, коричневая; меняется у 8 видов из 17-ти. Колючки: немногочисленные, длиной до 3-х см (*C. maximoviczii*, *C. nigra*, *C. douglasii*), у других видов многочисленные, у видов *C. crus-galli* и *C. macracantha* – самые длинные (более 10 см).

Изучение морфологических особенностей боярышников, в т.ч. побегов, является основой для разработки шкалы оценки декоративности различных видов и сортов боярышников.

### **Структурная организация побегов разных жизненных форм *Scutellaria supina*** Structural organization of shoots of different life forms *Scutellaria supina*

Гусева А.А.

Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск, Россия  
guseva.sc@list.ru

*Scutellaria supina* L. относится к семейству *Lamiaceae*. Ареал вида – евроазиатский, распространен в степном, горностепном, редко в высокогорном поясах, произрастает в настоящих и луговых степях и их петрофитных вариантах, на каменистых и щебнистых склонах и скалах.

Изучение онтоморфогенеза особей *S. supina* показало, что в различных эколого-ценотических условиях у вида формируется 2 полудревесные жизненные формы (полукустарничек и полукустарник) и 2 травянистые жизненные формы (стержнекорневой и длиннокорневищно-стержнекорневой травянистый поликарпик). Каждая жизненная форма приурочена к определенным условиям обитания: полукустарничек – к петрофитным вариантам настоящих богаторазнотравных степей, полукустарник – к достаточно увлажненным закустаренным ложбинам в поясе богато-разнотравных настоящих степей, стержнекорневой травянистый поликарпик – к луговым степям, длиннокорневищно-стержнекорневой травянистый поликарпик к остепненным лугам.

У *S. supina* адаптация к условиям произрастания и формирование разных биоморф происходила в результате изменения типа побегов, их структурно-функциональной организации, цикличности и положения зоны возобновления относительно субстрата. Первичное преобразование побега происходило на базе ортотропного моноциклического удлиненного генеративного побега полукустарничкового типа. В его структуре выделяется 4 структурно-функциональные зоны: нижняя зона торможения (НЗТ), зона возобновления (ЗВ), средняя зона торможения (СЗТ) и зона главного соцветия (ГС). Преобразование этого побега шло в двух направлениях. Первое направление, связанное с изменением длины метамеров, появлением новых структурно-функциональных зон, привело к формированию жизненной формы полукустарника. Второе направление, связанное с погружением почек

возобновления в субстрат и изменением цикличности побегов с моноциклического на дициклический привело к формированию травянистых биоморф.

### Изменения анатомических структур *Pinus sylvestris* при загрязнении окружающей среды Changes of anatomical structures of *Pinus sylvestris* under environment pollution

Егорова Н.Н.

Уфимский институт биологии РАН, Уфа, Россия  
natalja.eg2010@yandex.ru

Цель работы – провести анализ изменений анатомического строения хвои *Pinus sylvestris* L. в условиях загрязнения Стерлитамакского промышленного центра (СПЦ). На пробной площади, расположенной в г. Стерлитамак с 10 деревьев *P. sylvestris* 40-50-летнего возраста были отобраны пробы по схеме: 100 шт. хвои 1, 2 и 3 года (г) жизни со средней части кроны. В качестве контроля по аналогичной методике был собран материал на Уфимском плато (УП), расположенном на значительном удалении от промышленных предприятий (50 км).

Оценка относительного жизненного состояния сосновых насаждений СПЦ - 47,6%, на УП - 78,6%.

Выявлены изменения толщины следующих структур (приведены верхнее-нижнее/среднее значения  $\pm$  станд. ошибка средней, мкм): верхний эпидермис – 1,75-1,94/1,82 $\pm$ 0,11 (1г), 1,79-2,36/2,01 $\pm$ 0,06 (2г), 1,90-2,10/2,0 $\pm$ 0,08 (3г); верхняя гиподерма – 1,33-1,81/1,60 $\pm$ 0,08 (1г), 1,68-1,79/1,78 $\pm$ 0,07 (2г), 1,72-1,93/1,82 $\pm$ 0,06 (3г); верхняя складчатая паренхима – 4,35-9,92/7,28 $\pm$ 0,93 (1г), 6,65-11,03/8,9 $\pm$ 0,67 (2г), 7,37-14,39/10,71 $\pm$ 0,65 (3г); верхняя эндодерма – 1,12-2,06/1,7 $\pm$ 0,07 (1г), 1,88-2,52/2,15 $\pm$ 0,18 (2г), 1,87-2,27/2,12 $\pm$ 0,07 (3г); верхняя трансфузионная паренхима – 6,93-13,44/9,63 $\pm$ 0,58 (1г), 9,94-12,98/11,33 $\pm$ 0,74 (2г), 9,98-16,97/14,0 $\pm$ 0,82 (3г); нижняя трансфузионная паренхима – 4,92-7,00/6,21 $\pm$ 0,33 (1г), 5,85-6,6/6,18 $\pm$ 0,6 (2г), 5,19-9,80/7,51 $\pm$ 0,68 (3г); нижняя эндодерма – 1,47-1,97/1,76 $\pm$ 0,23 (1г), 1,96-2,09/2,03 $\pm$ 0,05 (2г), 1,78-2,21/1,98 $\pm$ 0,21 (3г); нижняя складчатая паренхима – 6,05-14,28/11,0 $\pm$ 0,38 (1г), 9,47-15,75/12,09 $\pm$ 0,95 (2г), 9,84-17,50/13,62 $\pm$ 0,70 (3г); нижняя гиподерма – 1,47-1,81/1,65 $\pm$ 0,1 (1г), 1,71-1,89/1,78 $\pm$ 0,73 (2г), 1,71-1,96/1,84 $\pm$ 0,03 (3г); нижний эпидермис – 1,60-1,89/1,77 $\pm$ 0,13 (1г), 1,79-2,00/1,92 $\pm$ 0,11 (2г), 1,85-2,05/1,94 $\pm$ 0,06 (3г). Также определялась толщина хвои, склеренхимы, ксилемы и флоэмы. Показано, что в условиях загрязнения происходит увеличение толщины тканей хвои сосны 1г, 2г, 3г за счет развития мезофилла и покровных тканей по сравнению с контролем. Отмечается появление воскового налёта на поверхности хвои, а также увеличение межклеточного пространства в мезофилле.

### Особенности строения стебля ячменя с различным числом метамеров Features of the structure of a stalk of barley with different numbers of metamers

Камынина Н.А.

Кемеровский государственный университет, Кемерово, Россия  
Ptichka072@bk.ru

Анализ строения растений с различным числом междоузлий позволяет провести визуальный отбор образцов или элитных растений с комплексом ценных сельскохозяйственных признаков. Кроме того решается вопрос о сопоставимости данных, полученных при анализе растений с различным числом метамеров.

Цель исследований: определить особенности строения и продуктивности растений с различным числом междоузлий.

Объект исследования – яровой плёнчатый двурядный ячмень (сорт Сибиряк).

Объем выборки составляет 100 растений. У каждого экземпляра измеряли длину всех междоузлий, изучали строение пятого междоузлия. Определяли число зерен с растения, число зерен с колоса. Полученные данные обработали с помощью программы «Statistica 5.5».

У исследуемого образца формируется в среднем 4,7 междоузлий префлоральной зоны, в популяции выделены две группы растений: первая — с 8, вторая - с 9 междоузлиями главного стебля.

Сравниваемые формы не отличаются по длине первого, второго и третьего базальных междоузлий, длине стебля, отдельным анатомическим признакам (число пучков в склеренхиме, площадь полости) и элементам зерновой продуктивности.

У растений первой группы базальная зона — длиннее, а префлоральная, наоборот, короче, чем у экземпляров с 9 метамерами. Для последних характерна более высокая выраженность признаков, характеризующих строение стенки соломины и площадь поперечного сечения стебля.

У форм с большим числом междоузлий формируется более вытянутая средняя часть префлоральной зоны за счет увеличения числа метамеров, укороченных по сравнению с растениями с 8 метамерами. Разрастание данного участка стебля сопровождалось уменьшением длины первого префлорального междоузлия, поэтому общая длина стебля у разных форм одинакова.

Максимальное влияние фактор «число междоузлий» оказал на длину второго и третьего префлоральных междоузлий.

Оптимальная выраженность признаков, характеризующих строение соломины характерна для растений с 9 метамерами. Сравнение строения стебля необходимо проводить у растений ячменя с одинаковым числом междоузлий.

**Особенности организации вегетативной сферы растений-паразитов**

Features of the vegetative organization of parasitic plants

Киселева О.А.

Ботанический сад Уральского отделения РАН, Екатеринбург, Россия

*kiselevaolga@inbox.ru*

К проблеме специализации паразитических растений обращались неоднократно: тема является ключевой для понимания закономерностей паразитогенеза у растений. Ввиду разнообразия проявления способов паразитизма среди цветковых растений, их широкого распространения и неоднородности в филогенетическом плане остается немало пробелов в знаниях о структурной организации вегетативной сферы данной группы. Перед нами стояла цель исследования особенностей структурных преобразований вегетативной сферы гемипаразитических представителей семейства норичниковые (*Scrophulariaceae*) в связи с их приспособлением к питанию за счет других растений. Объектами исследования стали виды однолетних гемипаразитических норичниковых: *Melampyrum cristatum* L., *M. pratense* L., *Rhinanthus aestivalis* Schischk. et Serg., *Euphrasia brevipila* Burn. et Gremli, *Odontites vulgaris* Moench. Проведена сравнительная характеристика строения листьев, стеблей, корней модельных видов с разными уровнями специализации к паразитическому образу жизни; выявлены черты организации вегетативной сферы, отличающие группу однолетних гемипаразитических норичниковых; рассмотрено значение характерных структурных признаков видов в связи с паразитизмом; уточнены механизмы морфогенетических преобразований вегетативной сферы гемипаразитических норичниковых. Структурная специализация вегетативных органов однолетних гемипаразитических норичниковых выражается в развитии характерного комплекса черт анатомического строения растений, связанных с приспособлением к питанию за счет ресурсов растений-хозяев. У однолетних гемипаразитических норичниковых на уровне вегетативной сферы имеют место первичные и вторичные модусы морфогенетических преобразований (редукция, амплификация, оккупация). Различия между видами в связи с паразитизмом проявляются, главным образом, в особенностях организации проводящих тканей, их характеристики наиболее информативны для сравнения представителей и градуировки ранних этапов паразитизма у норичниковых.

**К морфологии пыльцы медоносных растений Армении: роды *Crataegus*, *Sorbus*, *Spiraea* (*Rosaceae*)**On the pollen morphology of Armenian honey plants: *Crataegus*, *Sorbus*, *Spiraea* (*Rosaceae*)

Мурадян А.Г., Айрапетян А.М., Элбакян А.А.

Институт ботаники НАН Республики Армения, Ереван, Армения

*alla.muradyan.1991@mail.ru*

Медоносные растения - группа растений, посещаемых пчёлами для сбора нектара и пыльцы. Из нектара пчёлы вырабатывают мёд, являющийся для них углеводной пищей, а пыльца служит белковым кормом. В каждом натуральном мёде в том или ином количестве содержатся пыльцевые зёрна, попадающие в мед вместе с нектаром.

Анализ литературных данных по медоносным растениям флоры Армении показал, что в пределах сем. *Rosaceae* отмечается около 10 родов, представители которых относятся к группе главных растений-медоносов, вырабатывающих большое количество нектара и пыльцы.

С помощью светового (СМ) и сканирующего электронного (СЭМ) микроскопов изучена морфология пыльцы 10 видов рода *Crataegus*, вида *Sorbus aucuparia* L. и 2 видов рода *Spiraea* (*S. crenata* L. и *S. hypericifolia* L.). Проведенные палинологические исследования подтверждают существующее ранее мнение о многообразии морфологических типов пыльцы видов рода *Crataegus*, что выразится в вариабельности формы и размеров, а в некоторых случаях также и апертурного типа (меридиально-3-бороздно-поровый или 3-бороздно-порово-орвидный) даже в пределах одного исследуемого образца. Для целого ряда видов нами отмечался также значительный процент полиморфной и деформированной пыльцы – от 30-40 % у *C. meyeri*, *C. rhipidophylla*, *C. x zangezura*, *C. orientalis*, и до 60-80% у *C. caucasica*, *C. x ulotricha* и *C. atrofusca*, указывая на их гибридогенное происхождение. Другим характерным признаком является наличие у пыльцы многих видов геникулула. Скульптура эскины перфорированно-струйчатая, перфорированно-складчато-струйчатая.

Пыльцевые зёрна видов *Sorbus aucuparia*, *Spiraea crenata* и *S. hypericifolia* меридиально-3(4)-бороздно-поровые, скульптура эскины перфорированно-струйчатая. Однако если у пыльцы *Sorbus aucuparia* отдельные элементы струйчатой скульптуры тонкие (до 0,15 мкм толщины), тесно сближенные, тянущиеся почти параллельно от полюса к полюсу, то у обоих видов рода *Spiraea* струи значительно короче и толще почти в 2 раза.

**Адаптация микориз лиственницы Сукачева к экстремальным лесорастительным условиям**Adaptation of *Larix sukaczewii* mycorrhizae to extreme forest vegetation conditions

Нуркаева М.Р., Зайцев Г.А.

Уфимский институт биологии РАН, Уфа, Россия

*nurkaeva.milyausha@yandex.ru, forestry@mail.ru*

Цель работы – изучение реакции эктомикориз лиственницы Сукачева на отвалах Кумертауского бурогольного разреза (КБР).

В результате проведения исследований установлено:

1. Относительное жизненное состояние лиственницы относится к категории «ослабленное» ( $L_v=79\%$ ).
2. На отвалах отмечается увеличение: общего радиуса окончания, радиуса корня входящего в состав эктомикоризы, толщины грибного чехла, количества микоризованных корней, общего радиуса микоризных окончаний на 17,2 мкм по сравнению с контролем. Общий диаметр корня –  $346,8 \pm 11,70$  мкм, в условиях контроля –  $278,2 \pm 7,647$  мкм.
3. На отвалах увеличивается количество корней с таниновыми клетками коры и корневых окончаний, утративших тургор и имеющих на срезе форму многолучевой звезды.
4. Преобладают эумицетные хальмофаговые эктомикоризы. Разнообразие микоризных чехлов больше по сравнению с контролем. Суммарная доля чехлов псевдопаренхиматического и бесструктурного типа выше по сравнению с контролем. Толщина всех типов чехлов на отвалах увеличивается. На отвалах повышается в 2 раза представленность псевдопаренхиматических и двойных чехлов (21%), которые в контроле присутствуют у 10% микориз. В контроле возрастает в 6 раз обилие плектенхиматических типов чехлов на 11%. Доля бесструктурных типов чехлов остается примерно равной (34-38%).

Выводы: Адаптация лиственницы к произрастанию в экстремальных лесорастительных условиях антропогенного характера (промышленные отвалы) проявляется в увеличении степени микоризации корневых систем, в снижении разнообразия форм образуемых грибных чехлов и их толщины.

### Анатомия корней некоторых северных растений-полупаразитов из семейства *Orobanchaceae*

Anatomy of the roots of some northern hemiparasites from family *Orobanchaceae*

Павленко Е.В., Петрова С.Е.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

*petrovasveta@list.ru*

Структурами, претерпевающими наибольшие изменения при переходе растений к корневому паразитизму, являются подземные органы. Традиционно исследователи основное внимание уделяют строению гаусторий – органов прикрепления к хозяину, при этом информация об анатомии самих корней у полупаразитов и паразитов в литературе малочисленна. Нами изучена микроструктура корней у 5 видов заразиховых (*Orobanchaceae*) севера – *Bartsia alpina*, *Castilleja lapponica*, *Pedicularis lapponica*, *P. sceptrum-carolinum*, *Rhinanthus minor*, для сравнения в качестве представителя автотрофов выбран *Scrophularia nodosa*. Несмотря на в общем сходную анатомию, корни полупаразитов отличаются рядом специфических черт. На всем протяжении жизни они сохраняют первичные поверхностные ткани – эпиблему и экзодерму. Именно эти ткани играют ключевую роль на начальных этапах образования гаусторий, так как их клетки способны вытягиваться в корневые волоски особого типа – служащие для обнаружения хозяина. Это клетки с густым темным содержимым, вступающие в деления, что говорит о некоторой смене их функций в сторону меристематических и позволяет находиться изученным видам в постоянном поиске подходящего хозяина. Способностью к активному делению и быстрому разрастанию отличаются также паренхимные клетки первичной коры. Изменения наблюдаются и в строении проводящих тканей, что выражается в некоторой редукции числа проводящих элементов флоэмы, а также накоплении крахмала в ксилеме; все эти особенности указывают на совершенно особый тип транспорта и депонирования веществ у растений-полупаразитов.

### Коровые бородавки в покровной ткани листьев и микофлора филлопланы представителей рода *Gnetum* (*Gnetaceae*)

The cork warts in leaf epidermis and phylloplane fungi of some representatives of the genus *Gnetum*

(*Gnetaceae*)

Пагода Я.О.

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

*ianinapagoda@gmail.com*

Представители рода *Gnetum* являются вечнозелеными растениями, которые произрастают во влажных тропических лесах. На поверхности листьев (филлоплане) в таких условиях активно поселяются эпифилльные организмы, в частности грибы. Заселению листьев отчасти мешает их гладкая поверхность и толстая кутикула. У долгоживущих листьев в процессе эволюции возникают и другие средства защиты, в частности коровые бородавки. Они обнаружены на поверхности пластинки и черешка листьев 12 видов рода *Gnetum*.

Формирование бородавок начинается с параллельных поверхности делений клеток на локальных участках эпидермы и лежащих под ней клеток мезофилла или коровой части черешка. В результате возникает слой плотно упакованных клеток, поднимающийся над поверхностью эпидермы. У *G. gnemon* и *G. montanum* были обнаружены накопления таннинов в клетках бородавок и суберинизация их оболочек, что является типичными чертами раневой пробки. Кроме того, имеет место утолщение наружной клеточной стенки (до 7-8 мкм), подстилающей основание коровой бородавки.

Из филлопланы *G. gnemon* и *G. montanum* выделено 16 видов микромицетов. Большинство из них ассоциировано с абаксиальной поверхностью пластинки листа. Доминирующий вид *Cladosporium cladosporioides*

известный как активный деструктор различных природных субстратов и возбудитель заболеваний растений, как и представители родов *Fusarium* и *Phoma*. Кроме этого, в филлоплане в большом количестве присутствуют грибы рода *Penicillium*, способные изменять рН среды, выделяя органические кислоты, снижая устойчивость покровов листа к внедрению патогенов, что рассматривается как один из основных факторов патогенности.

Таким образом, в филлоплане *G. gnemon* и *G. montanum* имеются грибы, негативно влияющие на целостность покровов листа и способные к паразитизму. Коровые бородавки в данном случае подобны заплаткам на поверхности долгоживущих листьев.

Работа выполнялась группой исследователей, в состав которой входят А.А. Паутов, Я.О. Пагода, Д.Ю. Власов, М.А. Зеленская.

### Изменение морфологии хвойных экотона альпийской лесотундры Кузнецкого Алатау под влиянием климата

Morphological reaction of Conifers of Kuznetsky Alatau alpine tundra ecotone under climate change

Петров И.А.

Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Красноярск, Россия

*petrovilsoran@gmail.com*

За последние десятилетия наблюдается увеличение прироста древесной растительности в экотоне альпийской лесотундры в горах Евразии и Северной Америки, коррелирующее с изменениями климата. В аналогичный период происходит продвижение древесной растительности по градиенту высоты, возрастание сомкнутости древостоев. Повышение температуры воздуха также индуцировало трансформацию стланиковых форм в вертикальные.

Исследования проводились в экотоне альпийской лесотундры гор Кузнецкого Алатау, пробные площади закладывались на высотах 1270-1370 м.н.у.м. Хвойные представлены кедром (*Pinus sibirica* Du Tour), пихтой (*Abies sibirica* Ledeb.) и лиственницей (*Larix sibirica* Ledeb.), включая т.н. «постстланики» (древесные растения, трансформированные из стланиковых форм в вертикальные). Для построения древесно-кольцевых хронологий было отобрано 57 образцов лиственницы, 20 образцов кедра и 32 образца пихты.

Анализ древесно-кольцевых рядов позволил определить ключевые факторы и время начала трансформации древесной растительности. Ранее других видов трансформация началась у лиственницы (около 1970 г.) и кедра (начало 1970х); начало трансформации стлаников пихты относится к 1980-м годам. Переход в вертикальные формы индуцировался уменьшением повреждения апикального прироста десикацией и снежной абразией. Установлено влияние на прирост лиственницы летних температур; прирост кедра и пихты определяется температурой, осадками, продолжительностью солнечного сияния. Для пихты установлена периодичность лимитирования радиального прироста зимними и летними температурами; в настоящее время наиболее сильная корреляция наблюдается с летними температурами ( $r=0.9$ ).

### Разнообразие типов онтогенеза у среднерусских зонтичных (*Umbelliferae*)

A diversity of ontogenesis types in *Umbelliferae* of Central Russia

Петрова С.Е.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

*petrovasveta@list.ru*

Виргинильный период онтогенеза является определяющим в становлении окончательной жизненной формы каждого конкретного растения. Признаки, возникшие в процессе исторического развития растений, но несвойственные современной экологической обстановке, легче проявляются именно на ранних этапах индивидуального развития. Для большинства многолетних поликарпических зонтичных отмечается следующий ход онтогенеза: проросток представлен стержнекорневой надземно двусемядольной моделью, ювенильное растение – стержнекорневой моноподиально розеточной, имматруное – стержнекорневой моноподиально розеточной с выраженным резидом, виргинильное – стержневой или стержне-придаточнокорневой короткокорневищной моноподиально розеточной. Различия между видами связаны в основном с ранним преобразованием подземной сферы: началом ветвления корневища, изменением положения подземных органов в пространстве (*Vupleurum aureum*), отмиранием главного корня (*Cicuta*, *Conioselinum*), заложением отбегов (длинных корневищ – *Aegopodium*, столонов – *Berula*), формированием почек на корнях (*Sium latifolium*). Наиболее ранние структурные изменения (на стадии всходов) отмечены у клубневых форм. У *Chaerophyllum bulbosum*, *Ch. prescottii* уже проросток представлен стержнекорневой гипокотильноклубневой надземно двусемядольной моделью с хорошо выраженной мультифункциональной семядольной трубкой. У *Sium sisaroides* всходы быстро образуют утолщенные придаточные корни на боковых почках, что способствует их отделению и переходу особей к оригинальному типу биоморфы вегетативного малолетника. Надземная система у преобладающего большинства видов (за исключением *Conioselinum*) на протяжении всего виргинильного периода сохраняет розеточную моноподиальную структуру. Отклонения в ходе онтогенеза от наиболее общей схемы являются свидетельством

отклонения в ходе адаптивной эволюции вида в изменившейся экологической обстановке, а также служат важными диагностическими признаками конкретного таксона на ранних этапах онтогенеза.

### Сравнительное микроскопическое исследование вегетативных органов представителей рода вероника (*Veronica*)

Comparative microscopic examination of vegetative organs of samples of the genus *Veronica*

Пляшник Н.В., Анцышкіна А.М.

Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М.Сеченова, Москва, Россия

*Nadyaplyashnik@mail.ru, allants@mail.ru*

Растения рода *Veronica* издавна применяются в народной медицине, что обусловлено наличием важных биологически активных соединений. В связи с этим, их изучение является актуальным. Предметом исследования стали виды, существенно морфологически и экологически отличные - вероника длиннолистная (*Veronica longifolia* L.), вероника дубравная (*Veronica chamaedrys* L.) и вероника лекарственная (*Veronica officinalis* L.).

Цель работы состояла в выявлении диагностических признаков путем сравнительного анатомического изучения вегетативных органов этих видов.

Исследование проводилось на фиксированных в этаноле вегетативных органах, собранных в период цветения, на микроскопе «Ломо Микмед-5» (увеличение 10×10; 10×40; 10×100). Микрореакции проводили по общепринятым методикам.

Результаты работы. Эпидерма стебля в дубравной имеет характерное опушение двумя рядами длинных многоклеточных волосков, расположенных напротив друг друга, стебель в лекарственной – густоопушенный а стебель в длиннолистной – с рассеянными трихомами. В лекарственной отличается более выраженной колленхимой и хлоренхимой. Среди клеток крахмалоносной эндодермы - склерифицированные клетки. Проводящая система – непучковая, открытого типа. Вторичная древесина хорошо развита, (около 60% ЦОЦ). Отличием в дубравной является отсутствие в паренхиме клеток с бурым содержимым, которые встречаются в стеблях других видов.

Эндодерма корневища с пятнами Каспари хорошо выражена у в. лекарственной и в дубравной. Проводящая система аналогична стеблю. У корневища в дубравной в ксилеме отмечена смена мелко- и крупнопросветных элементов, напоминающая годичные кольца. В первичной коре в лекарственной много клеток с бурым содержимым.

У в. длиннолистной эпидерма листа с одноклеточными кроющими и железистыми волосками с двуклеточной головкой. Проводящая система из 3 пучков: в центре — более крупный. Трихомы листа в дубравной и в лекарственной более разнообразны - простые одноклеточные и многоклеточные, с приподнятым основанием, железистые. У в дубравной замечены волоски с заостренной верхушкой. Проводящая система представлена центральным пучком с развитой ксилемой.

Выводы работы. Выявленные признаки могут быть использованы для диагностики перспективного в лекарственном отношении рода вероника. Целесообразно дальнейшее фитохимическое исследование вероник.

### Особенности анатомо-морфологического строения *Salvia stepposa* степной зоны Оренбургского Предуралья

Features of anatomical and morphological structure of *Salvia stepposa* in a steppe zone of the Orenburg Urals

Рябухина М.В.<sup>1</sup>, Гусев Н.Ф.<sup>1</sup>, Немершина О.Н.<sup>2</sup>, Рябина З.Н.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Оренбургский государственный аграрный университет, Оренбург, Россия

<sup>2</sup> Оренбургский государственный медицинский университет, Оренбург, Россия

<sup>3</sup> Оренбургский государственный педагогический университет, Оренбург, Россия

*Marija-rjabuhina@mail.ru*

Устойчивость растений к засушливому климату определяется рядом анатомо-морфологических, биохимических особенностей и эколого-фитоценотической стратегией.

Впервые для степной зоны Оренбургского Предуралья были изучены механизмы адаптивного морфогенеза *Salvia stepposa* Schost к условиям окружающей среды. Год проведения исследований был экстремально засушливым и жарким: выпадение осадков было незначительным, дневная температура длительное время отмечалась выше 25°C, поднимаясь до 38°C, относительная влажность воздуха падала до 7-9%. Полевые эксперименты включали два варианта опыта: типчаково-ковыльные степи и пойменные луга.

Лист *Salvia stepposa* имеет типичное дорсовентральное строение с четко выраженное делением на палисадную и губчатую паренхиму. Покровная ткань листа – эпидерма, состоит из плотно сомкнутых клеток прямоугольной формы и вытянутых в тангентальном направлении. Клетки эпидермы верхней стороны листа крупные, до 30 мкм, толщиной до 15 мкм в тангентальном направлении. Устьица эпидермиса располагаются на верхней и нижней стороне листа. Устьица верхней стороны листа менее крупные, их количество равно 100-150 на 1 мм<sup>2</sup>, устьица нижней стороны листа более крупные, их количество в сравнении с верхней частью листа увеличено в 1,5-2 раза. Количество устьиц зависит от биотопа: так в пойменных лугах листовая пластина менее опушенная,

количество устьиц увеличивается в 2-2,5 раза. На эпидерме листа имеется толстостенная кутикула и значительное количество волосков разнообразного строения.

Развитие палисадной ткани свыше 50% от общей толщины листа, что характерно для растений, имеющих ксероморфную структуру.

В листьях шалфея степного обнаружены значительные вместилища слизи, выполняющих в растении роль резерва углеводов, воды и защитного биополимера.

Максимальные значения виталитета растений отмечены в варианте пойменных лугов, причем значения как виталитета, так и морфологической целостности растений в этом варианте опыта близки. Минимальный виталитет имели растения в варианте типчаково-ковыльной степи. Онтогенетическая стратегия изученного вида в двух вариантах опыта защитно-стрессовая, обусловлена схожими климатическими особенностями района исследования. В варианте опыта типчаково-ковыльной степи были отмечены уменьшение уровня средней детерминированности признаков морфологической структуры в 1.5 раза.

При нарастании стресса – засушливости климата, высокие температуры воздуха и отсутствие осадков, одновременно происходит снижение размерных параметров, изменяется габитус, увеличивается количество выростов на листовой пластине, снижается количество устьиц, увеличивается число вместилищ локализации слизи и их объем. Адаптивная реакция на стресс менее выражена у растений пойменных лугов.

### **Преобразование кроны в онтогенезе у *Quercus robur* в различных условиях освещения** Ontogenetic crown transformation in *Quercus robur* in different light conditions

Стаменов М.Н.

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пушкино, Россия  
*mshv-eiksb@inbox.ru*

*Quercus robur* L. является эдификатором зоны широколиственных лесов. Пути развития кроны в ходе онтогенеза у данного вида описаны недостаточно. Целью работы являлось выделение основных типов строения кроны и описание их динамики в ходе онтогенеза.

Исследования проводили в различных световых условиях в заповеднике «Калужские засеки», в южной части Московской области и в лесопарковых насаждениях Москвы: на зарастающих лугах и в разреженных парках, в сосняках и березняках различной сомкнутости. Описано свыше 150 особей от ювенильного до средневозрастного генеративного онтогенетического состояния. С учетом характера нарастания ствола, интенсивности ветвления, геометрии скелетных ветвей и разнообразия типов двухлетних побеговых систем выделены периоды роста особи, установлено их соответствие онтогенетическим состояниям.

Во всех типах сообществ ювенильному состоянию соответствует неветвящийся период роста.

На открытых пространствах особь проходит период роста с плагиотропными слабо развитыми ветвями в младшем иматурном состоянии, который в старшем иматурном состоянии сменяется образованием ярусов дугообразных ветвей из псевдомутовок и продолжается в генеративном периоде онтогенеза.

В разреженных лесах и на опушках иматурному состоянию соответствует период с неустойчивым ветвлением и зачастую симподиальным нарастанием, начиная с виргинильного состояния образуются одиночные наклонные либо плагиотропные ветви, составляющие впоследствии основу взрослой кроны.

В сомкнутых лесах в иматурном состоянии особи отчетливо дифференцируются по жизненности. У особей нормальной жизненности образуются плагиотропные ветви со слабо ветвящимися ДПС, в ходе онтогенеза особь развивает этажированную крону из преимущественно плагиотропных ветвей. Плотность ветвей на стволе является наиболее вариабельной характеристикой. У особей пониженной жизненности нарастание преимущественно симподиальное, с образованием многочисленных осей замещения, что определяет псевдодихотомическую конструкцию ствола и кроны в целом.

### **Внутренняя структура коры *Actinidia arguta*** Internal structure of bark of the *Actinidia arguta*

Цырендоржиева О.Ж.

Сахалинский государственный университет, Южно-Сахалинск, Россия  
*olga.zhunduevna@gmail.com*

На территории РФ наибольшее количество видов лиан произрастает на Дальнем Востоке – 26 (по данным Усенко, 1984). Род Актинидия (*Actinidia*) включает около 30 видов, обитающих большей частью в Восточной Азии. На территории РФ обитает 5 и все на Дальнем Востоке. *Actinidia arguta* Planch. ex Mig. – самая крупная из актинидий поднимается в крону до 25 м, достигая в диаметре 15-18 см. Стебель – беспучковый, формируется на основе прокамбиальных пучков. Топография тканей на поперечном срезе типичная для древесных растений. Уже в 1-летнем стебле развита перидерма.

Общая ширина коры однолетних стеблей у *A. острой* составляет 600–700 мкм. Эпидерма однослойная, кутикула развита слабо, трихом и устьиц не обнаружено. Перидерма формируется спустя 4–5 недель после начала роста стебля. В 1-летнем стебле ее ширина достигает 250 мкм, а в 2–3-летнем возрасте – 300 мкм. Число слоев

феллемы в 1-летнем стебле составляет 6–7. Феллема гомогенная, тонкостенная. Число клеток в радиальном ряду не более 20, причем клетки сильно деформируются. Феллодерма в составе перидермы отсутствует.

Паренхима первичной коры сложена плотно, содержит хлоропласты, крахмальные зерна, слизевые идиобласты и рафиды. Механическое кольцо сплошное, гомогенное, состоит только из волокон перициклического происхождения.

Вторичная флоэма дифференцирована на проводящую и непроводящую зоны. Ширина первой составляет 150–180 мкм. Состоит из ситовидных трубок, горизонтальной и аксиальной паренхимы, слизевых идиобластов, а в составе ее формируются флоэмные волокна.

В проводящей флоэме формируются слизевые клетки. Диаметр их 50–60 мкм, длина 200–250 мкм, расположены диффузно. Некоторые содержат многочисленные рафиды.

Стебли лианы, плотно прилегая к стволу дерева-хозяина, испытывают с его стороны давление, поэтому со стороны дерева-хозяина ширина коры в 1,5 раза меньше, чем с противоположной, но объясняется это не разным количеством элементов в радиальном ряду годичного слоя, а большей их деформацией со стороны дерева. Ситовидные трубки сохраняют нормальные размеры в первые 5–6 лет, затем сильно деформируются. С этой стороны в 1,5–2 раза больше лучей и идиобластов с рафидами.

### **Сравнение мерности цветков у разных популяций *Schefflera subintegra* (Araliaceae)**

A comparative study of floral merism in different populations of *Schefflera subintegra* (Araliaceae)

Чалкина В.С.

Российский государственный аграрный университет им. К.А. Тимирязева, Москва, Россия

*valeria.chalkina@gmail.com*

Род *Schefflera* – крупнейший в семействе *Araliaceae*. Он включает более 300 видов, распространенных в тропических регионах мира. Часто границы видов и подвидов *Schefflera* определить бывает затруднительно. Один из таких проблемных таксонов – широко распространенный азиатский вид *Schefflera subintegra* s.l., для которого характерны полимерные цветки. Для данного вида известна значительная вариабельность мерности цветка и некоторых других морфологических признаков, в связи с чем актуален вопрос о необходимости выделения каких-либо групп родства внутри этого вида.

Объектом исследования были две популяции *Schefflera subintegra*, естественно произрастающие в лесах Вьетнама и Таиланда. Нами произведен подсчет мерности андроеца и гинецея цветков из разных соцветий обеих популяций на поперечных срезах при помощи стереоскопического микроскопа. Мерность чашечки и венчика у этого вида определить принципиально невозможно вследствие потери индивидуальности чашелистиков и лепестков при образовании калиптры. Выборка составила 100 цветков из каждой популяции. Результаты исследований были обработаны статистически, с построением графиков зависимости.

Средняя мерность андроеца в цветках вьетнамской популяции составляет 30,67 (min 25, max 42), в цветках таиландской популяции 34,37 (min 27, max 42). Средняя мерность гинецея в цветках составляет 25,79 (min 20, max 34) и 27,46 (min 21, max 33) для вьетнамской и таиландской популяций соответственно.

На основании полученных результатов можно заключить, что мерность андроеца и гинецея внутри вида в разных популяциях сильно варьирует. Кроме того, популяции имеют достоверные отличия друг от друга по этим признакам, что подтверждается сравнением частотных диаграмм и примененными статистическими критериями. Вьетнамская популяция характеризуется существенно более высокой мерностью цветка, чем таиландская. Наши данные поддерживают идею о том, что вид *Schefflera subintegra* может быть разбит на более мелкие таксоны.

### **Вариабельность числа и расположения брактеол у *Schefflera actinophylla* (Araliaceae) в связи с вопросом их морфологической природы**

Variability of the number and position of bracteoles in *Schefflera actinophylla* (Araliaceae) with reference to their nature and morphology

Шишатская Е.А., Лучникова М.Д.

Российский государственный аграрный университет им. К.А. Тимирязева, Москва, Россия

*shishatskaya2016@yandex.ru, atomickohl@live.com*

Азиатская группа видов рода *Schefflera* – одна из наиболее разнообразных по строению цветка среди *Araliaceae*. Особенностью вида *Schefflera actinophylla* является наличие трех прицветных филломов, называемых брактеолами. Такое число брактеол нетипично как для рода *Schefflera*, так и для покрытосеменных в целом. С другой стороны, вопрос о природе данных структур у этого вида не решен однозначно.

Целью работы было выяснить природу прицветных филломов у *S. actinophylla* и установить наличие корреляции между мерностью цветка, типом и числом прицветных листьев. Для этого были изучены соцветия, собранные с культивируемых в ботанических садах растений.

Нами была подсчитана мерность андроеца и гинецея, а также установлено число брактеей и брактеол и их взаимное расположение и положение по отношению к оси соцветия, что отражено в виде диаграмм. Выборка составила более 250 цветков.

Выделено 13 вариантов числа и расположения прицветных структур. Для каждого типа выявлена встречаемость (1- 56 раз), а также размах мерности андроцея (10-14 во всей выборке в целом) и гинецея (8-13). Наиболее часто встречающийся тип диаграммы – с одной брактеей и тремя брактеолами, расположенными в 2 круга. Наиболее часто встречающаяся мерность гинецея (для всех типов расположения прицветных филломов) – 11, причем как для типичных цветков (с тремя брактеолами и одной брактеей), так и для таковых с пятью прицветными филломами, нетипичным для *S. actinophylla*. У цветков с тремя филломами гинецей почти всегда из 10 плодolistиков. Корреляция между числом филломов и мерностью цветка свидетельствует о том, что при развитии цветка число заложившихся элементов, возможно, влияет на процесс заложения прицветных филломов. Последние в таком случае более корректно рассматривать в составе цветка в качестве его внешнего круга.

Полученные результаты позволяют в ряде случаев трактовать прицветные филломы у *S. actinophylla* как листочки подчашия, однако для подтверждения данной гипотезы нужны дальнейшие исследования.

## V. КЛЕТОЧНАЯ И МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ И МЕТАБОЛИЗМ РАСТЕНИЙ И ГРИБОВ

### Супрамолекулярная организация тилакоидной мембраны

Supramolecular organization of the thylakoid membrane

Войцеховская О.В.

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

ovoitse@binran.ru

Фотосинтетический аппарат непрерывно подвергается перестройкам, которые позволяют оптимизировать баланс поглощения энергии света и ее утилизации в фотосинтезе. Однако, состав и структура пигмент-белковых комплексов фотосинтетического аппарата постоянны, а изменяется их число и соотношение в мембранах тилакоидов. Это влияет на макрохарактеристики тилакоидной мембраны.

Тилакоидная мембрана хлоропластов высших растений - одна из наиболее сложных и динамичных живых систем. У высших растений хлоропласты содержат граны. Их образованию способствуют электростатические и ван-дер-Ваальсовы взаимодействия, а также термодинамические и стерические ограничения; эти же силы определяют явление латеральной гетерогенности тилакоидных мембран. Экспериментально показано, что в образовании гран участвуют также энтропийные эффекты, так как упаковка мембран в граны высвобождает дополнительный стромальный объем для свободной диффузии молекул.

Все больше данных указывают на важность характера упаковки белковых комплексов в гранальной мембране для оптимизации фотосинтеза. Плотность упаковки в мембране влияет на латеральную подвижность как самих белковых комплексов, так и небольших молекул (ксантофиллы, пластохиноны). Диффузия в тилакоидной мембране описывается теорией перколяции и зависит от концентрации интегральных белков: при определенной концентрации молекула остается «уловленной» в некотором «домене», за пределы которого она не может выйти. Для тилакоидной мембраны пороговой величиной является 60 % - 70 % покрытия площади ее поверхности белками, при условии, что белковые комплексы неподвижны. Именно такая величина (60 – 80 %) была определена экспериментально для гранальных мембран. Измерения скорости диффузии белковых комплексов в тилакоидных мембранах гран шпината *in vivo* показали, что 75 % белковых комплексов неподвижны в течение нескольких минут. Таким образом, существование *in vivo* «доменов», ограничивающих диффузию, весьма вероятно. Мы рассмотрим, каким образом размер и упаковка белковых комплексов влияют на процессы фотосинтеза и репарации пигмент-белковых комплексов.

Работа поддержана грантом РФ (№14-16-00120).

### Зарождение новой меристемы: инициация бокового корня

The birth of a new meristem: lateral root initiation

Демченко К.Н., Ильина Е.Л., Кирюшкин А.С.

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

demchenko@binran.ru

Высшие растения обладают развитой корневой системой, которая удерживает растение в почве и осуществляет поглощение воды и растворимых минеральных веществ. У *Arabidopsis*, как и у большинства двудольных, боковые корни закладываются эндогенно в перицикле и выходят на поверхность за зоной растяжения материнского корня [1,2]. Такой тип образования бокового корня характерен также для злаковых (*Poaceae*). Однако, имеется отдельная группа растений, у которых образование примордиев боковых корней происходит непосредственно в апикальной меристеме главного корня. Такой тип закладки боковых корней характерен для видов из семейств тыквенные (*Cucurbitaceae*) и гречишные (*Polygonaceae*), а также водных растений [3-5]. У этих видов отмечено раннее и быстрое ветвление главного корня за счёт закладки примордиев первых боковых корней в эмбриогенезе [4]. В апикальной меристеме корня инициальные клетки рядов пролиферируют, отделяя дочерние клетки, которые постоянно отодвигаются от кончика корня [6-8].

Фитогормон ауксин играет важную роль в контроле развития бокового корня. Семейство ингибиторов пути передачи ауксинового сигнала Aux/IAA подавляет работу группы транскрипционных факторов, которые называются факторами ответа на ауксин (ARF, auxin response factors). ARF запускают транскрипцию ауксин-чувствительных генов. Ауксин регулирует морфогенетические процессы через быстрое изменение уровня Aux/IAA в ходе развития. Ауксин связывается с F-боксом рецепторного белка TIR1, который входит в SCFTIR1-убиквитин-лигазный комплекс. При связывании с ауксином комплекс SCFTIR1 атакует белки Aux/IAA, что приводит к их протеолитической деградации и высвобождению транскрипционных факторов ARF [9]. Регуляция различных ростовых процессов осуществляется посредством специфического взаимодействия между сопряжённо экспрессирующимися белками ARF и IAA [10].

Наиболее важным в изучении морфогенеза корневой системы остается вопрос о том, какой генетический фактор или их группа определяют программу развития клеток-основательниц бокового корня и регулирует пространственное распределение примордиев вдоль продольной оси корня. Клеточный ответ на ауксин

осциллирует в базальной части меристемы корня с интервалами в 15 ч между пиками активности ауксин-чувствительного промотора [11]. Считается, что именно эта осцилляция является механизмом, определяющим разметку инициальных клеток примордия бокового корня.

У *Arabidopsis* одной из мишеней действия ауксинов в клетках-основательницах бокового корня является транскрипционный фактор GATA23 [12]. GATA23, выявленный у в результате мета-анализа транскриптомных баз данных на предмет инициации бокового корня, является наиболее ранним из всех индикаторов развития бокового корня [12,13]. Экспрессия GATA23 в клетках перидикла на ксилемном полюсе предваряет их первое асимметричное деление. Для RNAi растений с подавлением экспрессии GATA23 характерно уменьшение числа примордиев бокового корня, как вышедших из материнского корня, так и остановившихся в развитии на более ранних стадиях. Сверхэкспрессия GATA23 приводит к повышению частоты образования эктопических примордиев, а, следовательно, к увеличению числа клеток-основательниц бокового корня. AUX/IAA28-зависимый сигнальный механизм регулирует экспрессию GATA23 в базальной части меристемы, определяя тем самым детерминацию клеток-основательниц непосредственно перед инициацией бокового корня [2,12,14-16]

Совсем недавно было показано, что ауксин, образующийся в корневом чехлике из его предшественника, индол-3-масляной кислоты, модулирует амплитуду осцилляции этого гормона в корне. Такая осцилляция, в свою очередь, определяет, будет ли создана зона компетентности образования бокового корня (так называемого предварительного ветвления корня) или нет. Более того, исследования транскриптома *Arabidopsis* позволили идентифицировать новый, регулируемый индол-3-масляной кислотой, компонент разметки корня, такой как MAKР4 (MEMBRANE-ASSOCIATED KINASE REGULATOR4). Он превращает клетки, компетентные к образованию боковых корней, в непосредственно инициальные клетки будущего примордия бокового корня. Таким образом, пространственно-временная разметка корня определяется превращением индол-3-масляной кислоты в ауксин в чехлике и последующим запуском MAKР4 [17].

Контроль активности клеточного цикла является ключевым для асимметричных делений клеток перидикла, которые в будущем дадут начало примордию бокового корня [18-23]. Для реализации программы инициации бокового корня, клетки перидикла у *Arabidopsis* и других видов, у которых формирование примордиев происходит выше зоны растяжения, должны выйти из клеточного цикла в G1 фазе в конце меристемы [24]. Однако, перед асимметричным делением они должны быть готовы к возобновлению пролиферации [24]. Предполагается, что для определения компетентности клеток перидикла к продолжению пролиферации важен ген ALF4 (ABERRANT LATERAL ROOT FORMATION 4), кодирующий мало изученный белок с ядерной локализацией. Кроме того, у мутантов *alf4* нарушен процесс инициации бокового корня [18,20,25]. Предполагают ауксин-независимую регуляцию ALF4.

Переход клеток на ксилемном полюсе перидикла из стадии G1 в стадию S (возобновление пролиферации) и последующее их деление стимулируется ауксином. Эти клетки возобновляют продвижение по митотическому циклу, когда достигают зоны инициации боковых корней [24,26]. Следовательно, гены-переключатели, активирующие митотический цикл, не способны запустить процесс инициации бокового корня [21].

Белок *Arabidopsis* SKP2A (S-Phase Kinase-Associated Protein 2A) является F-box белком, который регулирует протеолиз транскрипционных факторов, регулирующих митотический цикл. Ауксин запускает убиквитин-зависимую деградацию белка SKP2A, напрямую связываясь с этим белком. SKP2A стимулирует деградацию E2FC/DPB или индуцирует пролиферацию клеток меристемы корня. Ауксин связывается с рецептором TIR1 для облегчения взаимодействия этого белка с его мишенями – белками семейства Aux/IAA. Также ауксин усиливает взаимодействие между SKP2A and DPB. Таким образом, SKP2A – это ауксин-связывающий белок, который согласовывает передачу ауксинового сигнала с пролиферацией клеток [27].

Известно, что у *Arabidopsis* ауксин запускает процесс спецификации клеток перидикла, которые в будущем дадут начало примордию бокового корня, а также процесс активации митотического цикла в клетках перидикла на ксилемном полюсе. Транскрипционный фактор E2F стимулирует переход к асимметричным клеточным делениям в процессе инициации бокового корня ([22,28]. Экспрессия *E2Fa* регулируется димером транскрипционных факторов LBD18–LBD33, который, в свою очередь, регулируется передачей ауксинового сигнала [28]. LBD18/LBD33 является связующим звеном для образования бокового корня путём активации транскрипции E2Fa, тогда как экспрессия *E2Fa* под контролем промотора гена *LBD18* не зависит от присутствия фактора LBD18. Таким образом, запуск транскрипции *E2Fa* с помощью транскрипционных факторов LBD является общим механизмом ауксин-зависимой активации митотического цикла [28].

Представленные в докладе данные показывают основные генетические процессы определения компетенции клеток перидикла и запуска процесса образования примордия бокового корня у *Arabidopsis*. В докладе также обсуждаются процессы образования примордиев боковых корней и у тех растений, у которых инициации бокового корня происходит непосредственно в апикальной части меристемы родительского корня в окружении активно пролиферирующих клеток.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (14-04-01413-а).

#### Литература:

1. Malamy, J. E. et al. *Development*. (1997). 124, 33-44.
2. Yadav, S. R. et al. *Current Biology*. (2010). 20, R843-R845.
3. Гуляев, В. А. *Ботанический Журнал*. (1964). 49, 1482-1485.
4. Дубровский, И. Г. *Ботанический Журнал*. (1987). 72, 171-176.
5. Demchenko, K. N. et al. in *Recent advances of plant root structure and function*. (2001). 39-47.
6. Dolan, L. et al. *Development*. (1993). 119, 71-84.
7. Demchenko, N. P. *Tsitologia*. (1984). 26, 382-391.

8. Иванов, В. Б., 1974).
9. Mockaitis, K. et al. *Annual Review of Cell and Developmental Biology*. (2008). 24, 55-80.
10. Hamann, T. et al. *Genes Dev.* (2002). 16, 1610-1615.
11. De Smet, I. et al. *Development*. (2007). 134, 681-690.
12. De Rybel, B. et al. *Current Biology*. (2010). 20, 1697-1706.
13. Parizot, B. et al. *Plant Physiol.* (2010). 153, 34-40.
14. Rogg, L. E. et al. *The Plant Cell*. (2001). 13, 465-480.
15. Brady, S. M. et al. *Science*. (2007). 318, 801-806.
16. Kajala, K. et al. *Annals of Botany*. (2014).
17. Xuan, W. et al. *Current Biology*. (2015). 25, 1381-1388.
18. Beeckman, T. et al. *J.Exp.Bot.* (2001). 52, 403-411.
19. Himanen, K. et al. *Plant Cell*. (2002). 14, 2339-2351.
20. DiDonato, R. J. et al. *The Plant Journal*. (2004). 37, 340-353.
21. Vanneste, S. et al. *Plant Cell*. (2005). 17, 3035-3050.
22. De Smet, I. et al. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. (2010). 107, 2705-2710.
23. Sanz, L. et al. *Plant Cell*. (2011). 23, 1-20.
24. Demchenko, N. P. et al. *Russian Journal of Plant Physiology*. (2001). 48, 755-763.
25. Dubrovsky, J. G. et al. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. (2008). 105, 8790-8794.
26. Casimiro, I. et al. *Trends in Plant Science*. (2003). 8, 165-171.
27. Jurado, S. et al. *The Plant Cell*. (2010). 22, 3891-3904.
28. Berckmans, B. et al. *Plant Cell*. (2011). 23, 3671-3683.

### **Транскриптомика азотфиксирующих клубеньков гороха посевного (*Pisum sativum*)**

Transcriptomics of nitrogen-fixing nodules in pea (*Pisum sativum*)

Жуков В.А., Жернаков А.И., Кулаева О.А., Борисов А.Ю., Тихонович И.А.

Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии РАН, Санкт-Петербург, Россия

zhukoff01@yahoo.com

Азотфиксирующий симбиоз, образуемый бобовыми растениями, является примером очень специфичных симбиотических взаимоотношений, в ходе которых наблюдается тесная генетическая и метаболическая интеграция партнеров. На корнях растений формируются специализированные органы (клубеньки), которые заселяются симбиотическими бактериями, фиксирующими атмосферный азот. Этот процесс протекает под строгим контролем со стороны растения.

Горох посевной (*P. sativum* L.), являющийся ценной сельскохозяйственной культурой, обладает сложноорганизованным геномом, секвенирование которого пока не осуществлено. Однако, технологии секвенирования следующего поколения (Next-generation sequencing, NGS) предоставляют возможность изучения тотальной экспрессии генов даже у видов с недостаточной информацией о геномной организации. Использование РНК-секвенирования для тотального анализа экспрессии генов позволяет изучить генетические основы азотфиксирующего симбиоза у гороха.

В данной работе были исследованы транскрипционные профили симбиотических клубеньков серии мутантов гороха с нарушениями последовательных стадий развития клубеньков при помощи секвенирования транскриптома на приборе Illumina HiSeq2000 с использованием технологии MACE (MASSive Analysis of cDNA Ends). Технология состоит в секвенировании небольшого фрагмента, соответствующего каждой молекуле мРНК, и является более чувствительной, чем обычное РНК-секвенирование. Профили дифференциальной экспрессии были проанализированы в комбинациях «дикий тип - мутант», а также в сравнении некоторых мутантов друг с другом. В результате были идентифицированы биологические процессы, нарушенные у различных мутантов, что проясняет детальную роль симбиотических генов, затронутых мутациями, в развитии и функционировании клубеньков. Работа поддержана грантами РФФИ (14-24-00135) и РФИИ (13-04-01702, 14-04-01442).

### **Клеточные механизмы развития симбиотических клубеньков бобовых растений**

Cellular mechanisms of development of symbiotic nodules in legumes

Цыганов В.Е.

Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии РАН, Санкт-Петербург, Россия

tsyganov@arriam.spb.ru

Бобовые растения обладают уникальной способностью вступать в симбиоз не только с эндомикоризными грибами, как большинство наземных растений, но и с клубеньковыми бактериями – ризобиями. В результате развития симбиотических взаимоотношений на корнях бобовых растений формируется специализированный орган – симбиотический клубенек. Симбиотический клубенек является уникальной экологической нишей для ризобий, в которой поддерживаются микроаэрофильные условия, необходимые для предотвращения ингибирования кислородом нитрогеназы – основного фермента азотфиксации. Очевидно, что формирование нового органа требует активации процессов дедифференцировки и дифференцировки. Действительно, при формировании недетерминированных клубеньков с меристемой, функционирующей на протяжении длительного времени, клеточные деления активируются в перичикле и клетках внутренней коры корня, а при формировании

детерминированных клубеньков – в наружных слоях коры. Параллельно с активацией клеточных делений и формирования клубенькового примордия развивается инфекционный процесс. Наблюдаются деформации и скручивания корневых волосков, а в дальнейшем рост инфекционных нитей – специализированных тубулярных структур, посредством которых ризобии проникают сначала вглубь корневого волоска, а в дальнейшем и вглубь корня. В результате рост инфекционной нити сопровождается формированием инфекционных капель – специализированных структур, окруженных в отличие от инфекционной нити лишь плазматической мембраной, из которых ризобии высвобождаются в цитоплазму растительной клетки, оставаясь при этом окруженными симбиосомной мембраной растительного происхождения, но с включениями ризобияльных белков. После высвобождения бактерии, которые называются теперь бактериоиды, активно делятся и заполняют клетку, которая, в свою очередь эндоредуплицируется, при этом число бактериоидов может достигать нескольких тысяч. Молодые бактериоиды претерпевают дифференцировку, в результате чего значительно увеличиваются в размере. Бактериоид, окруженный симбиосомной мембраной называется симбиосомой, которая является основной структурно-функциональной единицей азотфиксации.

В представляемом докладе будут рассмотрены различные аспекты развития симбиотических клубеньков: роль изменений в организации цитоскелета, продукция активных форм кислорода и функционирование системы антиоксидантной защиты.

Работа поддержана грантами РФФИ (13-04-40344-н; 14-04-00383) и Президента РФ (НШ-4603.2014.4).

### Менделевская и неменделевская генетика хлоропластов

Mendelian and non-mendelian chloroplast genetics

Чунаев А.С.

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

chunaev\_as@mail.ru

150 лет тому назад Грегор Мендель, сообщил о закономерностях проявления в гибридах и передачи потомству 7 пар признаков растений гороха. 3 из этих 7 пар признаков, - это признаки хлоропласта. Рецессивная морщинистость семян у одного из сортов гороха, с которым работал Грегор Мендель, определяется нарушением фермента, ветвящего крахмал в хлоропластах. Рецессивная желтая окраска бобовых чешуй связана с нарушением ультраструктуры хлоропластов. Рецессивная зеленая окраска зрелых семян объясняется дефектом фермента, ответственного за энзиматическое разрушение хлорофилла при увядании растений. В 1909 году Карл Корренс и Эрвин Баур одновременно описали преимущественно одnorodительское наследование пигментной пестролистности у растений. Исторически, то есть ко времени формулирования хромосомной теории наследственности Томасом Хантом Морганом, это было наиболее трудно объяснимое исключение из менделевских правил наследования признаков. Карл Корренс и Эрвин Баур по-разному истолковали обнаруженное явление. Карл Корренс считал, что открыл материнское цитоплазматическое наследование, а Эрвин Баур предположил, что генетические детерминанты пестролистности у *Pelargonium zonale* локализованы в хлоропластах. Обнаружение клеток, содержащих разные типы пластид, доказало правоту Эрвина Баура. Разнообразие фенотипов, обнаруженное при изучении взаимодействия геномов и пластов у *Oenothera* показало, что хлоропластные мутации могут быть вовлечены в процесс видообразования через репродуктивную изоляцию сбалансированных комбинаций геномов и пластов. Вовлечение водорослей в перечень модельных объектов изучения генетики хлоропластов расширило круг явлений, доступный экспериментальному изучению, и подготовило эту область знания к применению молекулярно-генетических методов. В частности, механизмы неменделевского наследования хлоропластных мутаций устойчивости к антибиотикам у изогамной одноклеточной зеленой водоросли *Chlamydomonas reinhardtii* могли быть найдены только на молекулярном уровне. Перевод этого преимущественно одnorodительского наследования в двуродительское с помощью экспериментальных воздействий позволил исследовать рекомбинацию между хлоропластными генами и получить генетические карты участков хлоропластного генома, что, в свою очередь стимулировало обращение исследователей к изучению изменчивости других генетических признаков хлоропласта и к разработкам методов отбора мутантов по этим признакам. Открытие ДНК в хлоропластах легло в основу изучения хлоропластных геномов растений. В настоящее время развиты представления о кооперативном контроле биогенеза хлоропластов генами ядра и хлоропласта. Данные сравнительного анализа структуры геномов хлоропластов доказывают происхождение хлоропластов от свободноживущих цианобактерий и позволяют ставить вопросы о механизмах переноса генов в ядро и потерь некоторых хлоропластных генов в ходе эволюции.

### Влияние ингибиторов и гипоксии на активность митохондриальной липоксигеназы растений гороха

Ingibitors and hypoxia impact on mitochondrial lipoxygenase of pea plants

Бердникова О.С., Титова А.П., Ершова А.Н.

Воронежский государственный педагогический университет, Воронеж, Россия

olgaberdn@mail.ru

Липоксигеназа (КФ 1.13.11.12) в растительных клетках катализирует окисление свободных и связанных в фосфолипидах полиненасыщенных жирных кислот с образованием гидропероксидов. При кратковременной

гипоксии и в  $\text{CO}_2$  – среде содержание различных типов АФК в клетках растений значительно возрастает (Ершова А.Н., 2011). Митохондрии вносят существенный вклад в продукцию АФК в этих условиях. Однако вклад липоксигеназы в этот процесс до конца не выяснен. Исследовали влияние ингибиторов и гипоксического стресса на активность митохондриальной липоксигеназы проростков гороха. Проростки помещали на 3-24 ч в условия различных газовых сред (воздух, гипоксия и  $\text{CO}_2$  – среда). Митохондрии выделяли методом дифференциального центрифугирования. Их чистоту оценивали по маркерному ферменту СДГ. Активность липоксигеназы определяли спектрофотометрически, используя в качестве субстрата линолеовую кислоту. Ингибиторы липоксигеназы SHAM и пропилгаллат вносили в среду определения фермента.

Методом электрофореза в ПААГ при специфическом проявлении было показано присутствие липоксигеназы в митохондриях проростков гороха. Под действием SHAM (1мМоль) активность митохондриальной липоксигеназы снижалась на 70%, а пропилгаллата (1мМоль) – на 50% в условиях аэрации. В условиях гипоксии обнаружено двукратное возрастание активности липоксигеназы, а при действии  $\text{CO}_2$  – среды она увеличивалась почти в 3 раза, но только в первые 3-6 часов действия газовых сред. Установлено, что SHAM блокировал активность фермента растений в условиях гипоксии до уровня контроля, или снижал до 31% от аэрируемых растений у проростков в условиях  $\text{CO}_2$  – среды. Пропилгаллат влиял на активность митохондриальной липоксигеназы опытных растений практически также. Полученные нами электрофоретические данные и ингибиторный анализ подтверждают участие липоксигеназы в накоплении АФК в митохондриях растений при гипоксии в условиях кратковременного гипоксического стресса (3 ч), что ранее только предполагалось.

### Эколого-цитотоксикологическое исследование некоторых вторичных метаболитов лишайника *Vulpicida pinastri*

Ecocytotoxicological research of some secondary metabolites of lichens *Vulpicida pinastri*

Горина М.В.

Самарский государственный университет, Самара, Россия  
gorina.mariya2011@yandex.ru

Лишайник *Vulpicida pinastri* является довольно распространенным видом в лесах Самарской области. Как все лишайники, *V. pinastri* содержит сложные органические кислоты, позволяющие им эффективно приспосабливаться к окружающей среде. *V. pinastri* содержит специфическую вальпиную кислоту, защищающую лишайник от выедания животными, так как эта кислота ядовита исключительно для теплокровных животных. Механизм действия этой кислоты до сих пор слабо изучен, хотя другие лишайниковые кислоты нашли широкое применение в фармакологии и парфюмерии. Исследования последних лет показали, что вальпиновая кислота интенсивно подавляет рост как ДНК-содержащих вирусов, в частности, вируса герписа, так и РНК-содержащих, например, инфлюэнца. Это свидетельствует о возможном генотоксическом действии вальпиновой кислоты. Кислоты такого рода трудно синтезировать, поэтому исследование лишайника *V. pinastri* – источника возможного высокоактивного биологического вещества, чрезвычайно актуальны.

Цель настоящей работы – выделение вальпиновой кислоты из лишайника *V. pinastri* и исследование ее генотоксичности.

Была проанализирована способность вальпиновой кислоты влиять на пролиферативную активность корневой меристемы *Allium cepa*. Полученные результаты свидетельствуют, что в низких концентрациях она ингибирует клеточное деление: при концентрации раствора вальпиновой кислоты 0,0275 мг/мл на стадиях анафазы и телофазы и при концентрации 0,055 мг/мл наблюдается торможение деления. Во всех исследованных цитогенетических препаратах наблюдались все типы хромосомных патологий, за исключением многополюсных митозов, что говорит о влиянии вальпиновой кислоты на репликацию ДНК и ее рекомбинацию.

### Влияние способа культивирования на биологическую активность и химический состав экстрактов гриба *Alternaria sonchi* – патогена осота полевого

Effects of cultivation method on biological activity and chemical composition of extracts of *Alternaria sonchi* – pathogen of *Sonchus arvensis*

Далинова А.А.<sup>1</sup>, Салимова Д.Р.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский государственный технологический университет растительных полимеров, Санкт-Петербург, Россия  
azhukomi@mail.ru

Грибы способны продуцировать множество соединений, обладающих различной биологической активностью, в частности, известен высокий биосинтетический потенциал некоторых фитопатогенных грибов. Объектом наших исследований является гриб *Alternaria sonchi* – патоген осота полевого. Целью работы было сравнение метаболитного профиля и биологической активности экстрактов из культур *A. sonchi* на жидкой картофельно-глюкозной среде и твердом субстрате – перловой крупе.

Экстракт из культурального фильтрата получали методом твердофазной экстракции. Колонизированный грибом зерновой субстрат экстрагировали 50%-ным водным ацетоном с последующей твердофазной экстракцией. Фитотоксическую активность экстрактов оценивали в отношении осота полевого и пырея ползучего. Антимикробную активность оценивали методом бумажных дисков в отношении *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli* и *Candida tropicalis*.

Метаболитные комплексы из культур гриба на жидкой и на твердой питательных средах содержали различный набор мажорных компонентов. Все полученные экстракты в разной степени обладали фитотоксической и антимикробной активностью. В предыдущих работах было показано, что экстракты из культуры *A. sonchi* на перловой крупе содержат в качестве мажорных компонентов ароматические соединения. При разделении экстракта из культурального фильтрата был получен мажорный компонент, предварительно характеризованный как циклический дипептид. Также при фракционировании экстракта из культуры гриба на жидкой питательной среде в качестве минорных компонентов были обнаружены соединения, выделенные ранее из культуры на перловой крупе, в частности альтернэтаноксин D и хлоромонилин, обладающие сильной антимикробной активностью.

Полученные данные показывают, что при культивировании на твердых и жидких субстратах гриб *A. sonchi* способен синтезировать соединения различных классов с различной биологической активностью, следовательно, жидкофазное культивирование гриба целесообразно для поиска новых биологически активных веществ.

### Температурная зависимость CO<sub>2</sub>-эмиссионной активности ксилотрофных базидиомицетов

The temperature dependence of the CO<sub>2</sub>-emission activity of xylophilic basidiomycetes

Диярова Д.К.

Институт экологии растений и животных Уральского отделения РАН, Екатеринбург, Россия

dasha\_d@ipae.uran.ru

В настоящий момент данных по температурной зависимости дыхательной активности ксилотрофных базидиомицетов, определяющей CO<sub>2</sub>-эмиссионную активность этих организмов, крайне мало. Поэтому изучение влияния одного из важнейших экологических факторов – температуры на физиологические особенности трутовых грибов приобретает исключительную научную актуальность и в дальнейшем позволит смоделировать их реакцию на климатические изменения.

Наши исследования были проведены в августе 2015 года с образцами древесины *Betula pendula* Roth, разрушаемой *Cerrena unicolor* (Bull.) Murrill, *Daedaleopsis tricolor* (Bull.), *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quél., *Stereum subtomentosum* Pouz., *Trametes ochracea* (Pers.) Gilb. & Ryvarden и *Trichaptum pargamenum* (Fr.) G. Cunn.; а также *Pinus sylvestris* (L.), разрушаемой *Trichaptum fuscoviolaceum* (Ehrenb.: Fr.). Для оценки дыхательной активности применялся газометрический подход с использованием газоанализатора CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> (ООО «Микросенсорная техника»). Образцы экспонировали в герметичных стеклянных камерах 3 часа, после чего рассчитывали дыхательную активность в мг/дм<sup>2</sup>/час. По окончании опыта все образцы были высушены до абсолютно сухого состояния.

Результаты работы показывают, что дыхательная активность существенно зависит от температуры у всех видов грибов, не обнаруживая видовых различий. При повышении температуры с 10 до 20 °С дыхание у исследуемой группы грибов увеличивается в среднем в 2,4 раза (от 1,29±0,26 до 2,86±0,42 CO<sub>2</sub> мг/дм<sup>2</sup>/час); с 20 до 30 °С в среднем в 2 раза (до 5,73±1,1 CO<sub>2</sub> мг/дм<sup>2</sup>/час); с 30 до 40 °С в среднем в 1,2 раза (до 5,84±0,88 CO<sub>2</sub> мг/дм<sup>2</sup>/час). При более высоких температурах – от 40 до 50 °С активность дыхания снижается, в среднем в 8 раз (до 0,72±0,09 CO<sub>2</sub> мг/дм<sup>2</sup>/час). Таким образом, температуры 30-40 °С можно обозначить как температурный оптимум углерод-конверсионной активности ксилотрофных базидиомицетов и они соответствуют максимальным температурам для роста дереворазрушающих грибов.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 15-04-06881).

### Особенности перехода к цветению при дестабилизированной светособирающей антенне на примере мутанта *Arabidopsis thaliana ch1-1*, лишённого хлорофилла *b*

Floral transition in the *Arabidopsis thaliana ch1-1* mutant lacking chlorophyll *b*: is there a relationship with low-level stability of light harvesting antenna?

Дмитриева В.А., Тютерева Е.В., Войцеховская О.В.

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

valeriya.dm1@gmail.com

Репродуктивный успех растения во многом зависит от выбора благоприятного времени для перехода между такими фазами онтогенеза, как цветение и старение. Недавние работы обнаружили у трансгенных растений *Arabidopsis*, накапливающих необычно высокие количества хлорофилла *b*, задержку наступления старения на фоне замедления деградации главной антенны фотосистемы 2 (ФС2) – ССК2 (Sakuraba et al., 2012). На основании этих данных был сделан вывод о том, что стабильность ССК2 у *Arabidopsis* может выступать источником сигналов,

ведущих к изменению транскрипционной активности генома, результатом чего становится задержка старения (Sakuraba et al., 2012). Хорошо известно, что хлорофилл *b* играет ключевую роль в поддержании структуры и функции фотосинтетической антенны. Целью нашей работы стало изучение взаимосвязи между содержанием хлорофилла *b*, стабильностью ПБК тилакоидной мембраны и регуляцией перехода в фазу цветения у контрольных растений *Arabidopsis* и мутантов *chl-1*, не синтезирующих хлорофилл *b* в результате двухнуклеотидной делеции в последовательности гена, кодирующего хлорофиллид-*a*-оксигеназу. В качестве маркера дестабилизации антенны ФС2 определяли уровень продукции синглетного кислорода листьями на свету. У данных растений исследовали уровни экспрессии генов-маркеров перехода к цветению (*ERF113* и *FT*) и старению (*NYC1*, *SAG12* и *TPS*). Переход растений к цветению констатировали по морфологическим изменениям апикальной меристемы побега. Полученные анатомические, биохимические и молекулярно-генетические данные будут обсуждаться в докладе с точки зрения гипотезы о возможной роли хлорофилла *b* и стабильности ПБК хлоропластов в регуляции перехода к цветению у *Arabidopsis*.

Исследование функций тилакоидной мембраны и сравнительной экспрессии генов поддержано РФФ (№14-16-00120). Использовалось оборудование ЦКП БИН РАН и Ресурсного центра СПбГУ. Морфологические признаки изучены в рамках госзадания №01201255613.

### Выявление, характеристика и клеточная локализация гомологов регуляторов апикальной меристемы KNOX у плаунообразных

Identification and cellular localization of the important regulators of the apical meristem functions - homologs of KNOX proteins in Lycopodiophyta

Евкайкина А.И.<sup>1</sup>, Rydin С.<sup>3</sup>, Иванова А.Н.<sup>1</sup>, Романова М.А.<sup>2</sup>, Pawlowski К.<sup>3</sup>, Войцеховская О.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия;

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия;

<sup>3</sup>Stockholm University, Stockholm, Sweden

*Evkaykina.ai@gmail.com*

Гомеодоменсодержащие белки KNOX растений важны в функционировании апикальной меристемы побега растений, так как они определяют недифференцированность меристематических клеток путем поддержания необходимого гормонального баланса. Так, белки KNOX прямо связываются с промоторами ГК-20-оксидазы 1 и ГК 2-оксидазы 1, что приводит к снижению уровня гиббереллина. Также KNOX белки активируют промотор изопентенил трансферазы 7, что приводит к увеличению уровня цитокинина. Поскольку белки KNOX - факторы транскрипции, в их состав входит высококонсервативный гомеодомен, который у KNOTTED1-подобных белков состоит из 63 аминокислот. К гомеодомену с N-конца тесно примыкает ELK-домен, который функционирует как сигнал ядерной локализации, и как компонент белок-белковых взаимодействий. Также белки KNOX обладают MEINOX-доменом, который важен для белок-белковых взаимодействий. В зависимости от наличия последовательностей, кодирующих определенные остатки аминокислот в гомеодомене, позиции консервативного интрона и паттернов экспрессии, KNOX-гены разделяют на класс 1 и 2.

Несмотря на то, что белки KNOX обнаружены в различных систематических группах растений, особенности их функционирования наиболее изучены у представителей цветковых. В эволюционном плане особый интерес представляет отдел Lycopodiophyta, являющийся сестринской группой для всех других групп сосудистых растений. Нами был выполнен анализ транскриптома апикальной меристемы *Huperzia selago* с помощью технологии RNA-seq. Было обнаружено, что в апикальной меристеме *Huperzia selago* экспрессируются пять генов, принадлежащих 1 и 2 классам KNOX генов. В докладе будут представлены результаты филогенетического анализа KNOTTED1-подобных белков у *Huperzia selago* и представителей других таксонов сосудистых растений. Также в докладе будут представлены результаты сравнительного исследования клеточной локализации продуктов KNOX генов у *Selaginella kraussiana* и *Huperzia selago* методами РНК-РНК локализации *in situ* и иммунолокализации.

Исследование поддержано РФФИ (№13-04-02000, №14-04-0139714). Использовалось оборудование ЦКП БИН РАН.

### Морфогенный потенциал листовых эксплантов *Rhododendron sichotense* и *Rhododendron catawbiense* “Grandiflorum” под действием тидиазурина

The morphogenic potential of *Rhododendron sichotense* и *Rhododendron catawbiense* “Grandiflorum” leaf explants under thidiazuron influence

Зайцева Ю.Г., Полубоярова Т.В., Новикова Т.И.

Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения РАН, Новосибирск, Россия

*ulianna\_zaitseva@mail.ru*

Представители рода *Rhododendron* являются ценным генетическим ресурсом для селекции. При создании новых сортов, адаптированных к условиям Западной Сибири, особый интерес представляют высокодекоративных морозоустойчивые генотипы *Rhododendron sichotense* L. и *R. catawbiense* “Grandiflorum”. Перспективным подходом к получению новых сортов стало использование агробактериальной трансформации в культуре листовых

эксплантов. При создании систем регенерации модифицированных генотипов важным условием является не только оптимизация микроразмножения, но и определение путей органогенеза на основе морфо-гистологического анализа. Цель исследования – выявить морфогенный потенциал листовых эксплантов *R. sichotense* и *R. catawbiense* “Grandiflorum” под действием тидиазурина (ТДЗ) и установить последовательность событий морфогенеза.

Первую пару листьев, изолированную от микроклонов *R. sichotense* и *R. catawbiense* “Grandiflorum”, помещали адаксиальной стороной вверх на индукционные среды Андерсена (АМ), дополненные 0,1–10 мкМ ТДЗ, а также испытывали импульсную обработку эксплантов в 30 мкМ ТДЗ в течение 4 часов с последующим переносом на безгормональную АМ. Время культивирования – 15 недель.

Максимальный процент регенерации побегов *R. sichotense* (93%) и *R. catawbiense* «Grandiflorum» (85%) получен на АМ, содержащей 1,0 мкМ ТДЗ. Импульсная обработка ТДЗ была эффективна только для эксплантов *R. catawbiense* «Grandiflorum» (89%). Повышение концентрации ТДЗ в индукционной среде вызвало снижение частоты регенерации. При гистологическом анализе установлено, что низкие концентрации ТДЗ стимулируют прямой морфогенез из листовых эксплантов исследуемых генотипов. Первые деления клеток происходят в эпидермальном слое адаксиальной стороны основания листовой пластины. При этом появлении почек у *R. sichotense* предшествует образование протуберанцев на поверхности листовых эксплантов, а органогенез у *R. catawbiense* «Grandiflorum» проходит через формирование эмбриоидоподобных структур.

### Анализ устойчивости растений рода *Amaranthus* в условиях стрессового воздействия кадмия и цинка

Analysis of the tolerance of *Amaranthus* species under stress effects of cadmium and zinc

Зунг В.В., Сазанова К.В., Кучаева Л.Н., Осмоловская Н.Г.

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

natalia-osm@mail.ru

Амарант относится к числу культур, имеющих широкое хозяйственное значение в странах Юго-Восточной Азии, включая Вьетнам, где его выращивание часто осуществляется на территориях, загрязненных тяжелыми металлами, такими как кадмий и цинк. Особенностью амаранта является высокое содержание в листьях щавелевой кислоты, играющей важную роль в процессах поддержания ионного гомеостаза, что определило постановку задачи: исследовать влияние разных концентраций Cd и Zn на формирование и расходование пулов оксалата в листьях и корнях растений амаранта. опыты проводили на растениях *Amaranthus caudatus* и *A. cruentus* в условиях водной культуры, с использованием питательных растворов разного состава и внесением в них Cd (1–90 мкМ) или Zn (30–300 мкМ). Анализ тяжелых металлов проводили методом атомно-абсорбционной спектроскопии. Содержание кислот определяли раздельно в водорастворимой и кислоторастворимой фракциях, с использованием классических методов анализа и методом хромато-масс-спектрометрии.

Показано, что в норме оксалат в листьях амаранта присутствует в водонерастворимой и нерастворимой формах в соотношении 1: 3. При выращивании растений на растворе с высокой концентрацией  $\text{NO}_3^-$  (15 мМ) содержание водонерастворимого оксалата оказалось выше, а содержание растворимой формы, напротив, было ниже, чем при 5 мМ  $\text{NO}_3^-$ . Растения амаранта аккумулируют Cd преимущественно в корнях, проявляя стратегию «экслюдера». При низких концентрациях Cd (1–10 мкМ) содержание оксалата поддерживается в основном на уровне контроля. Увеличение концентрации Cd в среде до 90 мкМ сопровождалось снижением содержания нерастворимой формы оксалата в листьях при увеличении содержания в них растворимой и одновременным сокращением пула растворимого оксалата в корнях.

При воздействии Zn (300 мкМ) наблюдается та же тенденция сокращения пула нерастворимого оксалата в листьях амаранта на фоне увеличения водорастворимого пула, как и при воздействии Cd, но выражена сильнее.

Обсуждается роль металл-индуцированной мобилизации оксалата в листьях растений рода *Amaranthus* как возможного механизма устойчивости.

### Роль транскрипционных факторов из различных семейств в инициации бокового корня у кабачка (*Cucurbita pepo*)

The role of the transcription factors from different gene families in the lateral root initiation in squash

(*Cucurbita pepo*)

Ильина Е.Л., Кирюшкин А.С., Демченко К.Н.

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

Ellina@binran.ru

Выяснение клеточных и молекулярно-генетических механизмов ветвления тела высших растений является актуальной проблемой биологии развития растений. Исследования механизмов ветвления главного корня, проводятся, в основном, на *Arabidopsis*, для которого характерна инициация примордиев боковых корней (БК) выше зоны растяжения. При этом генетические механизмы инициации БК непосредственно в апикальной меристеме родительского корня остаётся малоизученной. В качестве объекта исследования был выбран кабачок *Cucurbita pepo* L.

Нами была получена серия генетических конструкций для агробактериальной трансформации, содержащих промоторы генов *WOX5* (меристем-специфичный транскрипционный фактор), *SCR* (генетический маркер эндодермы) и *CR4* (рецептор-подобная киназа) *Arabidopsis* и огурца (*Cucumis sativus*), на базе вектора 242 рКGW-RR-MGW, содержащего репортерный слитый ген *Egfp-gusA* и кассету *pUBQ10::DsRED1* для скрининга трансгенного материала. С использованием методики агробактериальной трансформации Тыквенных (Pina et al., 2012) были получены трансгенные корни, локализация активности промоторов генов была проведена по GUS-окрашиванию.

Паттерн экспрессии *WOX5 Arabidopsis* и огурца оказался сходным. Максимум экспрессии *WOX5* в примордиях БК появляется только в начале зоны растяжения и приурочен только к производным перицикла. Вероятно, функции *WOX5* в развитии БК кабачка связаны с закладкой инициалей проводящих тканей в нем. Максимум экспрессии *CsCR4* был локализован в зоне чехлика, меристеме родительского корня, а также во всех примордиях. Распределение активности промоторов *ACR4* и *CsCR4* значительно отличалось. Клетки эндодермы, вовлекающиеся в инициацию примордия БК, сохраняли способность к экспрессии *SCR*, что свидетельствует о сохранении программы развития эндодермальной клетки на ранних этапах формирования БК.

В докладе обсуждаются механизмы смены программы развития клеток корня, вовлекаемых в формирование примордия БК, в апикальной меристеме родительского корня кабачка.

Экспериментальные исследования поддержаны грантом РФФИ 14-04-01413-а.

### **Линии *Nicotiana tabacum*, экспрессирующие ген $\Delta$ -12 ацил-липидной десатуразы цианобактерий в условиях гипотермического стресса**

*Nicotiana tabacum* expressing  $\Delta$ 12-acyl-lipid desaturases cyanobacteria gene in conditions of the cold stress

Кирпа-Несмиян Т.Н.

Институт клеточной биологии и генетической инженерии НАН Украины, Киев, Украина

t-kirpa@ukr.net

В течение последних десятилетий большое внимание уделяется молекулярным механизмам холодоустойчивости растений. Устойчивость к колебаниям широкого диапазона температур зависит от адаптационной возможности мембранных липидов. Десатуразы являются ферментами, которые способствуют образованию двойных связей в жирных кислотах мембранных липидов, тем самым увеличивают их вязкость и способствуют повышению текучести, что благоприятно сказывается на адаптационной возможности мембранных липидов. Понимание молекулярно-генетических механизмов работы десатураз делает возможным генно-инженерное конструирование сортов и линий растений, которые смогут переносить температурные ограничения разных климатических зон.

Нами был сконструирован вектор, который несет ген ацил-липидной десатуразы *desA* ( $\Delta$ 12) *Synechocystis* sp. PCC 6803, слитый с репортерным геном *licBM3* термостабильной лихеназы *Clostridium thermocellum*, под контролем конститутивного 35S промотора вируса мозаики цветной капусты. После генетической трансформации *Nicotiana tabacum* (cv. Wisconsin) данной конструкцией были получены растения, в которых подтверждены вставка и экспрессия трансгенов. В условиях гипотермического стресса измеряли уровень выхода электролитов и накопления малонового диальдегида. В качестве контроля использовали растения дикого типа *Nicotiana tabacum*, а также трансформанты *Nicotiana tabacum*, которые экспрессируют ген *gfp:licBM3*. Исследования показали, что в условиях заморозков выход электролитов повышался в контрольных растениях на 10-15%, а уровень накопления малонового диальдегида на 40-50%, в отличие от растений, которые экспрессируют ген ацил-липидной десатуразы, где данные показатели были незначительными.

### **Роль гена *ABERRANT LATERAL ROOT FORMATION 4 (ALF4)* в процессе инициации бокового корня у тыквенных**

Role of the *ABERRANT LATERAL ROOT FORMATION 4 (ALF4)* gene in lateral root initiation in *Cucurbitaceae*

Кирюшкин А.С., Ильина Е.Л., Демченко К.Н.

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

AKiryushkin@binran.ru

Выяснение ключевых механизмов инициации бокового корня (БК) является актуальной проблемой физиологии растений. Обнаруженный у *Arabidopsis* ген *ABERRANT LATERAL ROOT FORMATION 4 (ALF4)* кодирует уникальный для растений белок ядерной локализации. У *alf4* мутантов БК не формируются, что позволяет говорить о непосредственном участии этого гена в инициации БК (Di Donato et al., *Plant Journal*, 2004). Также у *alf4* мутантов нарушен процесс каллусообразования (Sugimoto et al., *Developmental Cell*, 2010). Вероятно, *ALF4* необходим для обеспечения компетенции клеток перицикла к возобновлению пролиферации перед первым делением, инициирующим примордий бокового корня. Молекулярно-генетические механизмы инициации БК у Тыквенных, в пределах апикальной меристемы родительского корня, остаются малоизученными. Объектом данной работы является кабачок *Cucurbita pepo* L.

Экспрессию гена *ALF4* изучали с помощью метода ОТ-ПЦР. Было выделено 4 сегмента, начиная от чехлика: 3 мм, 7 мм, до первого видимого примордия бокового корня и сегмент между примордиями. Анализ ПЦР с праймерами к *CpALF4* на матрице кДНК из каждого сегмента показал, что *ALF4* экспрессируется на протяжении всего корня, в том числе и в участках корня между образовавшимися БК. Пространственную локализацию экспрессии *ALF4* в трансгенных корнях кабачка, содержащих *pCpALF4::gfp-gus*, оценивали по GUS-окрашиванию. Активность промотора *CpALF4* (2900 п.о.) была отмечена в зоне центрального цилиндра на протяжении всей длины корня и в примордиях БК, однако отсутствовала в клетках коры. Последнее мало согласуется с данными, полученными ранее на *Arabidopsis*. Локализация активности промотора подтверждает результаты ОТ-ПЦР и позволяет предположить, что ген *ALF4* является маркером перицикла, и поддерживает его идентичность на протяжении всего корня. Это сходно с функцией гена *SCARECROW*, являющимся маркером эндодермы (Laugenzie et al., *Cell*, 1996).

Исследования поддержаны грантом РФФИ 14-04-01413-а.

### Реорганизация микротрубочек в процессе дифференцировки клеток симбиотических клубеньков *Medicago truncatula* и *Pisum sativum*

Microwavable reorganization during differentiation of symbiotic nodule cell of *Medicago truncatula* and *Pisum sativum*

Китаева А.Б.<sup>1</sup>, Демченко К.Н.<sup>1,2</sup>, Тиммерс Т.<sup>3</sup>, Цыганов В.Е.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup>Лаборатория растительно-микробных взаимодействий, Кастане-Толозан, Франция  
*filmdocc@yandex.ru*

Для анализа изменений в организации микротрубочек в процессе дифференциации клеток клубенька были использованы линии дикого типа *Medicago truncatula* Gaerth. A17 и *Pisum sativum* L. SGE и мутантные линии с мутациями в ортологичных генах: TR3 (*ipd3*) и SGEFix<sup>-2</sup> (*sym33*), *efd-1* и SGEFix<sup>-1</sup> (*sym40*). В дополнение были использованы мутантные линии люцерны *dntl*, гороха Sprint-2Fix<sup>-</sup> (*sym31*).

В клетках меристемы в клубеньках дикого типа и мутантных линий обоих исследуемых видов кортикальные микротрубочки были ориентированы случайным образом, формируя плотную сеть. В инфицированных клетках зоны инфекции кортикальные микротрубочки сохраняли ориентацию, характерную для клеток меристемы. В неинфицированных клетках кортикальные микротрубочки организованы параллельно. Эндоплазматические микротрубочки поддерживали рост инфекционной нити, формирование инфекционных капель и выход бактерий в цитоплазму растительной клетки.

У *M. truncatula* и *Pisum sativum* была выявлена связь трехмерной организации тубулинового цитоскелета и симбиотических структур в ходе развития симбиотического клубенька.

Работа поддержана грантом РФФИ (13-04-40344-н).

### Неавтономная клеточная регуляция в апикальной меристеме побега *Picea abies*

Non-cell-autonomous regulation in the shoot apical meristem of *Picea abies*

Климова Е.А.<sup>1,2</sup>, Евкайкина А.И.<sup>1</sup>, Добрякова К.С.<sup>1</sup>, Войцеховская О.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия  
*fresanube@gmail.com*

У высших растений для обмена информацией между клетками с целью координации процессов роста и развития используются уникальные структуры, соединяющие клетки – плазмодесмы. Перенос по плазмодесмам таких регуляторов развития, как микроРНК и белки-факторы транскрипции, играет ключевую роль в регуляции морфогенеза цветковых растений. Однако, неизвестно, участвует ли этот процесс в морфогенезе голосеменных растений.

Объектом исследования являлось хвойное дерево *Picea abies* (L.) Karst. В качестве модели данного исследования были выбраны неавтономные клеточные факторы транскрипции, кодируемые генами *KNOX*, которые регулируют функции апикальных меристем побега растений. Эти гены наиболее хорошо изучены у представителей цветковых растений, а также некоторых представителей других таксонов. Поэтому целесообразно их использование для выявления межклеточного переноса белков у представителей ряда таксонов.

Следующие методы могут дать ответ на вопрос, существует ли неавтономная клеточная регуляция морфогенеза в апикальных меристемах белками *KNOX* у объекта данного исследования: иммуногистохимическое выявление локализации белков класса *KNOX I* в меристемах голосеменных растений; выявление паттернов экспрессии генов-гомологов *KNOX I* методом гибридизации РНК-РНК *in situ* и сравнение их с местами локализации белков *KNOX*; визуализация плазмодесм между клетками апикальной меристемы. Выявление и

сравнение этих паттернов для апикальных меристем растений других таксонов позволит дать первую информацию о возможной реализации механизма неавтономной клеточной регуляции у объекта исследования.

В докладе будут представлены результаты отработки вышеперечисленных методик для апикальных меристем побега *Picea abies*.

Исследование поддержано РФФИ (№13-04-02000). Использовалось оборудование ЦКП «Клеточные и молекулярные технологии изучения растений и грибов» БИН РАН и ресурсного центра «Развитие молекулярных и клеточных технологий» СПбГУ.

### **Влияние гуминовых веществ на липидный профиль базидиомицета *Trametes maxima***

Influence of humic substances on the lipid profile of the basidiomycete *Trametes maxima*

Кляйн О.И.<sup>1</sup>, Сенник С.В.<sup>2</sup>, Куликова Н.А.<sup>1,3</sup>, Псурцева Н.В.<sup>2</sup>, Королева О.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Институт биохимии им. А.Н. Баха, Федеральный исследовательский центр Биотехнологии РАН, Москва, Россия

<sup>2</sup> Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup> Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

*klein\_olga@list.ru*

Грибы рода *Trametes* способны поглощать гуминовые вещества (ГВ) и использовать их в качестве источника углерода, однако конкретные клеточные структуры и метаболические пути, вовлекаемые в процесс утилизации ГВ, остаются неисследованными. Целью работы была оценка влияния ГВ на состав полярных липидов *Trametes maxima*, являющихся основными компонентами мембран.

Объектом исследования являлся штамм *T. maxima* LE-BIN 0275. Жидкофазное ротационное культивирование гриба проводили на полной и минимальной среде, моделирующей условия недостатка источника углерода, в которых поглощение и утилизация ГВ грибом происходит более интенсивно.

Было показано, что полярные липиды представлены глицерилцерамидами, фосфатидилхолинами, фосфатидилэтаноламинами, фосфатидными кислотами, фосфатидинозитами и фосфатидилсеринами. При культивировании гриба на полной среде внесение ГВ не приводило к изменению профиля полярных липидов. На минимальной среде, напротив, было зарегистрировано появление пяти дополнительных групп соединений, одна из которых идентифицирована как бетаиновый липид диацилглицерил(N,N,N-триметил)гомосерин (ДГТС). Известно, что ДГТС играет важную роль в адаптации грибов к внешним факторам. Индукция синтеза ДГТС гуминовыми веществами на минимальной среде хорошо согласуется с полученными нами ранее данными о том, что в условиях недостатка легкодоступного источника углерода ГВ вызывают более сильные изменения в метаболизме и морфологии *Trametes maxima* по сравнению с условиями полной питательной среды.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ 14-34-50568.

### **Изучение влияния кадмия на транскриптом гороха (*Pisum sativum*) с использованием высокопроизводительного секвенирования**

Study of transcriptome responses to cadmium in pea (*Pisum sativum*) with the use of next generation sequencing

Кулаева О.А., Жернаков А.И., Жуков В.А., Цыганов В.Е., Тихонович И.А.

Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии РАН, Санкт-Петербург, Россия

*oakulaeva@gmail.com*

Одним из факторов, оказывающим существенное влияние на большинство растительных организмов, является присутствие тяжелых металлов в почве, воде и атмосфере. Наиболее токсичным тяжелым металлом является кадмий, соли которого хорошо растворяются в воде и могут быть поглощены растениями. Передача кадмия по пищевым цепям вызывает нарушения метаболизма, индукцию окислительного стресса у многих живых организмов.

В данной работе был проведен анализ влияния кадмия на изменение транскриптома у двух линий гороха (*Pisum sativum* L.): линии SGE ([http://lab9.arriam.spb.ru/?page\\_id=1260&lang=ru](http://lab9.arriam.spb.ru/?page_id=1260&lang=ru)) и полученного на ее основе мутанта SGEcd<sup>t</sup>, характеризующегося повышенной устойчивостью к кадмию, а также усиленным накоплением данного тяжелого металла.

Анализ дифференциальной экспрессии генов указал на разные пути формирования ответа на действие кадмия у двух линий гороха. При действии кадмия у растений линии SGE было выявлено повышение экспрессии 835 транскриптов, в то время как у мутанта SGEcd<sup>t</sup> выявлялось усиление экспрессии 101 транскрипта. Снижение экспрессии 355 транскриптов выявлялось у линии SGE, у мутанта SGEcd<sup>t</sup> снижалась экспрессия лишь 13 транскриптов. Функциональная аннотация выявила, что при действии кадмия у линии SGE превалирует экспрессия генов, продукты, которых, связаны с каталитической активностью, в то время как у мутанта SGEcd<sup>t</sup> – с процессами связывания ионов металлов. Также было выявлено, что мутант SGEcd<sup>t</sup> и исходная линия SGE различаются по уровню экспрессии ряда генов в контрольных условиях.

Исследование изменения транскриптомных профилей бобовых растений под действием кадмия может способствовать развитию новых направлений в разработке систем фиторемедиации почв и создания сортов с пониженным содержанием кадмия.

Данная работа была финансово поддержана РНФ (14-24-00135).

### Размножение и сохранение *in vitro* редких видов рода *Fritillaria* *In vitro* propagation and conservation of rare species of genus *Fritillaria*

Мурасева Д.С.

Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения РАН, Новосибирск, Россия  
[dsmuraseva@csbg.nsc.ru](mailto:dsmuraseva@csbg.nsc.ru)

Одним из эффективных подходов, позволяющим успешно размножать и сохранять редкие и исчезающие виды, является использование методов биотехнологии. При этом растения, размножаемые в культуре *in vitro*, могут использоваться для создания банка меристем, для пополнения «живых» коллекций, а также для дальнейшей реинтродукции в природные местообитания.

*Fritillaria sonnikovae* Schauko et A. Erst, *F. dagana* Turcz. ex Trautv., *F. meleagris* L., *F. meleagroides* Patrin ex Schult. & Schult.f., принадлежащие к сем. *Liliaceae*, являются редкими многолетними видами, занесенными в Красные книги различных уровней. Цель исследования – разработать эффективные системы размножения и сохранения *in vitro* редких видов рода *Fritillaria*.

Исходным материалом для введения в культуру *in vitro* послужили луковицы и цветочные бутоны исследуемых видов. На этапе собственно размножения оптимальным являлось использование цитокинина 6-бензиламинопурина и ауксина  $\alpha$ -нафтилуксусной кислоты в концентрациях 0,5-5 мкМ. Добавление данных регуляторов роста в питательную среду способствовало активации адвентивного побегообразования (максимальное число побегов на эксплант  $4,9 \pm 0,5$ ). При культивировании микролуковичек *F. meleagris* наблюдался как прямой гемморизогенез, так и непрямой соматический эмбриогенез, при этом путь морфогенеза зависел от используемой минеральной основы (B<sub>5</sub> и BDS соответственно). В ходе работы были обнаружены видовые различия регенерационной активности: большим морфогенетическим потенциалом обладали растения *F. sonnikovae*, тогда как для *F. meleagroides* оказались характерны более низкие темпы роста и развития в культуре *in vitro*.

Таким образом, была разработана эффективная система клонального микроразмножения редких видов рода *Fritillaria* и создана коллекция *in vitro*, позволяющая пополнять «полевые» банки, а также проводить работы по репатриации исследуемых видов.

### Эндофитное существование энтомопатогенной бактерии *Bacillus thuringiensis* в растениях картофеля

Endophytic existence of entomopathogenic bacterium *Bacillus thuringiensis* in potato

Нафикова А.Р., Сорокань А.В.

Институт биохимии и генетики Уфимского научного центра РАН, Уфа, Россия  
[aigoul.nafikova@gmail.com](mailto:aigoul.nafikova@gmail.com)

В настоящее время эндофитные бактерии, способные бессимптомно существовать в здоровых тканях растений, привлекают внимание широкого круга исследователей, так как именно они рассматриваются в качестве наиболее эффективной основы биопрепаратов для растениеводства.

Целью работы стало выявление способности штаммов БК-2, ТОЗА001 и ВНИИВЭА-177 энтомопатогенной бактерии *Bacillus thuringiensis* к эндофитному существованию в растениях картофеля.

Двухнедельные стерильные пробирочные растения картофеля сорта Ранняя Роза инокулировали суспензией бактериальных клеток. Для определения эндофитности растения картофеля поверхностно стерилизовали по схеме: 70% этанол – 10 мин, 6% пероксид водорода – 10 мин, отмывка в воде. Стебли и листья разрезали на фрагменты и высаживали на чашки Петри с L-средой.

После двух недель инкубирования внешний вид и ростовые показатели контрольных и обработанных растений не отличались, что свидетельствует об отсутствии развития патогенных процессов, вызванных бактериями. В опыте по определению эндофитности штамма ТОЗА001 уже через двое суток наблюдали рост колоний на питательной среде из срезов большей части фрагментов стеблей и листьев. Контроль идентичности реинокулированного штамма исходному проводили методом RAPD-амплификации бактериальной ДНК. В вариантах опыта с растениями, обработанными двумя другими штаммами, равно как и в случае с контрольными растениями, фрагменты листьев и стеблей оставались стерильными даже после 7 суток инкубирования.

Способность к эндофитному существованию в растении штамма *B. thuringiensis* ТОЗА001 позволяет обосновать эффективность его применения для защиты картофеля от фитофагов.

Работа выполнена при поддержке гранта МОН РФ №14.604.21.0016 (уникальный идентификатор RFMEFI60414X0016).

**Влияние высоких температур на экспрессию генов белков теплового шока у растений пшеницы**

Influence of high temperatures on expression of HSPs genes of wheat plants

Нилова И.А., Титов А.Ф., Топчиева Л.В.

Институт биологии Карельского научного центра РАН, Петрозаводск, Россия

im-ira@mail.ru

В настоящее время, несмотря на очевидную роль белков теплового шока (БТШ) в защите клеток от высокотемпературного стресса, ряд аспектов их участия в повышении теплоустойчивости растений требует исследования. В связи с этим была изучена динамика теплоустойчивости клеток листьев у проростков озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) и экспрессия генов БТШ70, БТШ90, БТШ16,9 и БТШ19 в условиях действия температуры 33, 37 и 43°C.

Повышение устойчивости клеток листьев к действию исследуемых температур сопровождалось изменением транскрипционной активности генов *TaHSP16,9*, *TaHSP19* и *TaHSP70*, *TaHSP90*, динамика и уровень накопления мРНК которых зависели как от интенсивности действующей на растения температуры, так и от принадлежности БТШ к определенному семейству белков. Так, в начальный период действия температур 33, 37, 43°C происходило накопление транскриптов генов *TaHSP70*, *TaHSP90* и *TaHSP16*, тогда как при более длительном тепловом воздействии – генов *TaHSP16,9* *TaHSP19*. В то же время в начальный период действия температуры 33°C происходило снижение содержания транскриптов гена *TaHSP19*.

Сделан вывод, что исследуемые гены БТШ могут участвовать в процессе формирования теплоустойчивости проростков пшеницы как в начальный период действия высокой повреждающей температуры (43°C), так и при продолжительном действии высоких закаливающих температур (33 и 37°C). Их относительный вклад в устойчивость может варьировать в зависимости от интенсивности и продолжительности высокотемпературного воздействия, а также от принадлежности БТШ к определенному семейству белков.

**Скрининг протеолитических ферментов алкалофильных и алкалотолерантных микромицетов**

Screening for proteolytic enzymes in alkaliphilic and alkali-tolerant micromycetes

Покровская Ю.С.

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва, Россия

ofbirta@gmail.com

Грибные протеазы представляют особый интерес благодаря их высокому разнообразию, широкой субстратной специфичности, стабильности, а также технологии их получения. Наиболее перспективными продуцентами этих ферментов являются микромицеты щелочных местообитаний.

Целью настоящего исследования было проведение первичного скрининга новых штаммов-продуцентов протеаз, активных в щелочных условиях.

Было отобрано 12 штаммов (6 видов) алкалофильных и алкалотолерантных микромицетов: *Sodiomyces alkalinus*, *S. magadii*, *Chordomyces antarcticum*, *Acrostalagmus luteoalbus*, *Verticillium zaregamsianum*, *Gibellulopsis nigrescens*. Мицелий предварительно выращивали на щелочном мальт-агаре в течение 7-10 дней, затем пересеивали на ферментационную щелочную среду (рН 10,2), содержащую казеин.

Культивирование проводили на орбитальных качалках (200 об/мин) при 25°C. Активность измеряли в фильтратах культуральной жидкости на 7 сутки. Общую протеолитическую активность определяли по азоказеину, специфическую – по синтетическим пара-нитроанилидным субстратам для эндопептидаз (GlpAALpNA, GlpFpNA, VzRpNA, GlpFAPNA) и экзопептидаз (LpNA, LFpNA, LEpNA, APpNA, GPpNA, RPPNA); также использовали ЭДТА - ингибитор металлопротеаз. Измерения активности проводили при рН 9,5 с использованием 0,1М бикарбонатного буфера.

Общая протеолитическая активность в щелочных условиях установлена у 11 культур, причем она сильно варьировала среди штаммов одного вида, что особенно выражено у *V. zaregamsianum* и *C. antarcticum*. 11 штаммов проявляли высокую аминокатазную активность по субстрату LpNA, и только штамм *S. magadii* имел низкую активность. У половины штаммов выявлена активность субтилизиноподобных протеиназ. По остальным группам сериновых протеиназ активность была низкой или отсутствовала. Впервые у грибов этой эколого-трофической группы обнаружена активность цистеиновых протеиназ.

Итак, отобрано несколько штаммов алкалофильных и алкалотолерантных микромицетов с высокими активностями протеаз для дальнейшего изучения.

**Экспрессия генов ферментов аскорбат-глутатионового цикла в проростках риса при аноксии и окислительном стрессе**

Expression of genes encoding enzymes of ascorbate-glutathione cycle in rice seedlings under anoxia and post-anoxic oxidative stress

Приказюк Е.Г., Емельянов В.В., Чиркова Т.В.

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

prikaziuk@mail.ru

Окислительный стресс возникает у растений в ответ на действие разнообразных факторов среды. Для противостояния окислительному стрессу растения обладают антиоксидантными системами, центральной из

которых является аскорбат-глутатионовый цикл. В цикле работают 4 группы ферментов: аскорбат-пероксидазы (КФ 1.11.1.7, 8 генов *OsAPx*), монодегидроаскорбат-редуктазы (КФ 1.6.5.4, 5 генов *OsMDAR*), дегидроаскорбат-редуктазы (КФ 1.8.5.1, 3 гена *OsDHAR*) и глутатион-редуктазы (КФ 1.6.4.2, 3 гена *OsGR*). Целью данной работы было изучить экспрессию генов, кодирующих ферменты цикла, при аноксии и окислительном стрессе.

Эксперименты проводили на 10-дневных проростках риса (*Oryza sativa* L.). Длительность пребывания в аноксии составляла 12, 24 и 72 часа, с последующей реаэрацией в течение 1 часа и 24 часов. Из побегов и корней выделяли РНК, получали кДНК и проводили RT-PCR. По величине пороговых циклов амплификации рассчитывали уровень экспрессии генов относительно гена бета-тубулина-2 (*OsbTub2*), по методу  $2^{-\Delta\Delta CT}$  в MS Excel. Праймеры к генам подбирали вручную с помощью программы VectorNTI 8.

Полученные данные показали, что экспрессия генов всех семейств органоспецифична. Так среди 8 генов, кодирующих аскорбат-пероксидазы, в побеге в основном экспрессировались *OsApx4*, *5*, *6*, а в корне *OsApx1* и *OsApx4*. Кроме того, суммарный уровень экспрессии рассмотренных генов в корне был на порядок ниже, чем в побеге. Под действием аноксии гены семейств *OsAPx*, *OsMDAR* и *OsDHAR* снижали экспрессию, но при реаэрации уровень экспрессии снова повышался. Гены же семейства *OsGR* демонстрировали различную динамику: в корнях экспрессия снижалась, а в побеге поддерживалась на контрольном уровне.

Таким образом, исследование показывает, что регуляция цикла Халливела-Асада на уровне экспрессии происходила преимущественно на уровне генов, кодирующих первый и последний ферменты цикла, аскорбат-пероксидазу и глутатион-редуктазу соответственно.

Исследования поддержаны грантами РФФИ 12-04-01029, 15-04-03090.

### Годовая динамика содержания лишайниковых кислот в талломах лишайников родов *Cladonia* и *Flavocetraria*, произрастающих в Центральной Якутии

Annual dynamic of lichen substances content in lichens genera *Cladonia* and *Flavocetraria* growing in Central Yakutia

Прокопьев И.А., Шеин А.А., Филиппова Г.В.

Институт биологических проблем криолитозоны Сибирского отделения РАН, Якутск, Россия

*ilya.a.prokopiev@gmail.com*

Изучена годовая динамика содержания лишайниковых кислот, в талломах *Cladonia stellaris*, *Cladonia arbuscula* и *Flavocetraria cucullata*, произрастающих в сосново- лишайниковом лесу, расположенном в окрестностях г. Якутска. Определение содержания лишайниковых кислот методом высокоэффективной жидкостной хроматографии показало, что наибольшее содержание усниновой и перлатолиевой кислот в лишайниках *C. stellaris* (1,7% и 1,1% от сухой массы соответственно) характерно для лишайников, отобранных в июне и июле, а наименьшее (0,7% от сухой массы) – в декабре. Наибольшее содержание усниновой кислоты в лишайниках *F. cucullata* наблюдалось в июне месяце (1,7% от сухой массы), лихестериновой и протолихестериновой кислот в августе (2,2% и 3,9% от сухой массы соответственно). Наименьшее содержание усниновой кислоты наблюдалось в декабре (0,8% от сухой массы), лихестериновой и протолихестериновой кислот в январе (0,9% и 2,0% от сухой массы соответственно). Содержание усниновой кислоты в лишайниках *C. arbuscula* достигало своего максимума в летний период (1,2–1,6% от сухой массы), минимума зимой – 0,8% от сухой массы.

При сопоставлении мониторинговых данных температуры воздуха на поверхности почвы в месте отбора проб и содержанием лишайниковых кислот в талломах лишайников была выявлена прямая корреляция – для усниновой кислоты  $r=0.76$ ;  $p<0.01$  (*C. stellaris*),  $r=0.81$ ;  $p<0.01$  (*C. arbuscula*) и  $r=0.54$ ;  $p<0.05$  (*F. cucullata*); для лихестериновой и протолихестериновой кислот, обнаруженных в *F. cucullata*, корреляция составила  $r=0.64$ ;  $p<0.01$  и  $r=0.87$ ;  $p<0.01$  соответственно.

Таким образом, полученные данные указывают на тенденцию к возрастанию содержания лишайниковых кислот в летний период года и снижению – в зимний, что свидетельствует о важной роли температурного фактора при биосинтезе изученных вторичных метаболитов лишайников.

### Связь динамики паттерна экспрессии генов и метаболома *Chlamydomonas reinhardtii* в процессе развития культуры при различных трофических условиях

Crosstalk between gene expression pattern and metabolome of *Chlamydomonas reinhardtii* during culture development under different trophic conditions

Пузанский Р.К.<sup>1,2</sup>, Шаварда А.Л.<sup>1,2</sup>, Шишова М.Ф.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

*puzansky@yandex.ru*

Клетки *C. reinhardtii* претерпевают значительные физиологические, метаболомные и молекулярно-генетические изменения при периодическом культивировании. В фазе экспоненциального роста (ЭР) повышается уровень дыхания и фотосинтеза, увеличивается содержание интермедиатов энергетических циклов. В этот период растёт уровень экспрессии генов, кодирующих ферменты превращения ацетата в ацетил-КоА, и его поступления в цикл Кребса. Экспрессия генов, кодирующих ферменты цикла Кальвина, ПФЦ и гликолиза также повышается в

период ЭР. Содержание жирных кислот (ЖК), преимущественно ненасыщенных возрастает, что сопровождается ростом экспрессии генов, кодирующих ферменты, включающих ацетил-КоА в синтез ЖК. При росте культуры изменяется баланс синтеза, депонирования и катаболизма, что влияет на динамику содержания углеводов. Экспрессия генов, кодирующих ферменты синтеза крахмала, растёт с возрастом культуры, а ферменты его деградации - резко падает при завершении фазы ЭР. Значительную роль в детерминации метаболома играют и пластидные транспортеры, а экспрессия генов их кодирующих, значительно меняется во времени.

Полученные результаты также свидетельствуют о важнейшей роли трофических условий в определении паттерна динамики метаболома и профиля экспрессии в процессе развития культуры. Так, ряд генов, экспрессируемых более интенсивно в при миксотрофном питании в ходе ЭР, в стационарной фазе демонстрируют более высокий уровень экспрессии в автотрофных культурах. Наибольшую зависимость от трофических условий демонстрировали ЖК, что, возможно, определяется изменением метаболизма ацетил-КоА. Это подтверждается усилением экспрессии генов, кодирующих ферменты ассимиляции ацетата и включения ацетильных групп в синтез ЖК в миксотрофных условиях. Различия в динамике содержания углеводов могут быть связаны с изменением экспрессии генов, кодирующих ферменты цикла Кальвина и метаболизма углеводов, а также пластидные транспортеры.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (гранты № 14-04-01795, 13-04-00945).

### Участие системы убиквитинирования в регуляции гомеостаза ауксина у *Arabidopsis thaliana*

Involvement of ubiquitination system in regulation the auxin homeostasis in *Arabidopsis thaliana*

Романюк Д.А., Емельянов В.В., Пузанский Р.К., Шишова М.Ф.

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

*daria-rom@yandex.ru*

*AXR1* кодирует E1-подобный белок, который взаимодействует с ECR1 белком и тем самым активирует RUB белок для конъюгации с куллинами. Активность *AXR1* приводит к недиллированию SCF<sub>TIR1</sub>-лигазного комплекса RUB белком, необходимому для дальнейшего полиубиквитинирования AUX/IAA белков и их дальнейшей деградации в 26S протеасоме. Ауксин-зависимая элиминация AUX/IAA - репрессоров транскрипции вызывает высвобождение транскрипционных факторов ARF, что инициирует экспрессию генов ауксинового ответа. В данной работе проведен комплексный анализ роста, развития, содержания эндогенной свободной ИУК (индолил-3-уксусной кислоты) и экспрессии генов, отвечающих за его синтез (гены семейства *YUC*), транспорт (гены семейства *AUX*, *PIN*, *ABCB*) и конъюгацию (гены семейства *GH3*) в корнях и побегах *Arabidopsis thaliana* дикого типа и мутанта *axr1-3*, выращенных на среде без или с добавлением экзогенного ауксина. Выявленные изменения в содержании эндогенной свободной ИУК в корнях и побегах мутанта *axr1-3* с измененной чувствительностью к гормону коррелируют с изменением экспрессии гена *TAA1* и ряда генов *YUC*. Экзогенная обработка ИУК привела к накоплению свободной эндогенной ИУК только в побегах проростков дикого типа.

### Метаболомный профайлинг *Lyngomyces vetlinianus*

Metabolomic profiling of *Lyngomyces vetlinianus*

Сазанова К.В., Псурцева Н.В., Шаварда А.Л.

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

*KSazanova@binran.ru*

Проведён метаболомный анализ вегетативного мицелия и плодовых тел трёх штаммов ксилотрофного базидиомицета, который получил современное название в 2015 году. Проблемы с таксономической идентификацией базидиомицетов, собранных в Московской (2008 г.) и Новгородской (2010 г.) областях, инициировали детальные исследования этого вида. В результате был описан новый род и предложена новая комбинация *Lyngomyces vetlinianus* (Domański) R.H. Petersen & Zmitr.

Мицелий выращивали на средах сусло-агар и мальц-экстракт-агар. Экстракцию осуществляли метанолом. Метаболомный анализ был выполнен методом газовой хромато-масс-спектрометрии (ГХ-МС).

В экстрактах было обнаружено более 100 различных низкомолекулярных соединений (аминокислоты, органические кислоты цикла Кребса, жирные кислоты, сахаракислоты, сахароспирты, моно-, ди- и трисахариды, гликозиды, циклические соединения). Статистическая обработка, выполненная методом главных компонент, результатов метаболомного анализа мицелия в онтогенезе позволяет характеризовать развитие *L. vetlinianus* в виде циклического тренда. После 30 суток роста в мицелии появлялись кристаллоподобные агрегаты диаметром до 3 мм, ГХ-МС анализ которых позволил идентифицировать их как скопления 4, 6-диметокси-фталида (4, 6-диметокси-1(3H)-изобензофуранона). Химическая структура была подтверждена с помощью ЯМР. Накопление в мицелии 4, 6-диметокси-фталида было характерно для всех изученных штаммов *L. vetlinianus* преимущественно в стационарной фазе роста, что позволяет полагать, что его биосинтез является фитохимической характеристикой данного вида. Плодовые тела содержали значительно меньшее количество 4, 6-диметокси-фталида по сравнению с мицелием. Фталиды известны как вторичные метаболиты многих растений и грибов, однако их физиологическое

значение изучено недостаточно. Таким образом, *L. velinianus* может рассматриваться как модельный объект для исследования метаболизма и физиологической роли фенольных соединений в грибах.

Исследование выполнено в рамках Госзадания БИН РАН № 01201255617.

### Молекулярные и клеточные аспекты старения симбиотических клубеньков у серии неэффективных мутантов гороха (*Pisum sativum*)

Molecular and cellular aspects of senescence of symbiotic nodules at series of ineffective pea (*Pisum sativum*) mutants

Серова Т.А., Цыганов В.Е.

Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии РАН, Санкт-Петербург, Россия

*t\_serova@rambler.ru*

Детальное знание механизмов старения симбиотического клубенька позволит приступить к практическому созданию сортов бобовых растений с увеличением периода активной фиксации азота, что могло бы способствовать насыщению почвы биологическим азотом и снижению доз химических удобрений.

В работе была использована серия симбиотических мутантов гороха (*Pisum sativum* L.), полученных на основе родительской линии SGE: SGEFix<sup>-1</sup> (*sym40*), SGEFix<sup>-3</sup> (*sym26*) и SGEFix<sup>-7</sup> (*sym27*). Исследуемые мутантные линии характеризуются преждевременной деградацией симбиотических структур – ранним старением клубеньков.

В качестве маркерных «генов старения» были выбраны гены цистеиновых (*PsCyp1*, *PsCyp15a*) и тиоловой (*PsTPP*) протеаз, ген фактора транскрипции *bZIP* (*PsATB2*), ген гиббереллин 2-β-оксидазы (*PsGAOx2*), гены АСС синтетазы и оксидазы (*PsACS2*, *PsACO1*), ген альдегид оксидазы 3 (*PsAO3*).

С помощью ПЦР в режиме реального времени было показано повышение экспрессии выбранных «генов старения» с увеличением возраста клубеньков родительской и мутантных линий гороха. В рано стареющих клубеньках мутантов на четвертой неделе после инокуляции, соответствующей пику азотфиксации у исходной линии, уровень транскриптов анализируемых генов был значительно выше по сравнению с родительской линией SGE.

Для выявления тканевой и клеточной специфичности с помощью лазерной микродиссекции был проведен анализ экспрессии маркерных «генов старения» в инфицированных клетках зон азотфиксации и старения. Было показано повышение уровня экспрессии *PsCyp15a*, *PsTPP*, *PsATB2*, *PsGAOx2*, *PsAO3* и *PsACO1* генов с увеличением степени деградации клеток клубенька.

Таким образом, показана позитивная регуляция процесса старения симбиотического клубенька гороха этиленом, абсцизовой кислотой и транскрипционным фактором *PsATB2*, негативная регуляция гиббереллиновой кислотой, а также активная роль в старении цистеиновых и тиоловой протеаз.

Работа поддержана грантами Президента РФ (НШ-4603.2014.4) и РФФИ (14-04-00383).

### Участие плазмалеммной H<sup>+</sup>-АТФазы в инициации растяжения клеток при прорастании семян

The involvement of plasmalemma H<sup>+</sup>-ATPase to initiate by cell elongation in germinating seeds

Синькевич И.А., Литягина С.В.

Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, Москва, Россия

*sinkevich\_ia@mail.ru*

Прорастание семян многих видов растений осуществляется за счет растяжения клеток зародышевой оси. Известно, что растяжение клеток происходит по механизму так называемого «кислого роста», в основе которого лежит разрыхление полимеров клеточных оболочек в результате подкисления их ионами водорода, которые выделяются ферментом H<sup>+</sup>-АТФазой (протонной АТФазой) (КФ 3.6.3.6), – трансмембранным белком, локализованным в плазмалемме клеток. Протонная АТФаза использует гидролиз АТФ как источник энергии для переноса H<sup>+</sup> ионов из цитоплазмы через плазмалемму в клеточные оболочки в обмен на транспортируемые в клетку ионы K<sup>+</sup>. Целью этой работы было изучить, как функционирует фермент H<sup>+</sup>-АТФаза при прорастании семян. Объектами исследования были ортодоксальные семена кормовых бобов и рекальцитрантные семена конского каштана. У этих семян при прорастании растяжение клеток значительно опережает деление. Было показано, что активное выделение H<sup>+</sup> предшествует началу растяжения клеток осевых органов конского каштана и кормовых бобов. Динамика активации выделения протонов при прорастании отличалась от динамики гидролиза АТФ. В семенах конского каштана, которые сохраняют высокую влажность при созревании (62-65%), было обнаружено существенное возрастание гидролитической активности H<sup>+</sup>-АТФазы у проклюнувшихся (в 2,5 раза) и растущих растяжением осевых органов каштана (в 3,5 раза) по сравнению с непроклюнувшимися. При прорастании семян бобов, которые теряют воду при созревании (влажность 8-10%) гидролитическая активность H<sup>+</sup>-АТФазы была низкой до тех пор, пока осевые органы не достигали длины 1,5 см после проклеивания. Затем активность возрастала в 3-4 раза. Таким образом, выделение протонов H<sup>+</sup>-АТФазой усиливается при прорастании семян гораздо раньше, чем активируется гидролитическая способность фермента. Следовательно, активация роста растяжением путем усиленного выделения протонов этим ферментом опережает ускорение его гидролитической активности.

### **Ферменты с антиоксидантной активностью при низкотемпературном стрессе холодостойких растений**

Antioxidant enzymes of cold tolerant plants stressed with low temperature

Синькевич М.С.

Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, Москва, Россия

*sinkevich\_m@mail.ru*

В устойчивости растений к холоду существует несколько причин повреждения и соответствующие механизмы защиты. Так, для холодостойких растений, типичным представителем которых является арабидопсис (*Arabidopsis thaliana* (L.) Heinh), одним из важнейших факторов является дисбаланс образования и утилизации активных форм кислорода (АФК). После закаливания эти растения повышают устойчивость к последующему более жесткому охлаждению. Изучали изменения, происходящие с холодостойкими растениями при закаливании и определяющих их повышенную устойчивость по сравнению с теплолюбивыми видами.

Среди компонентов антиоксидантной системы важнейшая роль в утилизации АФК принадлежит антиоксидантным ферментам: супероксиддисмутазе (СОД), пероксидазам и каталазе. В данной работе изучали изменения их изоферментного спектра в процессе закаливания с применением методов, описанных в нашей предыдущей работе [Нарайкина, Синькевич // Физиология растений, 2014, т. 61, с. 359-366].

В процессе адаптации растений арабидопсиса при низкой температуре новые формы СОД не экспрессировались, а только перераспределяли свою активность. Общая активность СОД изменялась за счет Fe-СОД и Cu/Zn-СОД. Наибольшим изменениям при закаливании арабидопсиса подвергаются Cu/Zn-изоформы, причем максимум их активности соответствует максимуму общей активности СОД. Обнаружены три изоформы гваяколовых пероксидаз, причем изменения одной из них соответствуют изменениям общей активности фермента. При анализе листьев мы обнаружили две изоформы каталазы (CAT2 и CAT3), причем наиболее активна была CAT2 изоформа, колебания активности которой соответствовали изменениям общей активности ферментов.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект №16-34-01378 мол\_а).

### **Математическое моделирование процесса изоляции меристем картофеля при введении в культуру *in vitro* с целью оздоровления перспективных сортов**

Mathematical modeling of the isolation of potato meristems, when introduced into the crop *in vitro* with the purpose of improvement of the long-term varieties

Толоконцев Д.В.

Костромская государственная сельскохозяйственная академия, Кострома, Россия

*tolokontsev@gmail.com*

Для внедрения в практику оригинального семеноводства техники культуры ткани необходимо дальнейшее усовершенствование эффективности способов введения картофеля в культуру *in vitro*, оздоровления и микрклонального размножения. В настоящее время распространены и используются относительно токсичные стерилизующие вещества (сулема, диацид, гипохлориты кальция и натрия и др.) экспозиции и концентрации которых подбираются экспериментально. Как правило, исследователю приходится эмпирически в каждом случае оптимизировать параметры ведения в культуру *in vitro*. Актуален поиск стерилизующих агентов с минимальной фитотоксичностью и математическое моделирование процесса введения в культуру.

Объектом исследования служили сорта картофеля Жуковский ранний, Удача, Невский, Аврора. Как альтернатива традиционным стерилизующим агентам был выбран хлогексидина биглюконат. В качестве контроля использовался гипохлорит натрия. Математическая обработка данных осуществлялась с помощью программы EXEL и ППП «STRAZ».

Предложено стерилизующее вещество с низкой фитотоксичностью – хлогексидина биглюконат. Разработан регламент использования хлогексидина биглюконата в качестве стерилизующего вещества для введения в культуру *in vitro* картофеля для перспективных сортов. Установлено, что на приживаемость изолированных меристем влияют следующие факторы: размер меристемы, тип и концентрация стерилизатора, время экспозиции. Сортные особенности на приживаемость меристем влияют в меньшей степени. На основании экспериментальных данных проведен множественный регрессионно-корреляционный анализ. Получены уравнения, по которым можно рассчитать параметры введения в культуру *in vitro* картофеля для оздоровления при помощи техники апикальной меристемы.

### **Роль гормонов в регуляции роста растений ячменя при дефиците питания**

The role of hormones in the regulation of growth of barley plants at the deficit of nutrition

Трекозова А.В., Высоцкая Л.Б., Кудоярова Г.Р.

Уфимский Институт биологии РАН, Уфа, Россия

*vysotskaya@anrb.ru*

Рост и развитие растений зависит от доступности неорганического фосфора, однако он находится в почве в трудно доступной для растений форме. Изменения в архитектуре корневой системы - один из механизмов

решения данной проблемы. Целью работы было выявление роли гормонов в регуляции роста растений ячменя при дефиците питания.

Трехсуточные проростки растений ячменя *Hordeum vulgare* сорта Прерия переносили на светоплощадку, помещая на плотиках в сосуды с 10%-ным раствором Хогланда-Арнона (Х-А) (контроль), 10%-ным Х-А без фосфата калия и 10%-ным Х-А, в котором фосфат калия был заменен на фосфат натрия.

Отсутствие фосфора в питательном растворе через пять дней приводило к ингибированию роста растений, при этом рост корня поддерживался на уровне контроля. Обнаруженное нами накопление АБК в корнях может быть связано с перераспределением массы в пользу корней. Нами было показано, что разбавление питательного раствора вызывало у растений пшеницы торможение роста побега, обусловленное снижением содержания цитокининов. Дефицит фосфора не влиял на общее содержание цитокининов в растениях ячменя, но они накапливались в корнях, возможно, в результате нарушения их оттока. Повышенное содержание цитокининов в корнях при неизменном содержании ауксинов, с которыми связывают ветвление корней, могло быть причиной снижения плотности боковых корней у растений ячменя при отсутствии фосфора в среде. В формировании архитектуры корня могло внести свой вклад накопление АБК в корнях, поскольку показано, что она может тормозить закладку боковых корней и контролировать проявление активации роста корней ауксином.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, грант №15-04-04750.

**Высокие фотосинтез и продуктивность лишеного хлорофилла *b* мутанта ячменя *chlorina* 3613 - результат адаптивных перестроек тилакоидной мембраны и изменений ретроградного сигналинга**  
The highly productive phenotype *chlorina* 3613 barley mutant lacking chlorophyll *b* as a result of thylakoid membrane arrangements and changes in retrograde signaling

Тютерева Е.В.<sup>1</sup>, Brenner W.G.<sup>2</sup>, Иванова А.Н.<sup>1</sup>, Дмитриева В.А.<sup>1</sup>, Pawlowski K.<sup>3</sup>, Войцеховская О.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> Freie Universitaet Berlin, Berlin, Germany

<sup>3</sup> Stockholm University, Stockholm, Sweden

*ETutereva@binran.ru*

Нарушения в каталитическом домене фермента хлорофиллид-*a*-оксигеназы (CAO) высших растений приводят к полному отсутствию хлорофилла *b* в антенных комплексах обеих фотосистем у мутантов CAO, что проявляется в замедлении роста, снижении фотозащиты и фотосинтеза. Ранее нами впервые было показано, что мутант ячменя *chlorina* 3613 (*clo-f2<sup>3613</sup>*), экспрессирующий CAO с неактивным каталитическим доменом (Mueller et al., 2012), в постовенильном периоде онтогенеза при определенных условиях выращивания в открытом грунте способен восстанавливать фотосинтетическую и семенную продуктивность до уровня дикого типа (Тютерева с соавт., 2011, 2014). При этом был выявлен комплекс адаптивных изменений, способствующих восстановлению фотосинтеза и продуктивности. (1) Обнаружено увеличение содержания некоторых белков малой и большой антенн ФС2, а также накопление комплексов ФС2 на фоне сохранения содержания ФС1 и отсутствия тримеров ССК2. (2) Изучение архитектуры тилакоидной системы выявило значительное снижение уровня фотодеструкции. (3) Интенсификация CO<sub>2</sub>-газообмена листьев коррелировала с увеличением способности к рассеиванию избытка энергии света по механизму нефотохимического тушения флуоресценции и со снижением уровня продукции синглетного кислорода в листьях на свету. Примечательно, что до восстановления фотосинтетической продуктивности растения-мутанты отличались замедленным прохождением фазы перехода к цветению, а повышение фотосинтеза сопровождалось восстановлением процесса перехода растений к цветению. Мы предполагаем, что это связано с изменениями сигналов, поступающих от хлоропластов к ядру. Данные транскриптомного анализа указывают на возможное участие компонентов сразу нескольких сигнальных путей в этом процессе.

Исследование организации фотосинтетического аппарата растений ячменя (мутантов и дикого типа) поддержано РНФ (№14-16-00120). Использовались оборудование ЦКП БИН РАН, и Ресурсного центра СПбГУ. Исследования морфологических изменений выполнены в рамках госзадания №01201255613.

**Динамика содержания низкомолекулярных антиоксидантов в процессе холодовой адаптации пшеницы**

Dynamics of content of low molecular antioxidants during cold adaptation of wheat

Фенько А.А., Репкина Н.С., Венжик Ю.В., Таланова В.В.

Институт биологии КарНЦ РАН, Петрозаводск, Россия

*angelina911@ya.ru*

В зависимости от интенсивности низкотемпературного воздействия содержание низкомолекулярных антиоксидантов в растениях и их устойчивость могут значительно изменяться. В связи с этим, целью работы было изучение влияния низких закалывающих температур (4, 8 и 12 °C) на холодоустойчивость, содержание пролина и

глутатиона, а также уровень транскриптов генов ферментов, участвующих в их синтезе, у пшеницы (*Triticum aestivum* L.) с. Московская 39.

Воздействие температур 4, 8 и 12 °С в течение 7 сут на проростки приводило к постепенному увеличению их холодоустойчивости, причем чем ниже была действующая температура, тем выше прирост устойчивости.

Уже в начальный период (1–5 ч) действия температур 4, 8 и 12 °С наряду с повышением холодоустойчивости у пшеницы отмечена аккумуляция свободного пролина. В дальнейшем его содержание продолжало возрастать и было максимальным при температуре 4 °С. Повышение уровня пролина коррелировало с накоплением транскриптов гена WP5CS, кодирующего пролин-5-карбоксилат синтетазу. Наибольшее содержание мРНК гена WP5CS наблюдалось при температуре 4 °С на 6 сут воздействия.

Содержание глутатиона при действии температуры 4 °С увеличивалось уже через 1 ч, затем постепенно снижалось, но даже к концу эксперимента оставалось довольно высоким. Содержание транскриптов гена GS3, кодирующего фермент синтеза глутатиона, при температурах 4 и 8 °С первоначально (1–5 ч) повышалось, в дальнейшем несколько снижалось, но даже на 7 сут превышало исходный уровень, а при температуре 12 °С увеличивалось в течение всего воздействия.

Полученные данные свидетельствуют о том, что динамика содержания низкомолекулярных антиоксидантов и накопления транскриптов генов, кодирующих ферменты их синтеза, зависят от интенсивности холодого закаливания: чем она выше, тем больше степень проявления адаптивных изменений, направленных на формирование повышенной устойчивости растений пшеницы.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 14-04-31676–мол\_а).

### **Регуляция активности протонных помп плазмалеммы и тонопласта на транскрипционном уровне в ходе роста растяжением клеток табака**

The regulation of proton pumps in plasma membrane and tonoplast at the transcription level during elongation in tobacco cells

Чэнь Т., Прокопьева Ю.П., Михайлова Ю.В., Емельянов В.В., Шишова М.Ф.

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

ctz1985@mail.ru

На модельной системе, представленной синхронизированными клетками суспензионной культуры табака VBI-0, выявлено нелинейное изменение активности  $H^+$ -АТФаз как плазмалеммы, так и тонопласта, что обусловлено не только пост-трансляционными изменениями ферментов, но и механизмами транскрипционной регуляции. Было показано усиление экспрессии генов *PMA1*, *PMA2*, *PMA3*, *PMA5*, кодирующих  $H^+$ -АТФазу плазмалеммы на 2 неделю развития суспензионной культуры табака. Наряду с этим выявлено усиление экспрессии гена *NtVaB*, кодирующего В субъединицу  $H^+$ -АТФазы тонопласта. Вестерн-блотт анализ доказал, что усиление экспрессии генов, кодирующих  $H^+$ -АТФазу плазмалеммы, соответствует увеличению содержания фермента в составе фракции плазмалеммы, полученной из клеток табака. Аналогично – усиление экспрессии гена, кодирующего В субъединицу  $H^+$ -АТФазы тонопласта, коррелирует с увеличением содержания фермента в составе общемикросомальной фракции. И, наконец, максимальная гидролитическая активность ферментов, как и повышение уровня экспрессии, зарегистрировано на 2-ой неделе развития при максимальной интенсивности роста растяжением клеток суспензионной культуры табака VBI-0.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ 13-04-00945-а.

### **Окислительные повреждения белков и липидов растений в условиях аноксии и последующей реэрации**

Oxidative damage of proteins and lipids in plants under anoxia and post-anoxic oxidative stress

Шиков А.Е., Ласточкин В.В., Емельянов В.В., Чиркова Т.В.

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

shik-999@inbox.ru

Воздействие неблагоприятных условий на живые организмы распространено в природе. Его результатом часто является окислительный стресс, который способствует апоптозу и нарушению метаболизма. Фактором, провоцирующим окислительный стресс, часто является кислородная недостаточность, во время которой останавливаются метаболические процессы и накапливаются продукты обмена. Обычно растения, устойчивые к окислительному стрессу, оказываются более жизнеспособными.

Объектами исследования были выбраны проростки риса (*Oryza sativa*) и пшеницы (*Triticum aestivum*). Уровень перекисного окисления липидов (ПОЛ) определяли по концентрации малонового диальдегида. Количество пероксида водорода и супероксиданионрадикала определяли спектофотометрически. Карбонилирование белков проверялось на спектрофотометре с окрашиванием динитрофенилгидразином.

Было показано, что аноксия вызывает снижение ПОЛ. Процесс усиливался в ходе реэрации у обоих растений, хотя у пшеницы это было более заметно. После длительных сроков аноксии ПОЛ у пшеницы достигает пика.

Анализ содержания активных форм кислорода (АФК) показал, что исходный уровень супероксида и  $H_2O_2$  у риса был выше, чем у пшеницы. Аноксия вызывала снижение их продукции, а реэрация – накопление АФК. При этом у пшеницы наблюдали резкое увеличение пероксида. Полученные данные позволяют заключить, что накопление АФК у пшеницы индуцирует окислительное повреждение мембран, менее заметное у риса. Степень окислительного карбонилирования белков в побегах риса оставалась относительно постоянной, а в корнях несколько возрастала. В побегах пшеницы наблюдалась тенденция к увеличению содержания карбонилированных форм, а в корнях – динамика сходная с таковыми риса.

Усиленная продукция окислителей в тканях пшеницы провоцировала повреждение мембран и белков, вызывая гибель клеток. У риса, наоборот, поддерживался относительно постоянный уровень АФК, что препятствовало ПОЛ и окислительным модификациям белков.

Исследования поддержаны грантами РФФИ 12-04-01029, 15-04-03090.

## VI. ЭМБРИОЛОГИЯ И РЕПРОДУКТИВНАЯ БИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

### К дискуссии об эволюции реакции самонесовместимости у цветковых растений: структурно-функциональный аспект

To the discussion about the evolution of self-incompatibility reaction in angiosperm: structural-functional aspect

Вишнякова М.А.

Всероссийский научно-исследовательский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова, Санкт-Петербург, Россия

*m.vishnyakova@vir.nw.ru*

Самонесовместимость – наиболее распространенный механизм, предотвращающий самооплодотворение у цветковых растений.

Гомоморфная самонесовместимость, как известно, делится на два типа: гаметофитную и спорофитную в соответствии с генетическим контролем. Они различаются морфологическим проявлением реакции отторжения мужских гаметофитов пестиком, временем осуществления реакции и целым рядом ее структурно-функциональных атрибутов. Генетический контроль самонесовместимости, не смотря на длительную историю изучения, однозначно не определен. Полагают, что во многих семействах самонесовместимость детерминирует мультиаллельный S-локус, который раньше называли «супергеном» (Суриков, 1972). Молекулярные механизмы узнавания и отторжения пыльцы, как показали современные исследования, различны в разных семействах (Charlesworth, 2010; Wu et al., 2013; Yamamoto, Nishio, 2014 и др.).

Практически единодушно принято считать более примитивным характер гаметофитного типа (Whitehouse, 1950; Brewbaker, 1957, 1959; Crowe, 1964; Pandey, 1958, 1960, 1980). Свидетельствами этого являются, во-первых, его наличие у более примитивных двудольных и однодольных: Magnoliales, Winterales, Hammemelidales, Nymphaeales, в то время как спорофитная самонесовместимость свойственна представителям в основном высших порядков: Asterales, Carpparales, Caryophyllales, Malvales. Во-вторых, видам с гаметофитной самонесовместимостью присущи 2-клеточные пыльцевые зерна, пестики с влажным рыльцем и полым столбиком, а сама реакция осуществляется в столбике или завязи, что свидетельствует о более низком эволюционном статусе ее механизмов.

Видам со спорофитной самонесовместимостью присущи более высоко организованные генеративные структуры, задействованные в реакции: 3-клеточная пыльца, пестики с сухим рыльцем и сплошным столбиком, а также более раннее осуществление реакции отторжения - на рыльце. При этом рыльце покрыто специализированным структурным образованием – пелликулой, которой принадлежит компетенция узнавания пыльцы. Полагают, что однолокусная (ген S) мультиаллельная гаметофитная самонесовместимость дала начало с одной стороны спорофитной системе (ген S) и с другой стороны - двухлокусной гаметофитной самонесовместимости злаков (гены SZ) (Pandey, 1960; Lundqvist, 1962; Crowe, 1964; Суриков, 1972).

Существует, однако, альтернативное мнение. По характеру скульптуры экины ранних покрытосеменных, а также времени возникновения у них столбика M. Zavada (1984), а также M. Zavada и T.N. Taylor (1986) предлагают считать более примитивной спорофитную систему самонесовместимости.

Таким образом, единая сущность реакции - отторжение пестиком собственных мужских гаметофитов - у видов со спорофитной и гаметофитной самонесовместимостью проявляется по-разному. Между тем, если существует эволюционная преемственность двух систем, она должна найти отражение и в морфологических признаках реакции гаметофитного и спорофитного типов.

Не смотря на принципиальное различие типов пыльцевых зерен, рылец, столбиков и места проявления реакции у видов с гаметофитной и спорофитной самонесовместимостью имеется множество примеров промежуточного свойства, т. е. наличие у одного вида признаков обоих типов реакции. На основе этих фактов, а также анализа разнообразия морфологического проявления реакции у представителей 12 семейств покрытосеменных, анализе эволюции структуры и роли спорофита (пестика и тапетума), а также мужских гаметофитов мы предположили пути эволюции ее структурных механизмов на уровне клеток, тканей и органов. Предложенные представления позволяют, во-первых, примирить две дискуссионные позиции о месте и времени экспрессии гена S в спорофитной системе самонесовместимости, во-вторых, объяснить структурные основы разнообразного морфологического проявления реакции у разных видов и, наконец, обнаружить эволюционную преемственность структурных механизмов реакции двух типов, позволяющую объяснять примеры исключения из правил, а именно промежуточный или нетипичный для данного типа контроля характер ее морфологического проявления у многих видов.

Не беря на себя ответственности за интерпретацию генетической сущности реакции, мы на основе ее морфологического проявления предлагаем следующие этапы эволюции несовместимого взаимодействия мужского гаметофита с пестиком.

1. Спорофит—гаметофит (наиболее примитивный). Осуществляется в случае домейотической экспрессии гена S в спорофите и локализации его продуктов в интине/пыльцевой трубке и наличия компетенции узнавания у самого женского гаметофита. Пыльцевая трубка, донся спорофитные вещества узнавания до женского гаметофита, встречается с его детерминантами и отторгается. Морфологически это выражается в ингибировании пыльцевой трубки в завязи: перед зародышевым мешком или при входе в него. Проводя аналогию с голосеменными, где микроспора прорастает на поверхности яйцеклетки, перед этим преодолев сравнительно малое

расстояние через ткань нуцеллуса, можно предположить, что такого рода взаимодействие могло возникнуть у ранних цветковых, карпели которых еще не образовали пестик с присущими ему структурами и функциями, что допускает, во-первых, наличие «голых» семязпочек, во-вторых, отсутствие у пестика функции узнавания. Возможно, что именно этот тип реакции наблюдается у *Theobroma cacao* (Core, 1962) и генетически квалифицируется как гаметофитно-спорофитный (Pandey, 1970).

2. Гаметофит—гаметофит. Осуществляется в случае более поздней экспрессии гена S — в цитоплазме пыльцевого зерна и наличия компетенции узнавания у женского гаметофита. Пыльцевая трубка, в данном случае несущая гаметофитные детерминанты узнавания, реагирует с продуктами женского гаметофита. Ингибирование взаимодействия также осуществляется в завязи, что присуще многим видам с гаметофитным контролем самонесовместимости.

3. Гаметофит—спорофит. Принципиальное отличие от предыдущего взаимодействия заключается в отдалении продуктов узнавания от женского гаметофита в спорофитные ткани пестика. Реакция отторжения осуществляется в разных районах столбика, что характерно для видов с гаметофитным контролем. При наличии пелликулы, как это наблюдается в сем. Роасеае, реакция осуществляется на рыльце.

4. Спорофит—спорофит (наиболее совершенный). Осуществляется в случае постмейотической экспрессии гена S — в тапетуме. Компетенция узнавания принадлежит продуктам спорофита: экзине или трифине у пыльцевого зерна и спорофитным тканям пестика. Кульминацией специализации пестика как органа узнавания является наличие на рыльце пелликулы. Кульминацией же совершенствования самой реакции самонесовместимости является отсутствие прилипания пыльцы на рыльце как результат взаимодействия трифины и пелликулы. Полагаем, что подобное взаимодействие наблюдается при действии так называемых «сильных» аллелей самонесовместимости у *Brassica*.

### **Феномен «сиамских зародышей» у покрытосеменных растений:**

#### **Кливажная полиэмбриония, фасциации и происхождение однодольного зародыша**

The phenomenon of “Siamese embryos” in Angiosperms: cleavage polyembryony, fasciations and monocot embryo origin

Титова Г.Е.

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия  
galina\_titova@mail.ru

Кливажная (монозиготическая) полиэмбриония представляет собой феномен образования генетически идентичных однойцевых близнецов – двоен, троен и т.д., образующихся за счет т.н. «расщепления» (“cleavage”) клеток зиготического зародыша; причем данный феномен свойственен как покрытосеменным, так и голоосеменным растениям. Кливажная полиэмбриония обычно осуществляется на очень ранних стадиях развития зародыша – зиготы или проэмбрио (до отделения протодермы), причем в последнем случае новые зародыши могут возникать как из отдельных клеток собственно зародыша, так и суспензора (суспензорная полиэмбриония). Во всех этих случаях все образующиеся в семени зародыши в ходе развития формируют собственные оси (апекс побега – апекс корня) и становятся независимыми (Lakshmanan, Ambegaokar, 1984; Sharma, Thorpe, 1995; Durzan, 2008; Batygina, Vinogradova, 2007; Batygina, Osadtchiy, 2013).

Однако у покрытосеменных растений (двудольных, однодольных) также выявлены случаи образования в семени особых полимерных зародышей, обладающих множественными, часто слившимися в той или иной степени органами (апексами побегов, семядолями, а иногда и корнями) и возникающих на более поздних стадиях эмбриогенеза. Формирование таких структур может происходить в семени спонтанно в условиях *in vivo*, но чаще связано с воздействием различных обработок *in situ* и *in vitro* – ростовых веществ, ингибиторов полярного транспорта ауксинов, РГ-облучения и др. Природа возникновения таких полимерных образований является спорной. Одни авторы рассматривали их как проявление кливажной полиэмбрионии (Naccius, 1955; Erdelska, Vidovencova, 1994), другие считали применение к полимерным структурам термина «кливажные зародыши» неправомерным, так как составляющие их компоненты не являются полностью самостоятельными (Ferguson et al., 1979). Некоторые авторы даже относили полимерные зародыши к разряду явления «вегетативной полиэмбрионии» – своеобразного растительного педогенеза («детского размножения»), возникающего партеногенетически под действием ростовых веществ (Яковлев, Снигирев, 1954).

Существенный вклад в понимание строения полимерных зародышей у однодольных растений (*Poaceae*) внесли С. Ficsher et al. (1997), индуцировавшие их образование воздействием на изолированные зародыши пшеницы *in vitro* (в глобулярной стадии и стадии перехода к органогенезу) ингибиторов полярного транспорта ауксина – НФК и кверцетина. Авторы дали описание числа и топографии множественных органов в сформированных полимерных зародышах, выделив 2 класса их фенотипов – «Множественные щитки» и «Множественные меристемы побега», причем 2-ой класс фенотипов включал 2 основные группы фенотипов (в зависимости от числа и топографии органов): «Сердечковидные сиамские зародыши» и «Сиамские зародыши спина-к-спине». Большинство полимерных зародышей класса фенотипов «Множественные меристемы побега» имели одну первичную меристему корня, хотя иногда наблюдалось образование двух, а в случае фенотипов «Сиамские зародыши спина-к-спине» – и множественных первичных корней. Однако в таких случаях составляющие полимерные структуры единицы оставались сросшимися друг с другом или в своей проксимальной части, или (в чрезвычайных случаях) – лишь в области щитков. Согласно С. Fischer et al. (1997), полимерные

зародыши с одним общим первичным корнем следует определять как частичное умножение зародышевых осей, тогда как с множественными первичными корнями – как их полное умножение (полиэмбрионию).

C. Ficsher et al. (1997) установили, что основной физиологический механизм такого своеобразного проявления полиэмбрионии состоит в нарушении полярных потоков ауксинов в процессе становления билатеральной симметрии зародыша, однако точная природа данного явления и структурный механизм его возникновения остались до конца не выясненными. Во многом это связано с тем, что работа данных авторов являлась в большей степени физиологической и в ней, как и во многих других работах по анализу строения таких полимерных структур, отсутствовали детальные данные по их развитию, особенно заложению и анатомии их множественных органов.

В ходе работы по индукции андроклиной гаплоидии в культуре изолированных пыльников пшеницы *in vitro* был получен ряд фенотипов эмбриоидов, аналогичных некоторым аномальным фенотипам зародышей этого вида из класса «Множественные меристемы побега», полученных C. Ficsher et al. (1997) (Сельдиминова, Титова и др., 2013). При описании таких структур *in vitro* мы придерживались термина «полиэмбриоид» (по Brisibe et al., 2000), который, с нашей точки зрения, наиболее корректен и соответствует термину «polyembryo» для характеристики аналогичных явлений в условиях *in vivo* (Batygina, Osadtchiy, 2013). Нам удалось проследить генезис таких полиэмбриоидов пшеницы (в сравнении с «моноэмбриоидами» и зиготическими зародышами) и более точно идентифицировать их морфологическую природу (Титова и др., в печати).

Проведенное исследование позволило прийти к следующему заключению.

1. Феномен «Сиамских зародышей» пшеницы, с точки зрения классической эмбриологии растений, действительно, следует рассматривать как одно из проявлений кливажной полиэмбрионии, осуществляющейся, однако, на поздних стадиях эмбриогенеза («delayed cleavage» по Erdelska, Vidovencova, 1994), что обуславливает специфику проявления данной формы кливажной полиэмбрионии.

2. Специфика проявления кливажной полиэмбрионии на поздних стадиях эмбриогенеза состоит не только в вовлечении в этот процесс крупных кластеров клеток (Erdelska, Vidovencova, 1994), но также в ряде специфических особенностей заложения и развития органов у единиц, составляющих полимерные структуры. Эти особенности свидетельствуют о том, что кливажная полиэмбриония в этих случаях сопровождается фасциациями. Причем полиэмбриоиды выявленных фенотипов проявляют типичные признаки всех 3-х известных типов фасциаций – радиальной («Сиамские зародыши спина-к-спине»), линейной («Сердечковидные сиамские зародыши» с линейным расположением щитков) и, очевидно, кольцевой («Сердечковидные сиамские зародыши» с радиальным расположением единиц, но со щитками, ориентированными друг к другу вентрально).

3. Анализ генезиса полиэмбриоидов и заложения их органов свидетельствует о том, что в ходе их развития происходит подавление меристематической активности клеток первичной оси эмбриоида с образованием нескольких новых, вторичных осей; причем по способу заложения органов на вторичных осях меристема побега является осевым органом, щиток – латеральным выростом этой оси, а колеоптиль – производным меристемы побега – ее первым органом, сросшимся, однако, со щитком.

4. Данные по генезису полиэмбриоидов пшеницы подтверждают идею М.Ф. Даниловой (1961) о возможности проявления разных типов фасциаций не только на поздних этапах онтогенеза - в ходе формирования вегетативного и генеративного побега, но и в эмбриональный период, причем на самых ранних его стадиях – при становлении оси зародыша. При этом автор отметила раннюю точку зрения А. Braun (1859) о возможной связи фасциаций с полиэмбрионией. В настоящее время проявление фасциаций у зародыша показано у ряда мутантных растений: мутанта *Arabidopsis ampl* с увеличенным размером апекса глобулярного зародыша (с 3 или большим числом семядолей) (Howell et al., 2003); мутанта *Zea mays abphyll* с увеличенной апикальной меристемой побега зрелого зародыша и нарушением филлотаксиса (Jackson, Hake, 1999). Однако в этих работах не выявлено связи фасциаций с полиэмбрионией. У мутанта *OsPE* риса (Puri et al., 2010; Paul et al., 2012), с нашей точки зрения, проявляющего полиэмбрионию с образованием полимерных структур по типу «Сиамских зародышей спина-к-спине» пшеницы, наоборот, осталась без внимания ее очевидная связь с фасциацией.

5. Данные по генезису микроспориальных полиэмбриоидов пшеницы различных фенотипов также позволяют внести вклад в решение проблемы природы фасциаций. Как известно, существуют две основные точки зрения в отношении этого вопроса. Согласно первой, фасцированный орган есть результат конгенитального срастания нескольких компонентов/нескольких меристем. Один из внешне-морфологических признаков срастания – наличие в фасцированном органе отдельных компонентов, сохраняющих до некоторой степени свою самостоятельность и стремящихся к обособлению. Согласно второй точке зрения, фасциация есть результат разрастания единственной точки роста/увеличения пула клеток в единственной меристеме (обзоры: Данилова, 1961; Choob, Sinyushin, 2012). Наши данные свидетельствуют о том, что фасциация у полимерных эмбриоидов пшеницы есть результат конгенитального срастания отдельных компонентов - множественных зародышей и их органов. В ходе их развития нами прослеживались отчетливые следы и последовательные этапы слияния множественных зародышей и их органов – от частичного до полного (без признаков произошедшего слияния во внешней морфологии единых синтетических структур). В частности, часто отмечались увеличенные в размере протяженные апикальные меристемы побегов и щитки, а в синтетических органах были четко различимы их свободные дистальные части.

Дальнейший анализ взаимосвязи между различными проявлениями феноменов кливажной полиэмбрионии и фасциаций в эмбриогенезе растений *in vivo*, *in situ* и *in vitro* имеет важное прикладное и теоретическое значение. Образование полимерных зародышей/эмбриоидов с аномалиями развития меристем нередко препятствует их конверсии в проростки в культуре *in vitro*. Хотя большинство полимерных зародышей пшеницы, наблюдаемых в

работе С. Fischer et al. (1997) и в нашем эксперименте, были способны к дальнейшему развитию и прорастанию. Известно, что фасцированные формы являются источником создания новых форм растений с ценными измененными признаками – филлотаксиса, многоцветковости, повышенной продуктивности и др. (Данилова, 1961, и др.). Вместе с тем, детальный анализ заложения и развития органов у полимерных зародышей при кливажной полиэмбрионии и фасциациях представляет огромный интерес для решения ряда сложных фундаментальных проблем биологии развития растений – механизмов становления полярности и симметрии в их эмбриогенезе; эволюция эмбриогенеза семенных растений.

Как отмечено выше, феномен кливажной полиэмбрионии – общее свойство голосеменных и покрытосеменных растений, хотя особенно характерен для голосеменных и, несомненно, играл большую роль в эволюции их эмбриогенеза. Специфическое проявление данного феномена у покрытосеменных растений – «поздний кливаж», сопровождающийся фасциациями разных типов, приводящий к образованию полимерных «сиамских» зародышей и до настоящего времени не выявленный у голосеменных растений, заслуживает особого внимания. Значение выявления природы фасциаций, приводящих к изменениям в числе и топографии органов растений путем конгенитальных срастаний и их важная роль в формообразовательных процессах, подчеркивалось неоднократно. При этом особое значение в таких исследованиях придается сравнительному анализу этих изменений в историческом аспекте, на основе изучения разных таксонов растений (Данилова, 1961). Дальнейший анализ фенотипов зародышей злаков «Множественные меристемы побега» и «Множественные щитки» в свете полученных данных по заложению их органов может внести вклад в решение проблемы происхождения зародыша голосеменных и покрытосеменных растений, а также проблемы однодольности: известно, что зародыши двудольных и однодольных растений различаются именно по типу симметрии и числу органов. Особый интерес – с точки зрения феномена «Сиамских зародышей» у пшеницы – представляет рассмотрение структуры зародыша у видов *Trituria* – представителей сем. *Hydatellaceae*, перенесенных, согласно данным молекулярной филогенетики, из однодольных в базальные покрытосеменные (пор. *Nymphaeales*) и обладающие двумя гаусториальными семядолями с необычной влагиалищной структурой в основании (Sokoloff et al., 2013, 2014; Freedman, 2014). Не исключено, что объяснение механизма возникновения такой необычной структуры зародыша *Trituria* возможно именно с позиций феномена «Сиамских зародышей» или фенотипов «Множественные щитки». При этом переход к однодольности (от нимфейных и гидателловых) мог происходить на основе фасциаций (конгенитального срастания) органов, что согласуется с интерпретацией структуры зародыша злаков как результата синкотилии (Данилова, Соколовская, 1975), хотя и более сложной по природе.

### Половые клетки и половой процесс у растений и животных

#### Sexual cells and sexual process in plants and animals

Шамров И.И.

Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия  
ivan.shamrov@gmail.com

Гаметы, представленные сперматозоидами (спермиями у семенных растений) и яйцеклетками, в отличие от соматических клеток имеют гаплоидный набор хромосом. Механизмы формирования гамет универсальны, хотя место их локализации, время возникновения и некоторые структурные характеристики имеют специфические особенности.

У растений цикл воспроизведения включает в себя смену ядерных фаз ( $2n$  и  $n$ ) и поколений (спорофита и гаметофита). У высших растений формируются особые органы спороношения – спорангии, формирование которых происходит в рамках двух типов (Goebel, 1881): лептоспорангиатного (из одной клетки; стенка спорангия представлена эпидермальным слоем; лептоспорангиатные, или настоящие папоротники) и эуспорангиатного (за счет нескольких клеток; стенка спорангия обычно многослойная; большинство высших растений). Спорангии имеют разное происхождение: эпидермальное у споровых растений, эпидермальное либо субэпидермальное у голосеменных, субэпидермальное у покрытосеменных, хотя возникновение мегаспорангия из клеток эпидермы было описано у орхидных (Hofmeister, 1861) и *Dioscorea caucasica* (Торшилова, Рудский, Шамров, 2012). Как при эпидермальном, так и субэпидермальном происхождении, под эпидермой сначала возникают инициалы всего спорангия, за счет дифференцирующих делений которых отделяются внутрь производные внутренней области стенки спорангия, а наружу – клетки археспория (Шамров, 2008б). Последние часто также претерпевают дифференцирующие деления на парietальные клетки наружу и спорогенные – внутрь (кроме цветковых растений с тениюцеллятными семязачатками).

Образование первичных половых клеток у растений и животных целесообразнее рассматривать отдельно в каждой репродуктивной сфере (Поддубная-Арнольди, 1976; Токин, 1977; Эмбриология цветковых растений, 1994; Гилберт, 2003). У цветковых растений начальные фазы формирования мужских половых клеток происходят в микроспорангиях пыльника. Спорогенные клетки, возникшие в результате делений археспориальных клеток, многократно делятся и затем становятся материнскими клетками микроспор, или микроспороцитами. На их дальнейшее развитие влияют клетки слоев стенки микроспорангия, главным образом, тапетума, выстилающие полость микроспорангия. У млекопитающих репродуктивные клетки начинают формироваться в семенных канальцах, стенки которых состоят из соединительной ткани и слоя сертолиевых клеток, окружающих сперматоциты. Эти клетки активно делятся и становятся сперматоцитами 1-го порядка. Далее, и микроспороциты и сперматоциты вступают в мейоз. У растений во время первого деления образуется либо диада клеток, либо 2-

ядерная клетка, а у животных - два сперматоцита 2-го порядка. В результате второго деления у растений возникают тетрады микроспор (сукцессивно или симультанно), а у животных четыре сперматиды.

В женской репродуктивной сфере цветковых растений после стадии археспория число возникших спорогенных клеток и формирующихся мегаспороцитов не увеличивается. Их развитие происходит в мегаспорангии (нуцеллусе семязачатка) под влиянием различных специализированных структур в зависимости от типа семязачатка: гипостазы, постамента, подиума, интегументального тапетума (Шамров, 2008а). В ходе мейоза у большинства растений образуется линейная тетрада мегаспор, функциональной из которых является одна, часто халазальная. У ряда растений в результате мегаспорогенеза возникают две 2-ядерные клетки или одна 4-ядерная клетка. У млекопитающих в яичнике формируются фолликулы с ооцитами. Мейоз ооцитов характеризуется своеобразием: при делении ооцита 1-го порядка возникает ооцит 2-го порядка почти такой же величины и маленькая клетка в области будущего анимального полюса яйца, называемая первым редукционным, или первым полярным тельцем. Ооцит 2-го порядка в ходе второго деления мейоза отделяет второе полярное тельце и яйцо, которое может считаться вполне зрелым и в нем у некоторых животных может произойти оплодотворение.

При дальнейшем формировании половых клеток различия связаны с тем, что у животных происходят лишь процессы преобразования сперматид в сперматозоиды (спермиогенез) и созревание яиц (оогенез), тогда как у растений гаметогенез осуществляется внутри специализированных гаметофитов: мужских (3-клеточное пыльцевое зерно или пыльцевая трубка, если пыльцевое зерно 2-клеточное; гаметы - спермии), женских (зародышевый мешок, как правило, 7-клеточный; гаметы – яйцеклетка и центральная клетка). Гаметы также имеют специфическое строение, обусловленное разными механизмами движения и объединения.

У цветковых растений спермии связаны между собой общей клеточной стенкой либо посредством выпячиваний их протопластов. Пара спермиев в свою очередь ассоциирована с вегетативным ядром. Возникает мужская оплодотворяющая единица, которая перемещается в направлении зародышевого мешка как единое целое. У некоторых растений отмечен диморфизм спермиев - спермии одной пары различаются размерами, количеством цитоплазмы и объемом ядер. В цитоплазме этого комплекса обнаружены сократительные белки миозин и актин, входящие в состав микротрубочек. Миозин располагается на ядре вегетативной клетки и связан с мужскими гаметами с помощью коротких микрофиламентов, обладающих свойствами актина (Russell, 1993). Сформированные клетки яйцевого аппарата (яйцеклетка и 2 синергиды; роль последних заключается в привлечении пыльцевых трубок через микропиле и вхождении в одну из синергид через нитчатый аппарат, обеспечении высвобождения их содержимого и попадания спермия к женским гаметам) имеют полную полисахаридную оболочку. В процессе созревания зародышевого мешка происходит потеря части оболочек и перед оплодотворением протопласт яйцеклетки и синергид в апикальной части окружен только плазмалеммой. Центральная клетка в области контакта с яйцеклеткой также покрыта только плазмалеммой (здесь формируется экстрацеллюлярное пространство, или «щель», куда попадают спермии). Вокруг оплодотворенной яйцеклетки в дальнейшем формируется полная полисахаридная оболочка.

У млекопитающих сперматозоиды имеют двигательный аппарат (хвостовая часть), головку (ядро, акросома) и шейку. Акросома содержит ферменты, необходимые для переваривания наружных оболочек яйца при оплодотворении. Шейка спермия содержит митохондрии и центриоль, которая генерирует микротрубочки жгутика. Яйцо представляет собой одиночную клетку, окруженную оболочками различного происхождения, одна из которых, первичная (желточная), может быть очень массивной. У некоторых видов (например, у морских ежей) ядро яйца гаплоидное к моменту оплодотворения. У других видов (в том числе у многих червей и большинства млекопитающих) ядро ещё диплоидное, и спермий проникает в яйцо до завершения мейоза.

Для цветковых растений характерно двойное оплодотворение (Навашин, 1898): объединение одного спермия с яйцеклеткой (сингамия; возникает диплоидный зародыш), а второго спермия с центральной клеткой зародышевого мешка (тройное слияние; возникает обычно триплоидный эндосперм). Модель актомиозина объясняет движение спермиев не только в пыльцевой трубке, но и при вхождении в зародышевый мешок и дальнейшем их слиянии с гаметами. Один из спермиев мигрирует с помощью актина до места слияния гамет и сливается с яйцеклеткой, а другой спермий с помощью другой ветви актина – сливается с центральной клеткой.

У животных процесс оплодотворения включает контакт сперматозоида с яйцом и взаимное узнавание гамет (у цветковых растений это происходит еще на рыльце, а затем в тканях столбика и завязи), регуляцию проникновения сперматозоида в яйцо, вхождение в него только одного сперматозоида и образование оболочки оплодотворения (подобно тому, как образуется полная полисахаридная оболочка зиготы у цветковых растений); последующее подавление способности других сперматозоидов проникать в это яйцо (полиспермия обнаружена и у некоторых растений), объединение генетического материала сперматозоида и яйца, активацию метаболизма яйца и начало развития (Гилберт, 2003).

На основании сравнения процессов оплодотворения растений и животных применительно к цветковым растениям выделены два типа оплодотворения: премитотический и постмитотический (Герасимова-Навашина, 1957, 1971; Gerassimova-Navashina, 1960) в зависимости от того, когда наступает объединение ядер половых клеток. Однако целесообразность такого сравнения требует внесения корректив и учета специфики прохождения процесса оплодотворения у некоторых животных. Важно принимать во внимание не только время объединения половых ядер, но и состояние женских гамет во время вхождения в них мужских гамет. Действительно, премитотический тип происходит одинаково у растений (сложноцветные, злаки и др.) и животных (морской еж), так как спермий или сперматозоид входит в зрелую яйцеклетку: гаметы и их ядра объединяются до первого митоза ядра зиготы. Что касается постмитотического (точнее митотического) типа, то он осуществляется на совершенно разной базе у растений (лилейные и др.) и животных (аскарида, млекопитающие): у растений спермий поступает в

зрелую яйцеклетку, гаметы и их ядра объединяются в ходе первого митоза ядра зиготы во время образования метафазной пластинки; у животных сперматозоид входит в развивающийся ооцит во время первого или второго делений мейоза, он активирует формирующееся яйцо к дальнейшему развитию, затем происходит оплодотворение, но хроматин обоих ядер конденсируется в хромосомы, которые располагаются отдельно на общем митотическом веретене и у млекопитающих диплоидный набор хромосом формируется не в зиготе, а на стадии двухклеточного зародыша. Для ряда растений было показано, что процесс оплодотворения характеризуется одновременно чертами разных типов. Электронно-микроскопические исследования выявили особенности кариогамии – слияние половых ядер осуществляется по единому плану, они перестают быть обособленными и фактически представляют собой одно лопастное ядро, а картины при разных типах оплодотворения на светооптическом уровне представляют собой различия в скорости их полного объединения (Плющ, 1992).

#### Литература:

- Герасимова-Навашина Е.Н.* Оплодотворение как онтогенетический процесс // Бот. журн. 1957. Т. 42. № 11. С.1654-1673.  
*Гилберт С.Ф.* Биология развития. СПб., 2003. 850 с.  
*Навашин С.Г.* Новые наблюдения над оплодотворением у *Fritillaria tenella* и *Lilium martagon* // Дневник X съезда русских естествоиспытателей и врачей. Киев, 1898. Вып. 6. С. 16-21.  
*Плющ Т.А.* Ультраструктура зародышевого мешка покрытосеменных. Киев, 1992. 145 с.  
*Поддубная-Арнольди В.А.* Цитоэмбриология покрытосеменных растений. М., 1976. 507 с.  
*Токин Б.П.* Общая эмбриология. М., 1977. 510 с.  
*Торшилова А.А., Рудский И.В., Шамров И.И.* К трактовке ранних стадий развития семязачатка *Dioscorea caucasica* (*Dioscoreaceae*) // Бот. журн. 2012. Т. 97. № 6. С. 734-743.  
*Шамров И.И.* Семязачаток цветковых растений: строение, функции, происхождение. М., 2008а. 356 с.  
*Шамров И.И.* Формирование спорангиев высших растений // Бот. журн. 2008б. Т. 93. № 12. С. 1817-1845.  
 Эмбриология цветковых растений. Терминология и концепции / Ред. Т.Б. Батыгина. СПб., 1994. Т.1. Генеративные органы цветка 508 с.  
*Gerassimova-Navashina H.N.* A contribution to cytology of fertilization in flowering plants // Nucleus. 1960. Vol. 3. № 1. P. 111-120.  
*Goebel K.* Beiträge zur vergleichenden Entwicklungsgeschichte der Sporangien // Bot. Zeit. 1881. Bd. 39. № 42-44. S. 681-694, 697-706, 713-719.  
*Hofmeister W.* Neue Beiträge zur Kenntnis der Embryobildung der Phanerogamen. II. Monokotyledonen // Abh.Kongl. Sachs. Ges. Wiss. 1861. H. 7. S. 629-760.

### Проявление партеногенеза у генетически маркированных линий кукурузы Manifestation of parthenogenesis in genetically marked lines of maize

Апанасова Н.В.

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского, Саратов, Россия

[apanasovanv@mail.ru](mailto:apanasovanv@mail.ru)

Явления апомиксиса, гаплоидии и партеногенеза трудны для их диагностики. Поэтому целесообразно в качестве исходного материала использовать формы, имеющие гены с известной локализацией в конкретных хромосомах и контролирующих признаки зерновок и различных вегетативных частей. В дальнейшем такие линии могут облегчить работу по передаче факторов партеногенеза, в другие линии, контролю гомо- и гетерозиготности апомиктов, определению автономного или полового происхождения эндосперма. В отделе генетики Саратовского государственного университета созданы линии, которые наряду с основными генами несут гены, хорошо проявляющиеся фенотипически, что должно облегчить работу по передаче нужных признаков в любой другой селекционный материал. В качестве исходной партеногенетической линии использовали линию АТ-3, у которой частота развития автономного проэмбрио составляет 3-27 %. Другой родитель – линия Тестер Мангельсдорфа (ТМ), имеющая хорошо проявляемые фенотипические признаки, контролируемые генами, локализованными во всех десяти хромосомах. Получены новые линии, имеющие рецессивные признаки линии ТМ в сочетании со способностью к партеногенезу от линии АТ-3. У полученных линий частота встречаемости гаплоидов в свободноопыленном потомстве составила - 0,34-1,3 %, полиэмбрионов – 0,12-1,02 %. В потомстве растений этих линий высаженных на опытном поле частота встречаемости гаплоидных растений составляла 1,25-4 %. Высокая частота гаплоидов и полиэмбрионов позволяет вести отбор на предрасположенность к партеногенезу. Цитоэмбриологический анализ подтвердил, что происхождение гаплоидов и двоен у маркированных линий связано с партеногенезом, как и у исходной линии АТ-3, так как во всех исследованных вариантах наблюдается образование партеногенетических проэмбрио и высокая частота полигаметии, которая является дополнительным признаком предрасположенности к партеногенезу.

### Наследование способности к гаплоиндукции у кукурузы The inheritance of haploinducing ability in maize

Гуторова О.В.

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского, Саратов, Россия

[olga.gutorova@mail.ru](mailto:olga.gutorova@mail.ru)

Явление гаплоидии может использоваться для ускоренного создания гомозиготных линий. В норме, у всех культур гаплоиды возникают с очень низкой частотой (0,01-0,1%). Сравнительно недавно были созданы линии

кукурузы, при опылении которыми матроклинные гаплоиды возникают с частотами 1-10%. В перспективе, созданные линии кукурузы могут послужить донорами генов гаплоиндукции для других ценных культур. В связи с чем, большое значение имеет выявление механизмов генетического контроля данного явления.

Мы исследовали частоты гаплоидии линий-гаплоиндукторов, а также, использовали в качестве опылителей гибриды первого поколения между линиями с низкой и высокой способностью к гаплоиндукции. Материнскими служили линии кукурузы, не склонные к наследуемому партеногенезу.

При опылении пыльцой гибридов, при получении которых отцовской формой был эффективный гаплоиндуктор, наблюдалось снижение частот гаплоидии по сравнению с самим гаплоиндуктором. Даже при моногенном характере наследования высокой гаплоиндуцирующей способности, уровень гаплоидии должен снизиться минимум в 2 раза. В нашем опыте он снизился в 3,5 раза и более. Однако, существенное снижение или повышение частот гаплоидии не могут с абсолютной надежностью говорить о моно- или полигенном характере генетического контроля этого явления. Решение вопроса о количестве генов, отвечающих за гаплоиндукцию, должно быть связано с анализом индивидуальных растений, возникших при самоопылении гибрида.

Результаты исследования доказывают, что способность к гаплоиндукции может передаваться потомству через пыльцу. Высокая частота гаплоиндукции наблюдается и при использовании в качестве опылителя гибрида. В связи с чем, на базе имеющихся линий возможно создание новых гаплоиндукторов, обладающих другими ценными признаками. Это расширяет возможность увеличения числа материнских растений, вовлеченных в работу, и позволяет оптимизировать изучение влияния факторов цитоплазмы на гаплоиндукцию.

### **Особенности развития растений *Dactylorhiza maculata* s.l. (Orchidaceae), длительно культивируемых *in vitro***

Peculiarities of development of *Dactylorhiza maculata* s.l. (Orchidaceae) plants long-time cultivated *in vitro*

Ивасенко Ж.В.

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

*ivassenko\_zh@mail.ru*

Для сохранения редких видов орхидных ведутся работы по их размножению *in vitro* и высадке в природные условия (Ramsay, Dixon, 2003; Batygina, Bragina, 2007 и др.). Показано, что после высадки растений происходит существенное снижение их численности. Одна из возможных причин - структурные и физиологические особенности, вызванные условиями культивирования (Ивасенко, Андропова, 2011). Данная работа посвящена выявлению особенностей развития растений *D. maculata* s.l., длительно культивируемых *in vitro*.

Зрелые семена, собранные с растений в Приозерском р-не Ленинградской обл., культивировали по методике Е.В. Андроновой с соавт. (2007). Растения в 2,5 года имели укороченный побег с 2-3 узколинейными неразвернутыми листьями и 3-4 придаточными корнями (иногда утолщенными). В ходе культивирования происходило увеличение морфометрических параметров растений, особенно числа корней и их длины. К 4г.7мес. растения в среднем имели 3 развитых листа и 5-6 корней, число утолщенных корней выросло примерно в 2 раза, их длина - в 4 раза. Нарастание побега осуществлялось за счет апикальной почки. У части растений был отмечен зачаток стеблекорневого тубероида (Ивасенко, Андропова, 2011). При его формировании дифференциация корня осуществляется в базальной части меристемы почки, при этом почка и корень представляют собой единую структуру с общей проводящей системой. Для растений в культуре *in vitro* характерно формирование пазушных почек и дополнительных побегов, увеличивающихся в числе с их возрастом. У некоторых растений старшего возраста отмечено формирование дополнительных тубероидов из пазушной почки. Таким образом, растения старшего возраста отличались большими размерами, емкостью апикальной почки, большим числом пазушных почек и дополнительных побегов; возросла доля растений с зачатком тубероида, а также степень его развития. Предположено, что растения старшего возраста будут жизнеспособнее при высадке в природные условия. Однако эксперимент показал, что доля выживших растений, вероятно, определяется не их возрастом и морфометрическими параметрами, а экологическими условиями места высадки (Андропова и др., 2007; Андропова и др., 2011).

### **Соотношение количества пыльцы и семязачатков у злаков с разным способом репродукции**

Pollen-ovule ratios in cereals with different mode of reproduction

Кайбелева Э.И., Юдакова О.И.

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского, Саратов, Россия

*yudakova oi@info.sgu.ru*

Репродуктивный успех псевдогамно апомиктичных растений, как и у половых форм, зависит от результативности опыления, поскольку у них зародыш развивается партеногенетически, а эндосперм – в результате оплодотворения. В связи с этим при разработке селекционно-генетических программ с использованием псевдогамных апомиктов важно учитывать не только их качество пыльцы, но и способ опыления. Соотношение пыльцевых зёрен и семязачатков (P/O), качество и размер пыльцы были изучены у 12 видов злаков (половых: *Anisantha tectorum* (L.) Nevski, *Alopecurus pratensis* L., *Elymus caninus* L., *Glyceria fluitans* (L.) R.Br., *Poa annua* L.,

*Zerna riparia* (Rehm.) Nevski; апомиктичных: *Dactylis glomerata* L., *Koeleria cristata* (L.) Pers., *Festuca valesiaca* Schleich. ex Gaudin, *Festuca pratensis* Huds., *Hierochloë odorata* (L.) Beauv, *Poa pratensis* L.). Степень дефектности пыльцы у амфимиктов варьировала от 4 до 15 %, у апомиктов – от 20 до 30 %. У *A. tectorum*, *E. caninus*, *K. cristata*, *F. pratensis*, *P. annua*, *P. pratensis* значения Р/О лежали в границах, характерных для факультативных аллогамов (1032, 1737, 3720, 5151, 5523, 3735, соответственно), у *A. pratensis*, *D. glomerata*, *F. valesiaca*, *G. fluitans*, *H. odorata*, *Z. riparia* – для облигатных аллогамов (8877, 9240, 6105, 12390, 6069, 11418, соответственно). Минимальным размером пыльцевых зерен характеризовались растения *P. annua* (25,4±0,3 мкм), максимальным – *E. caninus* (45,6±2,8 мкм). Корреляций между способом репродукции и морфометрическими параметрами не обнаружено. Полученные данные позволяют констатировать, что при переходе на апомиксис у растений сохраняются размер пыльцы и порядок значений Р/О, характерные для их аллогамных сородичей.

### Реакция репродуктивных структур *Lonicera caerulea* на изменения геоэкологических характеристик среды в локальных зонах сейсмостектонических проявлений

Reaction of *Lonicera caerulea* reproductive structures on changes of geoenvironmental characteristics in local areas of seismotectonical manifestations

Куликова А.И.

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, Новосибирск, Россия  
kulikovaai@ngs.ru

В результате сравнительной оценки изменчивости признаков репродуктивной сферы *L. caerulea* s.l. в различных районах Горного Алтая была выделена популяция в окрестности пос. Верхний Уймон (Усть-Коксинский р-н), где наблюдалось значительное увеличение полиморфизма морфологических признаков цветков, а также нарушение их функционального состояния.

На основании результатов геомагнитной, радиационной, радоновой, геолого-геохимической и почвенно-геохимической съемок на этом участке в сходных геоботанических условиях были выбраны площадки, различающиеся по геофизическим и геохимическим характеристикам. В выделенных микропопуляциях была изучена изменчивость *L. caerulea* subsp. *altaica* по массе плодов, числу, массе, всхожести и энергии прорастания семян, цитогенетическим характеристикам, фертильности и размерам пыльцы в связи с контрастными геоэкологическими условиями произрастания растений.

Полученные результаты показали стимулирующее воздействие комплекса факторов, связанных с активной тектоникой, на развитие плодов и семян. У семенного потомства из зон геоэкологических аномалий, увеличивается частота нарушений митоза, в некоторых случаях увеличивается митотическая активность, что говорит об усилении мутационной активности в этих микропопуляциях.

Исследуемые микропопуляции *L. caerulea* достоверно различались по морфометрическим характеристикам пыльцы, а также уровню фертильности. В отдельных зонах локальных аномалий наблюдалось снижение фертильности пыльцы и появление очень крупных пыльцевых зерен.

Исследование было выполнено при поддержке гранта РФФИ 15-37-50800.

### Морфогенез в культуре *in vitro* Itoh-гибридов пионов

Morphogenesis in Itoh-hybrids of *Paeonia in vitro*

Курицкая Е.В., Болтенков Е.В., Вржосек Э.В.

Ботанический сад-институт ДВО РАН, Владивосток, Россия  
kuritskaya.ya.2202@yandex.ru

Пионы садовой группы Itoh получены в 1948 г. в результате скрещивания травянистого и древовидного пионов. Эти растения популярны в декоративном садоводстве. Нами исследованы особенности размножения Itoh-гибридов в культуре *in vitro*. Для изучения морфогенеза *in vitro* использовали пазушные почки сорта «Julia Rose». Почки брали в конце сентября, стерилизовали и помещали на агаризованную MS-среду с половинным содержанием макросолей, 1,0–2,0 мг/л 6-бензиламинопурина, 0,2 мг/л индолилмасляной кислоты (ИМК), 100 мг/л аскорбиновой кислоты и 0,5 мг/л феруловой кислоты. Для индукции корней в среду добавляли ИМК 1,0–2,0 мг/л. Прорастание нативных почек наблюдали через 50–55 сут. культивирования. При этом в основании побегов развивались адвентивные почки. Через 45 сут. в основании нативных почек также формировалась плотная каллусная ткань. В процессе роста каллусной ткани происходило усложнение ее организации и переход к морфогенезу. Сформированный каллус был образован гетерогенными клетками и имел зональное строение. Во внешней зоне каллусной ткани формировались морфогенные глобулярные структуры. Рост глобул сопровождался увеличением количества паренхимных клеток и объема проводящей ткани. Сформированные глобулы напоминали адвентивные почки, могли отделяться от каллуса и функционировать самостоятельно. На поверхности глобул развивались соматические зародыши. Образование соматических зародышей связано с периклинальным делением меристематических клеток. В результате этого деления наружная клетка дает начало соматическому зародышу. Таким образом, нами исследованы особенности строения каллусной ткани пиона и изучены особенности формирования морфогенных структур.

### Сравнительная оценка плотности железок, устьиц и гидатод на поверхности семядолей у одно- и двусемядольных проростков *Pinguicula vulgaris* (*Lentibulariaceae*)

Comparative evaluation of glands, stomata and hydrotodes density on cotyledon surface of mono- and dicotyledonous seedlings in *Pinguicula vulgaris* (*Lentibulariaceae*)

Пушкарева Л.А.

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия  
pushkareva-lubov@mail.ru

*Pinguicula vulgaris* L. - в норме односемядольное растение, хотя способно к образованию двусемядольных проростков и переходных форм путем унимаргинальной синкотилии. Предположено, что адаптивный смысл перехода жирянок к псевдомонокотилии состоит в интенсификации улавливающей и пищеварительной функций синтетической семядоли при прорастании, как адаптация к плотоядному образу жизни (Титова, 2012). Мы провели анализ плотности различных структур на поверхности семядолей разных типов проростков с использованием СЭМ, СМ и статистических методов.

В зависимости от внешне-морфологических признаков выявлено 3 типа проростков: крупные типично двусемядольные, а также со слабым частичным срастанием семядолей в основании (I); односемядольные: крупные с симметричной пластинкой семядоли (симметричная синкотилия, II), мелкие с асимметричной пластинкой семядоли (асимметричная синкотилия, III). У всех типов проростков на адаксиальной поверхности семядоли выявлены сходные по строению структуры: многоклеточные улавливающие железки на ножке, пельтатные пищеварительные железки и неспециализированные гидатоды без замыкающих клеток; на абаксиальной поверхности выявлены устьица аномоцитного типа. Площадь поверхности семядоли у проростков II типа равна суммарной площади семядолей проростков I типа, но плотность структур достоверно возрастает ~ в 1,5 раза. Площадь поверхности семядоли у проростков III типа ~ в 1,5 раза меньше, чем у I и II типов, причем плотность железок и устьиц сокращается ~ в 2,5 раза, а гидатод возрастает ~ в 3 раза. Выявленные различия подтверждают предположение об интенсификации улавливающей, пищеварительной и транспирационной функций синтетической семядоли при переходе от ди- к монокотилии путем унимаргинальной синкотилии, но лишь при ее симметричной форме.

### Морфолого-анатомическое строение семенной кожуры и ариллуса *Aristolochia steupii* (*Aristolochiaceae*)

Morphologo-anatomical structure of seed coat and aril of the *Aristolochia steupii* (*Aristolochiaceae*)

Трусов Н.А.

Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, Москва, Россия  
n-trusov@mail.ru

Анатомическое строение семенной кожуры *Aristolochia* (*Aristolochiaceae*) весьма разнообразно, ариллусы изучены фрагментарно. Для семян *Aristolochia* характерна строфиоль (Вовк, Комар, 1988). Нами исследовалось строение семян и ариллусов *A. steupii* Woronow, собранных в МГДЦ(Ю)Т. Семена располагаются в плоде в 6 рядов, в средней, симпликатной, зоне семени с ариллусами отделяются группами, вместе с перегородками перикарпия. Семя плоско-треугольное, зауживающееся к халазальной части, около 6×7×1 мм. Семенная кожура из 4 слоёв клеток. Эпидерма из крупных вытянутых радиально тонкостенных клеток, её подстилает слой кубических клеток с кристаллами; под ними остатки облитерированных клеток. Далее 2 слоя волокон: вытянутые перпендикулярно и параллельно оси семени. В месте вхождения в семя проводящего пучка семяножки семенная кожура из 9 слоёв паренхимных темноокрашенных клеток. Ариллус также заужен к халазальной части семени, около 7×7×1 мм, закрывает всю площадь семени со стороны рафе. Он фуникулярный, формируется на свободной части семяножки, прикрепляется к семени только в месте вхождения семяножки, т.е., не может считаться строфиолью; многослойный, клетки его различны. Проводящая система семяножки представлена, в том числе, кольчатыми сосудами. К проводящим клеткам семяножки прилегают 4-5 слоёв паренхимных клеток, вытянутых вдоль семяножки. Далее, до эпидермы располагается многослойная паренхима из округлых, плотно расположенных клеток без включений. Клетки эпидермы таблитчатые. Клетки ариллуса рядом с местом вхождения в семя проводящего пучка семяножки более мелкие, с жировыми включениями. Строение семенной кожуры *A. steupii* характерно для *Aristolochiaceae*, и отлично от *A. arborescens* L., имеющей 4 слоя волокон (Trusov, 2013). Строение ариллуса *A. steupii* также отлично от *A. arborescens*, который имеет утолщенные клетки, каменные клетки, друзы и развивается от рафе (Trusov, 2013). Таким образом, необходимо более тщательное изучение семян и ариллусов *Aristolochia*.

### Морфофункциональные особенности генеративных структур у *Colobanthus quitensis*

Morpho-functional peculiarity of generative structure in *Colobanthus quitensis*

Черкасова Е.И., Юдакова О.И.

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского, Саратов, Россия  
yudakovaai@info.sgu.ru

В морской и прибрежной Антарктике встречаются только два представителя цветковых, один из которых *Colobanthus quitensis* (Kunth) Bart. Цитозембриологическое исследование растений *C. quitensis*, произрастающих на

о. Дарбо (65°24'12"S 64°13'2"W), было проведено нами с целью выявления морфофункциональных особенностей генеративных структур и органов, которые могли бы способствовать репродуктивному успеху в неблагоприятных условиях среды. Установлено, что по мере созревания пыльников на клетках эпидермы образуются трихомы, которые могут создавать дополнительную защиту от низких температур. Незрелые пыльники содержат в среднем  $152,4 \pm 49,7$  одно- и двухклеточных пыльцевых зерна одинакового размера. В зрелых пыльниках большая часть пыльцы дегенерирует. В Антарктике растения испытывают дефицит воды и пластических веществ, из-за чего, видимо, они неспособны обеспечить созревание всех формирующихся пыльцевых зерен. Питательные вещества накапливаются в основном в микрогаметофитах, расположенных ближе к тапетуму. В зрелых пыльниках остается в среднем  $51,4 \pm 26,5$  пыльцевых зерна, варьирующих по размеру. Соотношение количества пыльцы и семязачатков (P/O) составляет 27,5, что характерно для клейстогамных форм. Клейстогамия, как известно, является универсальной реакцией растений на неблагоприятные условия среды. В отличие от близкородственных видов у *S. quitensis* зародыши формируют не одноклеточный суспензор, а состоящий из нескольких полиплоидных клеток. Усиление трофической функции суспензора может служить дополнительной гарантией нормального развития зародыша в нестабильных условиях среды.

### Physiological and biochemical analysis of *Fraxinus mandshurica* cotyledon tissues during somatic embryogenesis: effects of explant browning on somatic embryogenesis

Физиологический и биохимический анализ семядолей *Fraxinus mandshurica* в процессе соматического эмбриогенеза: влияние потемнения материала на соматический эмбриогенез

Yang L.<sup>1,2,3</sup>, Shen H.L.<sup>1</sup>, Nosov A.M.<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> School of Forestry, Northeast Forestry University, Harbin, China

<sup>2</sup> Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

<sup>3</sup> Timiryazev Institute of Plant Physiology RAS, Moscow, Russia

yangl-cf@nefu.edu.cn, al\_nosov@mail.ru

Manchurian ash (*Fraxinus mandshurica* Rupr.) is a valuable hardwood species in Northeast China. In cultures, somatic embryos were produced mainly on browned explants. Therefore, we studied the mechanism of explant browning and its relationship with somatic embryogenesis (SE). We used explants derived from immature and mature zygotic embryo cotyledons as materials. The explant's cells displayed hallmark features of programmed cell death (PCD) during somatic embryogenesis. Two hallmarks of PCD, chromatin condensation and oligonucleosomal fragmentation of DNA, were observed. The higher PGR content and a higher sugar concentration in medium caused higher osmotic stress, resulting subsequent H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> accumulation in explant's cells. *F. mandshurica* exhibited an increased H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> accumulation was released without hallmarks of PCD over the period of SE induction. So as the occurrence of oxidative burst typically anticipates the entry of cells into PCD during somatic embryogenesis. Proteins were extracted from browned and non-brown explants, and separated by 2-dimensional electrophoresis. Differentially and specifically expressed proteins were analyzed by mass spectrometry to identify proteins involved in SE. Some stress response and defense proteins such as chitinases, peroxidases, aspartic proteinases, and an osmotin-like protein played important roles during SE of *F. mandshurica*. Our results indicated that explant browning might not be caused by the accumulation and oxidation of polyphenols, but by some stress-related processes leading to PCD, which induced SE. The results of the research provided deeply scientific basis for insight into the regulation mechanism of the PCD in the express of plant cell totipotency, also revealed the mechanism in plant somatic embryogenesis and explain the express of plant cell totipotency.

This research is supported by National Natural Science Foundation of China (31400535) and the Fundamental Research Funds for the Central Universities (2572014CA13).

## VII. ГЕОБОТАНИКА

### Состояние ценопопуляций *Scutellaria stevenii* и *Hedysarum tauricum* в Предгорном Крыму The state of *Scutellaria stevenii* and *Hedysarum tauricum* coenopopulations in the Foothills of the Crimea

Абдулганиева Э.Ф., Вахрушева Л.П.

Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Россия

*eabdulganieva@mail.ru*

Растительные сообщества Крымского полуострова, произрастающие на известняково-щелнистых почвах и мергелях и лучше всего сохранившиеся в его предгорной части, насыщены многими эндемичными, редкими и исчезающими видами. Нами были изучены 5 ценопопуляций 2-х типичных представителей флоры этих местообитаний, чей ареал неуклонно сокращается, – *Scutellaria stevenii* Juz. и *Hedysarum tauricum* Pall. ex Willd. Исследования ценопопуляций указанных видов проводились в вегетационные сезоны 2012–2015 гг. на мергелистых и известняковых склонах куэст и останцов в Предгорье (Бахчисарайский, Белогорский и Симферопольский районы) по общепринятым методикам (Работнов, 1950; Уранов, 1975; Злобин, 2009). Популяции обоих видов являются нормальными, полночленными, содержат особи всех возрастных состояний, возрастной спектр всех изученных ценопопуляций имеет правостороннюю тенденцию с абсолютным пиком на генеративных особях. Онтогенез *H. tauricum* включает в себя 4 периода и 12 возрастных состояний. Жизненный цикл *S. stevenii* был также разделен на 4 периода, но при этом дифференцировано 10 возрастных состояний. Основной способ самоподдержания популяций *H. tauricum* – семенной; у *S. stevenii* – вегетативный, протекающий за счет образования виргинильными растениями разной длины ксилоризомов, развивающих несколько побегов формирования, необходимых для более прочного закрепления на динамичном субстрате осыпавшихся склонов и завоевания популяцией большего пространства. Оба вида реализуют механизмы как нормального, так и поливариантного онтогенетического развития, что зависит от времени прорастания семян и нанорельефа экотопа.

### Некоторые результаты изучения сосновых лесов Предгорного Дагестана Some results of the Foothill Daghestan pine forests study

Абдурахманова З.И.

Горный ботанический сад Дагестанского научного центра РАН, Махачкала, Россия

*zagidat.abdurahmanova88@mail.ru*

Среди всех типов сосновых лесов Дагестана значительный интерес представляют сосновые и сосново-дубовые леса и редколесья сухих предгорий. В настоящее время в Предгорном Дагестане сосновые леса, представленные *Pinus kochiana* Klotzsch ex C. Koch, сохранились небольшими массивами на северо-восточных склонах Атлыбунского и Кумторкалинского хребтов.

Первые исследования этих лесов были проведены П.Л. Львовом (1961, 1965). Принимая во внимание взгляды И.И. Тумаджанова (1960) и В.З. Гулишавили (1961), он считает эти редколесья остатками сосновых лесов, некогда широко распространенных по склонам Предгорного Дагестана.

Нами в ходе экспедиций за 2013–2014 гг. исследованы северо-восточные склоны Кумторкалинского хребта в окрестностях с. Учкент в пределах высот от 246 до 280 м над ур. м. Сосны здесь низкорослые, приземистые, искривленные, с высотой 5–6 м и диаметром стволов 30–35 см. Максимальный возраст 116 лет. Общая сомкнутость крон составляет около 40–50%. Шишконосность и возобновление сосен достаточно хорошие. Подрост в основном приурочен к расщелинам скал, где условия по влажности более благоприятные, что, вероятно, и способствует сохранению этого леса.

Второй ярус здесь формируют *Quercus pubescens*, *Q. petraea* и *Juniperus oblonga*, в третьем ярусе представлены *Cotinus coggygria* (имеющая стелющуюся форму) и *Cotoneaster racemiflorus*. Лесной массив местами прерывается небольшими участками разнотравья с доминированием *Rumex acetosella*. Ниже по склону встречаются заросли шибляка из *Paliurus spina-christi* с участием *Spiraea hypericifolia*.

На исследованном участке соснового леса выявлено 98 видов сосудистых растений, 34 вида мохообразных и 15 видов лишайников. Травяно-кустарничковый ярус представлен 87 видами растений, во многом сходными с флорой расположенного недалеко самого крупного в Европе песчаного бархана Сарыкум. Встречаются также степные элементы и сорные растения. Общее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса от 30 до 45%.

Реликтовые сосняки Предгорного Дагестана в настоящее время нарушены выпасом скота, периодическими пожарами, требуют принятия срочных мер по их сохранению и проведению дальнейших системных мониторинговых исследований.

### История пожаров в темнохвойных лесах Печоро-Илычского заповедника с середины XIX века по настоящее время

Fire history of the dark-coniferous forests of Petchoro-Ilitchskiy Nature Reserve from the XIX century to nowadays

Алейников А.А., Тюрин А.В., Симакин Л.В., Ефименко А.С., Лазников А.А.

Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, Москва, Россия

Печоро-Илычский государственный природный биосферный заповедник, Якша, Россия  
aaacastor@gmail.com

Исследование современного облика растительного покрова любой территории должно базироваться на детальном изучении истории ее формирования. В малозаселенном печорском крае пожары оставались единственным мощным фактором, влияющим на лесные экосистемы. Цель работы заключалась в исследовании истории пожаров на территории предгорного участка заповедника на основе дешифрирования космических снимков высокого пространственного разрешения, анализа архивных материалов и маршрутного обследования отдельных гарей в верховьях Печоры. Сочетание этих методов позволило реконструировать лесные пожары давностью до 150 лет. Выявлено 89 гарей общей площадью 78893 га, что составляет 11% площади предгорного участка. Анализ пространственного расположения гарей показал, что 76% площади всех гарей расположено в бассейне реки Илыч, остальная часть – в бассейне р. Печоры. На основе экспертных оценок и маршрутного обследования верховьев Печоры все гари разделены на 4 группы по времени образования. В эти периоды площади гарей сильно колебались: наибольшие площади лесов в бассейне р. Илыч были повреждены еще до образования заповедника, в то время как в бассейне р. Печоры – в первое десятилетие после его образования. Из 73 гарей XX века точные годы возникновения установлены только для 20. Причины известны также не для всех пожаров. Пожары возникали как по естественным (молнии), так и по антропогенным причинам. Важно отметить, что известные гари антропогенного происхождения, возникшие в результате неосторожного обращения с огнем, приурочены к населенным пунктам и сплавным рекам и характеризуются катастрофическими размерами (тысячи и десятки тысяч гектаров); гари, вероятно, возникшие по естественным причинам, приурочены к удаленным от сплавных рек и редких населенных пунктов водораздельным пространствам и характеризуются значительно меньшими размерами (десятки и сотни гектаров).

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 15-34-20967).

### Описание новых синтаксонов сосновых лесов Дагестана

Description of the new syntaxa of the pine forests of Daghestan

Алиев Х.У., Асадулаев З.М., Абдурахманова З.И.

Горный ботанический сад Дагестанского научного центра РАН, Махачкала, Россия  
alievxu@mail.ru

*Pinus kochiana* Klotzsch ex C. Koch – сосна Коха, третичный реликт, произрастающий на Кавказе, в Юго-Восточной Европе (Крым) и Юго-Западной Азии (Турция). В Дагестане сосновые леса, образованные *P. kochiana*, приурочены к северным склонам Бокового и передовых хребтов в пределах высот от 250 – в предгорьях и до 2600 м над ур. м. – в высокогорьях.

Геоботанические описания для характеристики нового синтаксона проводились в сосновом лесу одного из ущелий хребта Аржута – Мушули, которое расположено у западной границы Хунзахского плато в известняковой части Внутреннегорного Дагестана. Растительные сообщества в ущелье подвержены специфическому микроклимату, благодаря чему здесь встречается большое количество охраняемых, реликтовых и эндемичных видов. Одним из таких является мезофитный и мезотермный третичный реликт *Taxus baccata* L., произрастающий как в подлеске, иногда входя в состав древесного яруса, так и на открытых участках с довольно высоким возобновлением и жизненностью популяции.

В результате обработки материалов описаний 7 пробных площадей, заложенных в сосновом лесу ущелья Мушули, в рамках эколого-фитоценологической классификации описана одна новая растительная ассоциация *Pinetum taxucosum* – сосняк тисовый, две субассоциации и два варианта. Особенностью выделенных синтаксонов является произрастание в подлеске и в нижнем древесном ярусе *T. baccata*. Ниже приведены новые синтаксономические единицы формации сосны Коха, не описанные ранее и являющиеся уникальными.

Формация *Pineta kochianae* – сосняки из сосны Коха

Асс. *Pinetum taxucosum* – сосняк тисовый

Субасс. 1. *oxalidoso-hylocomiosum* – кислично-зеленомошный

Вар. *alchemilloso-ranunculosum* – манжетково-лютиковый

Субасс. 2. *caricoso-pteridiosum* – осоково-орляковый

Вар. *brachypodioso-pteridiosum* – коротконожково-орляковый.

**Мониторинг постоянных пробных площадей в сосняках**

## Monitoring of permanent plots in scotch pine stands

Андреева М.В.

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения, Пушкино, Россия

andreeva\_mv@list.ru

Широкое распространение сосновых лесов в значительной степени связано как с пожарными нарушениями, так и с особенностями ведения лесного хозяйства. *Pinus sylvestris* L. легко заселяет вырубки, гари и заброшенные поля, а ее культуры создавали повсеместно в центральной части России. На территории Приокско-Террасного заповедника (ПТЗ) сосна является преобладающей породой и занимает 42% площади.

Ежегодно в течение более 20 лет исследовали три постоянных пробных площади (ППП) в сосняках ПТЗ (две – в сложных сосняках, одну – в сосняке зеленомошном). Во все годы сосна сохраняла положение доминанта в древостое, но возобновление ее в сложных сосняках не происходило. В сложном сосняке на богатых почвах свою позицию усиливали липа и ель, подрост этих видов постепенно переходил в категорию древостоя. В ярусе трав за время наблюдений увеличилось число и доля видов неморальной эколого-ценотической группы (ЭЦГ). Оценка по экологическим шкалам Элленберга показала увеличение богатства почвы за время исследования. В сложном сосняке в более бедном местообитании подрост ели отсутствовал, а стволы липы были немногочисленны, но также переходили в категорию древостоя. Выявлено снижение флористической насыщенности за счет видов лугово-опушечной ЭЦГ, что свидетельствует о стабилизации сообщества. В зеленомошном сосняке наблюдали отпад старовозрастных сосен, одновременно с которым подрост сосны в окнах переходил в категорию древостоя. В ярусе трав за время наблюдения увеличилось участие *Convallaria majalis* L. В целом на территории Приокско-Террасного заповедника возобновление сосны встречается в единичных фитоценозах. В исследованных сложных сосняках сосна представлена популяциями регрессионного типа и в случае отсутствия внешних воздействий постепенно будет замещена другими породами.

**О некоторых синантропных сообществах класса *Artemisietea vulgaris* в городах лесной и лесостепной зон Восточной Европы**Some synanthropic communities of the class *Artemisietea vulgaris* in the cities of forest and forest-steppe zones of Eastern EuropeАрепьева Л.А.<sup>1</sup>, Куликова Е.Я.<sup>2</sup><sup>1</sup> Курский государственный университет, Курск, Россия,<sup>2</sup> Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАНБ, Минск, Беларусь,

ludmilla-m@mail.ru, kulikova22@mail.ru

Цель данного исследования – выявление особенностей синантропной растительности класса *Artemisietea vulgaris* Lohmeyer et al. ex von Rochow 1951 в городах Минск и Курск, расположенных в лесной и лесостепной зонах Восточной Европы (ввиду ограниченного объема тезисов авторство синтаксонов не приводится).

Анализ флористического состава общих ассоциаций порядков *Onopordetalia* и *Artemisietalia* (*Melilotetum albo-officinalis*, *Tanacetum vulgare*–*Artemisietum vulgare*, *Poa compressae*–*Tussilaginetum*, *Leonuro-Urticetum*, *Urtico-Artemisietum vulgare*, *Arctietum lappae*) показал, что исследуемые единицы характеризуются достаточно стабильным ядром константных видов. Влияние зональных факторов на формирование сообществ исследуемых ассоциаций проявляется в представленности дифференцирующих видов, которые можно разделить на две группы: 1) синантропные виды, в том числе адвентивные; 2) виды естественной растительности, в том числе зональных типов фитоценозов. Среди синантропных дифференцирующими для сообществ Курска являются адвентивные ксеромезофитные виды *Xanthium albinum*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Oenothera rubricaulis*, *Lactuca serriola* и аборигенный вид *Ballota nigra*. Для сообществ Минска дифференцирующими являются адвентивные мезофитные виды *Arctium lappa*, *A. minus* и *Heraclium sosnowskyi*. Региональная специфика связана и со степенью представленности во флористическом составе исследуемых сообществ видов естественной растительности. Так, дифференцирующими в сообществах Курска являются лугово-степные виды класса *Festuco-Brometea* (*Medicago falcata*, *Centaurea pseudomaculosa*, *Bromopsis riparia*), для исследуемых фитоценозов Минска дифференцирующими являются виды луговой растительности класса *Molinio-Arrhenatheretea* (*Agrostis gigantea* и *Festuca arundinacea*). Анализ коэффициентов сходства флористического состава сообществ исследуемых ассоциаций в городах разных природных зон показал, что наибольшим видовым сходством обладают рудеральные сообщества порядка *Onopordetalia*, объединяющего термофитные рудеральные сообщества.

**Начальные стадии сукцессий сосновых лесов Керженского заповедника после пожаров 2010 года**

The initial stages of Kerzhensky Reserve's pine forests successions after fires in 2010

Астахова М.А., Кадетов Н.Г.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

biogeonk@mail.ru

Пожары являются одним из основных факторов природной динамики сообществ. Керженский заповедник расположен в Нижегородском Заволжье в пределах полосы широколиственно-хвойных лесов. Нерациональное

ведение лесного хозяйства в прошлом стало основной причиной периодического возникновения катастрофических пожаров в засушливые годы с предшествующими малоснежными зимами начиная с конца XIX века.

Последний крупный пожар в 2010 г. охватил более половины территории заповедника. Это первый значительный по площади пожар после его организации. Изучение хода восстановления растительного покрова в условиях заповедного режима проводилось на 11 постоянных и 10 временных пробных площадях на профиле, проходящем как через характерные формы рельефа (песчаные гривы и понижения между ними), так и охватывающем участки, затронутые разными типами пожаров.

В течение первых 5 лет на площадках происходит постепенное отмирание выжившего древостоя, а начиная с 2015 г., – массовые вывалы сухих отмерших деревьев. Увеличивается проективное покрытие подроста, восстановление (состав и интенсивность роста) которого во многом зависит от типа пожара и в несколько меньшей степени – от приуроченности участка к формам мезорельефа (гриве или понижению). Интенсивность восстановления (увеличение проективного покрытия и видовой насыщенности) травяно-кустарничкового яруса в первые годы после пожара, наоборот, в несколько большей степени зависит от положения в рельефе, чем от типа пожара.

В травяно-кустарничковом ярусе первые два года площадки были заселены преимущественно видами пионеров и видами с мощными корневищами. В последующие годы происходило постепенное сокращение роли пионерных видов.

### **Остров Пятякянсарет как ценный природный объект шхерного района Ладожского озера**

*Piatiakiansaret island as a valuable natural object in the Ladoga Lake skerries area*

Ашик Е.В.<sup>1</sup>, Билая Н.А.<sup>2</sup>, Чубарова Ю.М.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский городской Дворец творчества юных, Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

*evashik@gmail.com*

Растительный покров островов Ладожских шхер (территория проектируемого национального парка «Ладожские шхеры») сильно преобразован под воздействием различных антропогенных факторов, главным из которых является пирогенный. С 2011 г. в южной части шхерного района (от границы с Ленинградской областью до архипелага Перя-Кильпясарет) ведется изучение процессов восстановления лесных сообществ островов после пожаров, в рамках которого проведена подробная рекогносцировка района и заложен ряд постоянных пробных площадей. За время исследований в данном районе был обнаружен только один остров, растительный покров которого не несет очевидных следов пожара, – это северный остров группы Пятякянсарет.

В 2014–2015 гг. растительный покров острова был подробно описан (дополнительно к заложенной в 2011 г. постоянной пробной площади заложено также 12 временных пробных площадей), проведены работы по составлению подробной карты рельефа и растительного покрова острова, составлен список флоры сосудистых растений. Выявлено два природных объекта, представляющих особый интерес и нуждающихся, с нашей точки зрения, в охране:

- сосняк кустарничково-зеленомошный (сформирован на северо-западном побережье острова, представляет собой лесное сообщество с чистым абсолютно разновозрастным основным древостоем без примеси мелколиственных пород и не несет следов пожара, что является большой редкостью на территории шхерного района);

- популяция можжевельника обыкновенного, включающая в себя старовозрастные особи, высота которых достигает 5–6 метров; на пройденных пожаром островах ранее были обнаружены остатки погибших подобных можжевельников, однако живых особей с такими параметрами на других островах встречено не было.

После завершения обработки материалов планируется составление обращения в Министерство природопользования и экологии Республики Карелия с просьбой придания данному острову статуса особо охраняемой природной территории до окончания работ по учреждению национального парка «Ладожские шхеры».

### **Некоторые особенности восстановления растительного покрова на свежих гарях в условиях шхерного района Ладожского озера**

*Some features of vegetation cover re-establishment on the fresh burnt in the Ladoga Lake skerries conditions*

Ашик Е.В.<sup>1</sup>, Лапина А.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия

*evashik@gmail.com*

Данное исследование посвящено изучению восстановления растительного покрова двух островов Ладожских шхер (Пиени-Койросаари и Хутсарет), которые были пройдены пожаром в 2009 и 2010 гг. соответственно. В 2011 г. на обоих островах были заложены постоянные пробные площади (ППП) для мониторинговых наблюдений по методике, разработанной Лабораторией экологии растительных сообществ

Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН. Описания растительного покрова на заложенных ППП проводили в 2011, 2013 и 2014 гг.

В период с 2011 по 2013 г. в изучаемых растительных сообществах произошло уменьшение встречаемости видов-пионеров и увеличение встречаемости видов, типичных для растительного покрова островов Ладожских шхер. В результате сравнения видового состава трехлетних гарей было выявлено, что из 59 видов, произрастающих на обоих островах, общими для двух сообществ являются только 16. Значение Евклидова расстояния для двух трехлетних гарей, сформированных на разных островах (28,8), оказалось выше, чем для двух описаний каждого острова, выполненных в 2011 и 2013 гг. (20,3 и 7,5). Полученные результаты указывают на сходство процессов восстановления растительного покрова двух разных островов одного района.

Также в 2014 г. нами были отобраны и проанализированы образцы укосов фитомассы травяно-кустарничкового яруса на острове Пиени-Койросаари и образцы подстилки на обоих островах и выявлена зависимость их состава от положения в рельефе. На повышениях большой вклад в подстилку вносят полуразложившиеся остатки растений, в понижениях – более крупные растительные остатки. Образцы укосов, отобранные в понижениях, характеризуются большим количеством видов, чем образцы на повышениях. Полученные результаты указывают на различия процессов восстановления в разных формах микрорельефа в условиях островов Ладожских шхер.

### **Видовой состав и продуктивность фитоценозов, улучшенных комплексом видов *Calligonum aphyllum* + *Kochia prostrata***

Species composition and productivity of the phytocoenoses improved by complex of species  
*Calligonum aphyllum* + *Kochia prostrata*

Аюшева Е.Ч., Халгинова Б.В.

Калмыцкий государственный университет, Элиста, Россия  
ayushevae@mail.ru

Приведены результаты исследований видового состава и продуктивности участков, улучшенных в различные годы комплексом видов – посадкой *Calligonum aphyllum* с последующим посевом в междурядья *Kochia prostrata* в пустынной зоне Калмыкии. Исходная растительность участков – эфемероидно-однолетниковая (*Poa bulbosa*, *Anisantha tectorum*). Вертикальная структура растительности участков, улучшенных посадкой *Calligonum aphyllum* и посевом *Kochia prostrata*, представлена кустарниковым и травяно-полукустарничковым ярусами. Относительно богатый видовой состав фитоценозов фитомелиорированных участков – 75 видов высших сосудистых растений – обеспечивается особым микроклиматом, создаваемым растениями *Calligonum aphyllum*. В сложении растительного покрова улучшенных фитоценозов ведущая роль принадлежит видам семейств *Poaceae*, *Chenopodiaceae*, *Asteraceae* и *Brassicaceae*.

Продуктивность кустарничкового яруса на третий год после посадки составила  $8,9 \pm 1,1$  ц/га воздушно-сухого веточного корма (побеги текущего года), на девятый год –  $7,6 \pm 0,8$ , на пятнадцатый –  $6,8 \pm 0,9$  ц/га. Средняя продуктивность кустарничкового яруса  $7,8 \pm 0,9$  ц/га. Продуктивность травяно-полукустарничкового яруса (разнотравный фитоценоз) колеблется в пределах  $3,8 \pm 0,6$ – $5,2 \pm 0,8$  ц/га. Амплитуда колебаний суммарной продуктивности фитоценозов улучшенных участков с фитомелиорантами разного возраста незначительна –  $12,0 \pm 1,7$ – $12,7 \pm 1,7$  ц/га, но при этом продуктивность однолетних побегов кустарничкового яруса с увеличением возраста фитомелиоранта снижается. Снижение продуктивности однолетних побегов можно объяснить связыванием питательных веществ в многолетних органах *Calligonum aphyllum*. Сохранение общей продуктивности улучшенных фитоценозов на одном уровне в течение десятка лет, вероятно, ограничивается ресурсами среды.

### **Ценогическое разнообразие и структурная организация сообществ высокогорий Курайского хребта (юго-восточный Алтай) в различных климатических условиях**

Kurai Ridge (south-eastern Altai) alpine communities under different climatic conditions: classification, ecological and coenotic characteristics

Басаргин Е.А.

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, Новосибирск, Россия  
basarginea@mail.ru

Курайский хребет расположен во внутренней части Алтайской горной страны на границе Центрального и Юго-Восточного Алтая, в полосе перехода от Западно-Сибирского континентально-циклонического субгумидного климата к антициклоническому семиаридному Монгольскому (Кривоносов, Ревякин, 1971). Контраст климатических условий в разных частях хребта во многом определяет особенности состава и структуры растительного покрова этих территорий.

Цель наших исследований – выявление ценогического разнообразия и особенностей высотно-поясной структуры растительного покрова высокогорий Курайского хребта в различных климатических условиях. Выявленное ценогическое разнообразие растительности высокогорий западной и восточной частей Курайского хребта представлено сообществами 8 ассоциаций, относящимися к 7 формациям, 7 флороценотипам. В разных

климатических условиях растительность высокогорий южного макросклона хребта имеет разную поясную структуру. В семигумидной западной части в диапазоне высот 1700–2300 м над ур. м. представлены сообщества горно-таежного пояса, образованные лиственничными лесами с участием кедра и пихты. Нижняя часть горно-тундрового пояса образована комплексами сообществ лишайниково-ерниковых лиственничных редколесий и лишайниково-ерниковыми тундрами. Сверху к этим сообществам широкой полосой примыкают мезофильные альпинотипные луга в сочетании с гемихионофильными лугами. Верхние части склонов и водоразделы занимают сообщества дриадовых тундр.

По мере продвижения на юго-восток горно-таежный пояс постепенно исчезает, замещаясь подпоясом криофитных степей. Нижняя часть горно-тундрового пояса в семиаридной части хребта представлена комплексом сообществ шульцевых хионофильных альпинотипных лугов и ерниковых тундр, водоразделы и верхние части склонов занимают овсяничево-дриадовые и лишайниково-овсяничевые тундры. Таким образом, с продвижением на юго-восток хребта происходит довольно резкая смена в растительном покрове: исчезает растительность гумидной группы, меняется состав криогумидной, и появляется растительность криосемигумидной группы.

### Оценка состава и распределения лесных сообществ междуречья Протвы и Исьмы с учетом истории природопользования

Estimation of forest communities composition and distribution of Protva and Isma interfluve area in the light of land use history

Беляева Н.Г.

Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, Москва, Россия

*n.vin@mail.ru*

Закономерности пространственного размещения и состава лесных сообществ на локальном уровне обусловлены как ландшафтными особенностями, так и хозяйственной деятельностью человека. Работа посвящена анализу современного состояния лесного покрова в бассейне малых рек на юго-западе Московской области с разной историей природопользования и в различных ландшафтных условиях. Использовались наземные, картографические и дистанционные данные. Дешифрирование космоснимков спутников Landsat проводилось с использованием пошагового дискриминантного анализа, где в качестве независимой переменной использовались выделенные группы ассоциаций. Территория исследований ( $S = 5$  тыс. га) охватывает часть водораздела между р. Протвой и ее притоком р. Исьмой, а также долинные комплексы этих рек. Несмотря на то, что исследуемая территория располагается вблизи южной границы зоны хвойно-широколиственных лесов, участие широколиственных пород в древостое совсем незначительно. Это связано как с большим влиянием посадок хвойных пород (занимают 31% лесопокрытой площади), так и с ландшафтными особенностями водораздела (выравненностью рельефа и бедностью водноледниковых отложений). Выявлено, что коренной склон р. Протвы и часть водораздела вблизи него подвергаются слабому антропогенному воздействию, а также отличаются высоким флористическим разнообразием и наличием редких видов. По имеющимся картографическим материалам и дешифрированным космоснимкам последнего десятилетия, лесистость территории за последние два столетия возрастала от 3% в конце 18 века и до 79% в настоящее время. Выделены участки, заросшие лесом в различные временные интервалы, и имеющие разную историю хозяйственного воздействия. Растительность таких пространственных единиц (в однородных ландшафтных условиях) отличается по набору сообществ и их составу. Для исследуемой территории составлена геоботаническая карта для синтаксонов в ранге группы ассоциаций эколого-фитоценологической классификации (м. 1 : 50 000).

### Положение дубовых лесов в схемах зональности и районирования

Position of the oak forests in the zonation schemes

Бисикалова Е.А.

Биолого-почвенный институт ДВО РАН, Владивосток, Россия

*bisikalovae87@mail.ru*

Согласно схеме ботанико-географической зональности и лесорастительного районирования Б.П. Колесникова (1955), на юге российского Дальнего Востока выделено три лесорастительные зоны: зона хвойных лесов или зона тайги, зона хвойно-широколиственных или смешанных лесов и лесостепная зона. Ареал дальневосточных дубовых лесов (*Quercus mongolica* Fischer ex Ledebour) охватывает все три лесорастительные зоны, но в различных географических районах дубняки проявляются более или менее выражено. Б.П. Колесниковым (1956) дальневосточные дубовые леса отнесены к двум формациям: к маньчжурским дубнякам и к даурско-маньчжурским низкоствольным дубравам. Основная доля дубовых насаждений на юге российского Дальнего Востока относится к формации маньчжурских дубняков. Наряду с кедрово-широколиственными лесами они составляют основной «каркас» маньчжурского комплекса. Генетически маньчжурские дубняки связаны не только с кедрово-широколиственными лесами, но и с чернопихтарниками, некоторыми типами елово-широколиственных и лиственнично-широколиственных лесов (Сочава, 1946). Формация даурско-маньчжурских низкоствольных дубрав менее распространена и наиболее характерна для лесостепи. По мнению Б.П. Колесникова

(1956), генетическое родство данной формации принадлежит к более ксерофильным дубово-сосновым лесам и на данный момент не сохранившимся высокоствольным осиновым дубравам.

### **Биомы гор Южной Сибири: эколого-географический и картографический анализ** Biomes of South Siberian mountains: the ecological, geographical and cartographic analysis

Бочарников М.В.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

*maxim-msu-bg@mail.ru*

На схеме уровней биомной организации биосферы (Walter, Breckle, 1991) высшие экологические единицы планетарного уровня – зоно- и оробиомы – включают более мелкие подсистемы – биомы регионального уровня. Закономерности дифференциации биомов на региональном уровне находят отражение на подготавливаемой мелкомасштабной карте «Биомы России» на основе разработанных принципов легенды (Котова, Огуреева, 2008). Для горных территорий основной картографируемой единицей служит региональный оробиом, важнейшими характеристиками которого выступают состав и структура поясной растительности, видовое разнообразие биоты как показатель ее богатства, ценотическое разнообразие растительного покрова, показатели биоклиматических условий.

Горы Южной Сибири, характеризуясь обширным географическим охватом, разнообразием климатических условий, развитием нескольких типов поясности, являются достаточно целостной физико-географической и ботанико-географической единицей высокого ранга, что находит отражение в различных схемах районирования. На карте «Биомы России» горы Южной Сибири относятся к четырем оробиомам, три из которых имеют географические варианты. Это подчеркивает сложность и неоднородность условий, что отражается в растительном покрове, развитии подтипов и вариантов поясности. Алтае-Саянский оробиом, наибольший по площади, характеризуется высокими значениями флористического богатства, ценотического разнообразия и составом спектра высотной поясности. Особым разнообразием среди гор Южной Сибири здесь выделяется растительность альпийского типа высокогорий, находят развитие реликтовые ценозы черневой тайги. Дополнительным показателем богатства служит высокий уровень эндемизма (около 130 эндемичных видов растений), а также охраняемых видов (39 видов, включенных в Красную Книгу РФ). Приведенные выше, а также ряд других характеристик делают оробиомы и их географические варианты важнейшими опорными единицами при сравнительной оценке биоразнообразия на региональном уровне.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 13-05-00968-а.

### **Оперативное картографирование растительности в долине р. Мзымта при проведении мониторинга строительных работ**

Rapid mapping of the vegetation in the Mzymta River valley  
for the construction work monitoring

Булдакова Е.В.

Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН, Москва, Россия

*e\_buldakova@mail.ru*

Мониторинговые исследования растительного покрова проводились традиционными методами ценологической и индикационной геоботаники путем повторных наблюдений и получения временных рядов данных, собираемых на регулярной основе (сеть мониторинговых площадок). Согласно принятому регламенту проведения мониторинга, исследования растительного покрова, его картографирование и оценка состояния проходили в три этапа. Все изменения в растительном покрове были описаны и зарекартографированы визуально с использованием данных космической съемки высокого разрешения в панхроматическом и мультиспектральном режимах IKONOS-2. В результате были составлены оперативные карты растительного покрова на единой картографической основе по состоянию на май, август и октябрь 2010 г. с учетом проводимых на объекте строительных работ. На основе полученных разновременных данных был проведен качественный и картометрический анализ произошедших изменений, построены типологические спектры для различных участков строительства. На итоговой карте современного растительного покрова масштаба 1 : 10 000 было выделено 23 типа растительных сообществ. Для легенды карты принята концепция эколого-динамической классификации В.Б. Сочавы (1972). Детализация в показе растительного покрова достигнута за счет картирования дробных типологических единиц, которые по объему соответствуют группе ассоциаций, иногда их сочетаниям или комплексам, что способствует значительному увеличению информационной емкости карты.

Такой подход позволил отразить пространственную дифференциацию и специфику растительного покрова и все линейные и площадные изменения, произошедшие с начала строительства.

## Возрастная структура ценопопуляций *Pinus sylvestris* в средневозрастных северотаежных сосновых лесах

Age structure of *Pinus sylvestris* populations in northern taiga middle-aged pine forests

Волкова (Тумакова) Е.А., Горшков В.В., Ставрова Н.И.

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

*ETumakova@binran.ru*

Цель работы состояла в исследовании разнообразия типов возрастной структуры ценопопуляций *Pinus sylvestris* L. в северотаежных сосновых лесах, сформировавшихся после катастрофических пожаров давностью 80–90 лет. Исследование выполнено на территории Кольского полуострова на постоянных пробных площадях (ППП) размером 0,10–0,15 га в сосновых лишайниковых редколесьях (*Subpinetum cladinosum*) (3 ППП), сосняках лишайниковых (*Pinetum cladinosum*) (3 ППП), лишайниково-зеленомошных (*Pinetum cladinoso-hylocomiosum*) (3 ППП) и зеленомошных (*Pinetum hylocomiosum*) (2 ППП). На каждой ППП учет всех особей высотой более 0,1 м проведен по квадратам размером 5×5 м, особей меньшего размера – на 60 площадках размером 1×1 м. Возраст особей определялся по кернам и спилам, отобраным у основания ствола. Установлено, что все изученные типы сосновых лесов отличаются 2–3-х кратным варьированием плотности древостоев и 4–10 кратным варьированием плотности подроста. В частности, в средневозрастных северотаежных сосняках лишайниковых плотность древостоев варьирует от 600–700 до 1500–1700 экз./га, плотность подроста – от 2,5 до 20 тыс. экз./га. Распределения особей по 10-летним градам возрасту в изученных ценопопуляциях сосны обыкновенной относятся к трем типам: 1) положительно асимметричные, 2) симметричные бимодальные, 3) отрицательно асимметричные. Бимодальные распределения отмечены во всех типах средневозрастных сосновых лесов, положительно асимметричные характерны для всех типов кроме сосняков зеленомошных, отрицательно асимметричные – только для сосняков зеленомошных. Выделенные типы распределений достоверно различаются по величине среднего значения (соответственно  $13 \pm 1$ ,  $38 \pm 2$  и 67 лет) и коэффициента вариации (соответственно  $137 \pm 4$ ,  $74 \pm 5$  и 11%) возраста особей. Абсолютное большинство распределений характеризуется непрерывностью, лишь в сосняках зеленомошных отмечены случаи разрыва возрастного ряда (отсутствуют особи в возрасте 20–40 лет).

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант №14-04-01394).

## Растительные сообщества автоморфных солонцов в пустынной зоне Калмыкии (северо-западный Прикаспий)

Plant communities of automorphic solonchets in the desert area of Kalmykia (north-west Caspian lowland)

Гавинова А.Н., Джапова Р.Р.

Калмыцкий государственный университет, Элиста, Россия

*nuraeva\_an@mail.ru*

Представлены результаты геоботанического обследования в 2011 г. природных кормовых угодий Иджилского сельского муниципального объединения, расположенного в пустынной зоне Калмыкии (северо-западный Прикаспий). В зависимости от интенсивности использования естественных кормовых угодий на автоморфных полупустынных солонцах формируются различные растительные сообщества. На средних солонцах в условиях умеренного выпаса ценозообразователями выступают многолетние злаки *Agropyron desertorum*, *Festuca valesiaca*, *Leymus ramosus* (лерхопопынно-житняковые, лерхопопынно-злаковые, острцовые фитоценозы); *Kochia prostrata* (прутняковые, чернопопынно-прутняковые); *Artemisia lerchiana* (лерхопопынные, пустынножитняково-лерхопопынные, злаково-лерхопопынные, ромашниково-лерхопопынные). В условиях усиленного выпаса содоминантами фитоценозов становятся эфемероид *Poa bulbosa* (луковичномятликово-острцовые, луковичномятликово-лерхопопынные, луковичномятликово-прутняковые), однолетники *Ceratocarpus arenarius*, *Anisantha tectorum*, *Alyssum turkestanicum* и др. (однолетниково-острцовые, однолетниково-лерхопопынные). При чрезмерном выпасе эфемероиды и однолетники становятся доминирующими видами (луковичномятликовые, лерхопопынно-луковичномятликовые, ромашниково-луковичномятликовые, острцово-однолетниковые, однолетниковые).

На мелких солонцах в условиях умеренного выпаса в качестве ценозообразующих видов выступают *Artemisia pauciflora* (чернопопынные, камфоросмово-чернопопынные, прутняково-чернопопынные, острцово-чернопопынные), *Camphorosma monspeliaca* (камфоросмовые, чернопопынно-камфоросмовые), *Artemisia lerchiana* (камфоросмово-лерхопопынные, острцово-лерхопопынные). В условиях усиленного выпаса в качестве содоминанта фитоценозов постоянен эфемероид *Poa bulbosa* (луковичномятликово-чернопопынные, луковичномятликово-попынные, луковичномятликово-прутняковые). В условиях чрезмерного выпаса формируются лерхопопынно-, попынно-, прутняково-луковичномятликовые, луковичномятликовые и однолетниковые фитоценозы.

**Распространение сообществ нагорных ксерофитов во внутреннегорном Дагестане**

Distribution of highland xerophyte communities in the inner Daghestan

Галимова П.М.

Горный ботанический сад Дагестанского научного центра РАН, Махачкала, Россия

pgalimova92@mail.ru

Дагестан является одним из районов развития и расселения ксерофитной флоры на Кавказе. Сообщества нагорных ксерофитов широко развиты во Внутреннегорном Дагестане. Развитие этих сообществ на территории Дагестана с третичного периода в определенных климатических условиях, что и послужило интенсивному формообразовательному процессу. Несмотря на значительные занимаемые площади и весьма оригинальный видовой состав, эти сообщества так и остаются вне детальных геоботанических исследований с учетом выявления видового состава, структуры и вопросов синтаксономии.

Нагорные ксерофиты различными авторами описываются под разными названиями. В.Ф. Добрынин (1927) называет их фриганой. Н.А. Буш (1905) – горной степью, Н.И. Кузнецов (1913) разделяет на две группы: нагорные ксерофиты и пустынно-средиземноморские растения, С.И. Виноградов, Г.А. Толчаин (1932) – аридные редколесья, И.В. Новопокровский (1933) – формацией горной каменистой степи, А.А. Гроссгейм (1925) – нагорно-ксерофитными растениями, Д.И. Сосновский (1947) – фриганоидная растительность.

В изучении растительного покрова Дагестана приняли участие большие коллективы ученых. Из флористов, систематиков и геоботаников первое место в изучении Кавказа принадлежит академику А.А. Гроссгейму, в работах которого значительное внимание уделено флоре и растительности Внутреннегорного Дагестана.

Потребуется еще немало времени, чтобы всесторонне изучить нагорные ксерофиты и разработать их научную классификацию. Нагорно-ксерофитная растительность в Дагестане распространена во всех высотных поясах, за исключением верхней части альпийского пояса, на каменисто-щебнистых неразвитых маломощных почвах с примесью мелколесья и определяет вместе с сухими горными степями облик типичных ландшафтов Внутреннегорного Дагестана.

**Исследование переходной зоны между ельниками черничными и луговиковой вырубкой**A study of the ecotone between bilberry spruce forests and *Avenella flexuosa* clear-cuttingГеникова Н.В.<sup>1</sup>, Торопова Е.В.<sup>2</sup><sup>1</sup> Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск, Россия<sup>2</sup> Институт экологических проблем Севера УрО РАН, Архангельск, Россия

genikova@krc.karelia.ru, toropova\_e.v@list.ru

Исследования переходной зоны между ельниками черничными и 2-летней луговиковой вырубкой проводились в Холмогорском районе Архангельской области (подзона северной тайги).

На кромках вырубки разной экспозиции по четырем сторонам света из леса на вырубку были заложены 8 трансект (по две повторности на каждую экспозицию) длиной 40–50 м и шириной 0,5 м. Затем трансекты разбивались на микроплощадки размером 50×20 см, на которых и проводилось описание напочвенного покрова, а именно учитывались состав и проективное покрытие видов сосудистых растений, мхов и лишайников, оценивалось проективное покрытие опада, травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов. На концах трансект проводилось геоботаническое описание каждого лесного сообщества и участка вырубки. Для определения протяженности экотонной зоны между лесом и вырубкой выполнен графический анализ сопряженного изменения обилия видов на трансектах, а также был использован метод выделения клинальных контуров (Василевич, 1975).

Зона перехода от ельника черничного к луговиковой вырубке характеризуется определенным составом и обилием растений напочвенного покрова. В этой зоне резко повышается обилие луговика извилистого, снижается проективное покрытие мхов (в частности, гилокомиума блестящего), при этом наблюдается плавное снижение покрытия черники.

Зоны обилия видов смещались в сторону леса или вырубки в зависимости от экспозиции участка.

**Роль кабанов в поддержании флористического разнообразия пойменных лугов Неруссо-Деснянского полесья**

Role of wild boars in the support of floristic diversity of inundated meadows of Nerusso-Desnyanskoe polesye

Горнов А.В., Ручинская Е.В.

Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, Москва, Россия

aleksey-gornov@yandex.ru

Вопрос о роли животных в биогеоценозах неоднократно поднимался в работах многих исследователей (Динесман, 1961; Средообразующая..., 1970; Млекопитающие..., 1985; Абатуров, 1984; Растительные..., 1986; Евстигнеев и др., 1999; Болысов, 2007; Wirthner, 2011; Горнов, 2013; и др.). Однако он до сих пор остается

актуальным, поскольку животные, особенно роющие, неотъемлемая активная часть биогеоценозов, которая в значительной мере определяет его структуру и динамику. Цель работы – показать значение роющей деятельности кабанов в поддержании флористического разнообразия пойменных лугов.

Материал собран на пойменных лугах Неруссо-Деснянского полесья. Это юго-восточная часть Брянской области. Благодаря охранной деятельности заповедника «Брянский лес» здесь высока плотность кабанов – около 40 особей на 1000 га.

В результате роющей деятельности кабанов на пойменных лугах непрерывно формируются сукцессионные ряды развития микрогруппировок растений. В развитии микрогруппировок выделены следующие стадии: свежие порои возрастом 1–2 месяца; порои возрастом 3–12 месяцев; порои возрастом 1–2 года; старые порои возрастом более 2 лет. На *свежих пороях возрастом 1–2 месяца* массово прорастают слабоконкурентные однолетники, размножающиеся семенами: *Chenopodium album*, *Filaginella uliginosa*, *Phalacrologa annuum* и др. *Порои возрастом 3–12 месяцев* характеризуются появлением вегетативно подвижных видов: *Ranunculus repens*, *Potentilla anserina*, *Glechoma hederacea* и др. На пороях возрастом 1–2 года разрастаются злаки (*Alopecurus pratensis*, *Poa pratensis*, *Phleum pratense* и др.) и луговое разнотравье (*Alchemilla vulgaris*, *Centaurea jacea*, *Geum rivale* и др.). Старые порои возрастом более 2 лет зарастают конкурентным высокотравьем, где абсолютное господство у *Filipendula ulmaria*. Последовательность развития микрогруппировок можно рассматривать как микросукцессию. Постоянная роющая деятельность кабанов преобразует однонаправленные микросукцессии в циклы. Благодаря циклическим микросукцессиям поддерживается высокое флористическое разнообразие сообществ.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 12-04-33193 мол\_а\_вед, № 15-29-02697 офи\_м.

### Малонарушенные высокотравные ельники Брянского полесья

Low-disturbed communities of the tall herb spruce forests in the Bryansk polesie

Горнова М.В.

Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, Москва, Россия

[mariya\\_harlampieva@mail.ru](mailto:mariya_harlampieva@mail.ru)

Высокотравные ельники – уникальные малонарушенные сообщества, уцелевшие на низинных болотах лесной зоны Европейской части России, а также Белоруссии (Пьявченко, 1963; Юркевич и др., 1971; Кутенков, Кузнецов, 2013). Эти леса характеризуются сложной пространственной структурой и выступают в роли рефугиумов биоразнообразия (Харламбиева, Евстигнеев, 2013). Из-за рубок, мелиораций и торфоразработок подобные сообщества практически исчезли. В Брянском полесье небольшое число слабонарушенных высокотравных ельников сохранилось на низинном болоте в пределах памятника природы «Болото Рыжуха».

Высокотравные ельники представляют собой финальную стадию в развитии лесных сообществ на низинных болотах Брянского полесья. По видовому составу и структуре эти ценозы близки к климаксным. Это подтверждает ряд признаков. 1. Полночленность видового состава древесной синузии, в состав которой входят *Alnus glutinosa*, *Betula pubescens*, *Fraxinus excelsior*, *Padus avium*, *Picea abies* и *Ulmus glabra*. 2. Устойчивый оборот поколений в популяциях основных видов деревьев-эдификаторов (*P. abies*, *A. glutinosa*). 3. Выраженная парцеллярная структура, в которой чередуются окна и сомкнутые группировки деревьев. 4. Развитая система микросайтов, представленная валежем, вывальными буграми и ямами, приствольными повышениями, осоковыми, ольховыми кочками и др. 5. Относительно высокое флористическое разнообразие. 6. Сохранность большого числа редких видов растений (*Corallorrhiza trifida*, *Cypripedium calceolus*, *Dactylorhiza fuchsii*, *Epipactis helleborine*, *Ligularia sibirica*, *Malaxis monophyllos*, *Neottia nidus-avis* и др.).

Выполненная работа показала, что благодаря развитой парцеллярной и микросайтной структуре флористический состав изученных малонарушенных высокотравных ельников, видимо, близок к потенциальному. Высокотравные ельники – эталонные сообщества для лесов на низинных болотах Брянского полесья.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 12-04-33193 мол\_а\_вед, № 15-29-02697 офи\_м.

### EcoScale: компьютерная обработка геоботанических описаний по экологическим шкалам

EcoScale: a software to calculate environmental parameters of plots by ecological indicator species values and phytosociological relevés

Грохлина Т.И., Ханина Л.Г., Глухова Е.М.

Институт математических проблем биологии РАН, Пущино, Россия

[grokhlina@mail.ru](mailto:grokhlina@mail.ru), [lkhaniina@rambler.ru](mailto:lkhaniina@rambler.ru), [lglukhova@rambler.ru](mailto:lglukhova@rambler.ru)

Программа EcoScale предназначена для обработки геоботанических описаний по экологическим шкалам видов, как амплитудным – Л.Г. Раменского и Д.Н. Цыганова, так и точечным – Г. Элленберга и Э. Ландольта. В первой версии программы, написанной в 1990-х гг., существовала возможность обработки списков видов пользователя только по амплитудным шкалам; программа работала в пакетном и диалоговом режимах и обладала средствами графической иллюстрации результатов обработки. В следующей версии программы (2006 г.) был существенно изменен пользовательский интерфейс, добавлена обработка по точечным шкалам, а для амплитудных шкал реализована методика обработки данных с учетом экологической валентности видов. В последней версии

программы (2015 г.) мы отказались от использования в шкалах авторских редакций названий видов, что приводило к определенным проблемам с синонимикой, в пользу использования единого списка основных названий видов по общепринятым в России классификациям. Общий список флоры включает виды, для которых есть информация хотя бы по одной экологической шкале; это 2580 видов сосудистых растений, 1045 мохообразных и 187 лишайников. В программе осуществляется проверка списка видов пользователя с обобщенным списком флоры и выдается сообщение о несовпадающих видах. В соответствии с последней редакцией таблиц Э. Ландольта (2010 г.), программа EcoScale в настоящее время поддерживает обработку по 2-м климатическим и 8-ми экологическим шкалам данного автора, среди которых новые шкалы – это шкалы переменности увлажнения почвы и глубины залегания корней. В дальнейшем в программу планируется включить обработку новых характеристик видов из обширных таблиц Э. Ландольта редакции 2010 г.

Исследования проведены при частичной поддержке РФФИ (проект № 13-04-02181).

### **Эколого-морфологическая характеристика растений песчаной косы кордона Невский государственного природного заповедника «Поронайский»**

Ecological and morphological features of the sand tongue plants of the Nevsky Post of State Nature Reserve «Poronaysky»

Гудилова Е.С.<sup>1</sup>, Цырендоржиева О.Ж.<sup>1</sup>, Ольхова М.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Сахалинский государственный университет, Южно-Сахалинск, Россия

<sup>2</sup>Государственный природный заповедник «Поронайский», Поронайск, Россия  
*olga.zhunduevna@gmail.com*

Исследование проводили на территории охранной зоны кордона Невский заповедника «Поронайский».

Цель работы: выявить сходство и различие видового разнообразия двух участков морской песчаной косы (район озера Невское) находящихся в разных экологических условиях. Для исследования были заложены две площадки размером 10×10 м.

Растительный покров исследуемых участков соответствует в целом общим представлениям о лугах песчаных наносов морских побережий Сахалина. Видовой состав первой площадки богаче, он насчитывает 16 видов, относящихся к 8 семействам, в то время как на второй площадке – всего 10 видов, относящихся к 6 семействам. Основную роль в формировании сообществ растений двух площадок играют представители семейств злаковых и осоковых.

Территория первого участка имеет заметно большее проективное покрытие. В среднем оно составляет 82%, это довольно высокий показатель для песчаных наносов морских побережий. На втором участке проективное покрытие составляет лишь около 40%.

На втором участке песчаной косы более суровые для растений условия среды. Во время штормов он заливается морской водой. Сама вода механически воздействует на растения, кроме того, это определяет иной, чем на первой площадке, режим влажности и солености почвы.

Такие условия влияют на формирование растительного покрова в данных экологических условиях и определяют поселение более устойчивых видов растений, к которым относятся: чина морская, бескильница морская, волоснец мягкий, дудник коленчатосогнутый, лигустикум Хультена, осока большеголовая, осока песколюбивая, лапчатка гусятая, шиповник морщинистый, полынь Стеллера.

По мере формирования почвенного покрова, его задернения и развития корневой системы растений влияние моря на исследуемый участок будет ослабевать, что создаст более благоприятные условия для освоения косы новыми видами.

Одним из показателей того, насколько благоприятны условия местообитания для растения, является размер его надземных частей, в частности, высота побега. Это доказывает средняя высота доминанта волоснеца мягкого, которая на первой площадке составляет 131,08 см, а на второй – всего 47 см.

Таким образом, для волоснеца мягкого условия первой площадки являются более благоприятными.

### **Методические подходы к оценке гетерогенности напочвенного покрова**

Methodical approaches to the estimation of the heterogeneity of ground cover

Гурина А.А., Тиходеева М.Ю.

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия  
*shinigami-ichigo@yandex.ru*

Неоднородность растительного покрова является фундаментальным свойством живого. Ее анализ неоднократно становился предметом исследования как российских, так и зарубежных авторов. Вычисление и описание пространственной структуры необходимо как в рамках описания сообщества, так и для избегания пространственной автокорреляции данных в ходе других исследований (Legender, 2000). Но методические подходы, используемые авторами, чрезвычайно разнообразны. В связи с этим задачей данной работы является сравнение уже существующих методов оценки гетерогенности на различном материале. В частности, разобраны и частично апробированы следующие методики:

1. Метод, основанный на представлении о квантованности растительного покрова (Ипатов, Лебедева, Тиходеева, 2014);
2. Метод, основанный на применении трансформации вейвлетов (Bradshaw, Spies, 1992);
3. Корреллограммы Морана и Гери (Cliff, Ord, 1989);
4. Многомерные корреллограммы Мантела (Sokal, 1986);
5. Различные способы ограниченной кластеризации (Legendre, 2000).

В ходе апробации были использованы результаты описаний учетных площадок 0,1 м<sup>2</sup>, заложенных вдоль трансект разной длины (от 30 м до 2 км). На площадках фиксировали проективное покрытие видов напочвенного покрова, высоту травостоя, сквозистость, обилие опада и ветоши, особенности микрорельефа. Трансекты закладывали в разных экотопах и разных типах растительности: на лугу (купырево-лисохвостном, лисохвостно-иван-чайном, таволгово-мелкотравном), в лесу (сосняке зеленомошном, сосняке луговиковом, сосняке сфагновом, сосняке лишайниковом, ельнике зеленомошном) и на верховом болоте (пушицево-сфагновом и осоково-сфагновом).

Основными выводами данной работы являются рекомендации по использованию методических подходов при различном полевом материале. Например, для длинных трансект с большим количеством учетных площадок наиболее корректным будет применение метода вейвлетов (Bradshaw, Spies, 1992).

### **Ключевые вопросы в изучении приручьевого растительности степной и лесостепной зон** Key issues in the study of near brook vegetation in steppe and forest steppe zones

Дусаева Г.Х.

Институт степи УрО РАН, Оренбург, Россия

*16guluy@mail.ru*

В зависимости от особенностей рельефа и гидрологических условий вдоль ручьев развиваются сложные по структуре и динамике экосистемы, характеризующиеся закономерным изменением экологических условий по поперечному и продольному профилям.

Приручьева растительность несет аazonальные (схожие в различных ботанико-географических зонах и подзонах) и зональные (определяемые климатом) черты. В условиях степной и лесостепной зон она играет значительную роль в формировании разнообразия растительного покрова.

Наиболее важным для понимания закономерностей распределения растительного покрова приручьевых экосистем является решение следующих вопросов:

1. Изучение изменения разнообразия, пространственного распределения и флористического состава приручьевых фитоценозов в ботанико-географических подзонах.
2. Изучение влияния орографических и гидрологических факторов (тип водотока: постоянный, временный тип питания) на растительный покров приручьевых экосистем и их роли в формировании разнообразия и распределении растительных сообществ.
3. Изучение флористического состава приручьевых сообществ, выявление раритетной фракции флоры и роли приручьевых экосистем в формировании флористического разнообразия. Выяснение закономерностей распределения флористических комплексов в приручьевых профилях.
4. Изучение форм антропогенного воздействия на приручьевую растительность с учетом зональных особенностей распределения такого воздействия и его результатов.
5. Разработка подходов оптимизации сохранения приручьевых экосистем с учетом особенностей их строения и распределения.

Понимание закономерностей, лежащих в основе формирования и распределения приручьевого растительности, важно на аридных и субаридных территориях, где они играют особую роль в сохранении биологического разнообразия.

### **Скально-осыпная растительность южного и восточного склонов памятника природы «Гора Бештау» (Кавказские Минеральные Воды).**

Rock and talus vegetation of the southern and eastern slopes of the Beshtau Mountain Nature Sanctuary (Caucasian Mineral Waters)

Дутова З.В.

Эколого-ботаническая станция «Пятигорск» Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН, Пятигорск, Россия  
*zoka-309@mail.ru*

Скалы и осыпи занимают около 10% общей площади Бештау и сосредоточены в основном на южном и восточном склонах горы. Исследования этих сообществ достаточно фрагментарны, классическая работа основана на описаниях начала 1940-х гг.

Описания проводились маршрутным методом на высоте 730–860 м над ур. м., размер пробных площадей – 5×5 м. Всего было сделано 53 описания.

В ходе исследований были получены сведения о современном состоянии скально-осыпной растительности южного и восточного склонов горы Бештау.

Скалы и осыпи южного склона заняты преимущественно разнотравно-злаковыми сообществами с проективным покрытием от 20 до 70%. Основу сообществ составляют виды *Sedum acre*, *Sempervivum caucasicum*, *Teucrium polium*, *Thymus pastoralis*, *Phleum phleoides*, *Koeleria cristata*, *Onobrychis inermis*. Многочисленны также *Asphodeline taurica*, *Scutellaria polyodon*, *Artemisia caucasica*. К редким видам относятся *Fritillaria caucasica*, *Campanula saxifraga*. Обычны заросли кустарников – *Rhamnus pallasii*, *Cotoneaster racemiflorus*. К особенностям растительности относятся разреженные группировки из *Linum alexeenkoanum*, *Artemisia caucasica*, *Hedysarum biebersteinii*, на восточном склоне нами не встреченные.

Имеющиеся на восточном склоне выходы скальных пород и осыпи так же, как и на южном склоне горы, заняты разнотравно-злаковыми сообществами с преобладанием видов семейств *Crassulaceae*, *Lamiaceae*, *Poaceae*, но более разнообразны во флористическом отношении за счет видов, встречающихся обычно на степных участках: *Geranium sanguineum*, *Galium aureum* и др. Проективное покрытие сообществ варьирует от 1 до 80%. Особенностью скально-осыпной растительности восточного склона Бештау является обилие *Onosma caucasica*, а также единственное на горе сообщество с *Tragacantha aurea*.

Таким образом, видовой состав скально-осыпной растительности южного и западного склонов памятника природы во многом схож, однако имеет ряд особенностей, обусловленных, на наш взгляд, свойствами субстрата и видом антропогенной нагрузки.

### Исследования горизонтальной структуры лугово-степных участков заказника «Каменная степь» (Воронежская область)

A study of the horizontal structure of the meadow-steppe areas of the «Kamennay steppe» Reserve (Voronezh Region)

Ершова Е.А.

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия  
scarlett695@gmail.com

Государственный природный заказник «Каменная степь» расположен в юго-восточной части Воронежской области (один из регионов Центрального Черноземья).

Описания проводились с 11 по 20 июня 2015 года на трех участках площадью 100 м<sup>2</sup>, расположенных на косой залежи, в каждом из которых были заложены площадки по 1 м<sup>2</sup>. Для каждой площадки составлена схема расположения дерновин злаков и побегов всех остальных видов растений. Работа была выполнена при помощи рамки, разделенной сетью на 100 квадратов по 10 см<sup>2</sup>. Данный метод позволяет отразить на схеме горизонтальное распределение побегов и дерновин злаков и их взаимное расположение внутри растительного покрова.

Исследуемые участки различались между собой интенсивностью использования. Так, на опытном участке № 1, расположенном в 10 м от некосимой залежи 1908 года, сенокосение проводилось ежегодно. На участке № 2 (40 м от некосимой залежи) – через год, на участке № 3 (70 м от некосимой залежи) – через 2 года.

В среднем на метровой площадке встречается около 20 видов растений, а среднее число побегов составляет около 380. На всех участках наибольшую встречаемость имеют *Bromopsis riparia* (84–126 побегов) и *Fragaria viridis* (52–78). Высокую встречаемость, независимо от участка, также имеют *Galium verum*, *Achillea millefolium*, *Convolvulus arvensis*, *Stachys recta*, *Seseli libanotis*. Кустарник *Chamaecytisus ruthenicus* с невысоким обилием присутствует на всех участках. Проростки клена *Acer tataricum* отмечены на первом участке, что, вероятно, вызвано влиянием близко расположенной лесной полосы. На третьем участке мозаично разрастается кустарник *Amygdalus nana*, не встречающийся на других участках. Также третий участок резко отличается от других большим обилием ковыля *Stipa pennata* (в среднем 52 дерновины на площадку), встречающегося здесь в основном в виде молодых дерновин, и отсутствием типчака *Festuca valesiaca*. Кроме того, на данном участке высокую встречаемость имеет полынь *Artemisia austriaca* (в среднем 50 побегов на площадку) – вид, не характерный для других участков.

Таким образом, использование данного метода позволяет визуализировать и зафиксировать горизонтальное распределение видов внутри растительного покрова, что помогает характеризовать структуру растительности.

### О роли микросайтов в естественном возобновлении деревьев в высокотравных лесах Северного Предуралья

About the role of the microsities in natural regeneration in tall herb forests of the Northern Urals

Ефименко А.С., Алейников А.А.

Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, Москва, Россия  
aseforests@gmail.com

В настоящее время лесной покров рассматривают как совокупность различных микросайтов, формирующихся в результате жизни и смерти взрослых деревьев. Несмотря на многочисленные исследования естественного возобновления, в среднетаежных лесах приуроченность подростка к микросайтам осталась малоисследованной. Цель работы – изучить влияние микросайтов на естественное возобновление ели сибирской (*Picea obovata*), пихты сибирской (*Abies sibirica*), кедра сибирского (*Pinus sibirica*) и березы пушистой (*Betula*

*pubescens*) в высокотравных лесах Северного Предуралья. Исследования проводили в Печоро-Илычском заповеднике, расположенном на юго-востоке республики Коми. Подрост учитывали на пробной площади, заложённой в пихто-ельнике высокотравном, размером 1,0 га. К подросту относили растения с  $D_{1,3м} < 2$  см. У каждой особи определяли вид и тип микросайта, на котором она произрастает. К микросайтам относили валежины, пни, ямы и бугры, а также выровненные участки.

Установлено, что плотность подроста в пихто-ельнике высокотравном составляет всего 1103 ос./га. Подрост ели, пихты и березы встречается на микросайтах всех типов, в том числе и на выровненных участках, а подрост кедра – только на валежинах и пнях. Наибольшая плотность особей всех видов деревьев отмечена на пнях (481 ос./100 м<sup>2</sup>), на буграх и валежинах – в 4,2 и 2,9 раза меньше, а самая низкая – на выровненных участках (0,6 ос./100 м<sup>2</sup>).

Таким образом, в пихто-ельнике высокотравном микросайты (валежины, пни и бугры) вносят существенный вклад в приживание подроста основных лесобразующих видов деревьев.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проекты № 13-04-0149 и № 15-34-20967)

### Сравнение флористического состава осинников и темнохвойных лесов Государственного природного заповедника «Столбы»

Comparison of the floristic composition of aspen and dark-coniferous forests in State Nature Reserve «Stolby»

Ефремова Е.Ф., Тиходеева М.Ю.

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

*alena-elena-efremova@yandex.ru*

В заповеднике «Столбы» на долю лесов с участием осины приходится 12–17% всей территории. По занимаемой площади это третья после сосняков и пихтарников древесная формация. Осинники заповедника представляют собой длительно производные древостои, сформированные в процессе естественной восстановительной сукцессии темнохвойной формации на месте вырубок и пожаров.

Нами была поставлена задача проследить взаимосвязь между коренными и производными формациями, проанализировать флористическое сходство на основании коэффициента Сьеренсена ( $K_s$ ) и на примере осинников сравнить производные формации между собой.

Исследование проводили в производных древостоях: осиннике с пихтой крупнотравном, осиннике осочковом и пихтарнике с осинной кисличном, и в хвойных, близких к коренным, лесах: сосняке с лиственницей сухотравном, сосняке с лиственницей коротконожково-осочковом, сосняке с пихтой и кедром осочково-зеленомошном, сосняке с пихтой осочковом, елово-пихтарнике аконитовом, пихтарнике осочково-звездчатковом, пихтарнике аконитово-осочковом, кедраче майниково-голокучничково-зеленомошном.

В лесных сообществах с приоритетным участием осины доминируют влажнелесолуговые виды, но на каждой территории есть свои особенности, так, в осиннике осочковом часто встречаются сухолесолуговые и свежелесолуговые виды, а в осиннике с пихтой – сырлесолуговые и даже субболотные. Что касается пихтарника, то там наибольшее разнообразие растительности: от сухолуговых до сырлесолуговых, это самый богатый по видовому разнообразию участок.

Во флористическом отношении осинники оказались далеки от коренных древостоев, особенно четко это наблюдается в осиннике крупнотравном, там  $K_s$  достигает 15%. Максимально приближен к коренным лесам пихтарник с осинной в первом ярусе, но  $K_s$  сильно варьирует: от 3% с сосняком сухотравным и до 30% с пихтарником аконитово-осочковым. При этом осинник осочковый занимает промежуточное положение:  $K_s$  от 5 до 28%, достигая максимального значения с сосняком осочковым и пихтарником аконитово-осочковым, где так же, как и в осиннике, видом-доминантом является *Carex macroura* Meinsh.

### Изменчивость удельной листовой поверхности опушечных растений в Московской области

Variability of specific leaf area of the edge plants in Moscow Region

Железова С.Д.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

*surusoym@gmail.com*

Удельная листовая поверхность (УЛП) – эколого-морфологический признак, отражающий жизненную стратегию вида. Он показывает, сколько биомассы растение тратит на образование единицы площади листа. Для изучения изменчивости УЛП нами были отобраны листья 6 опушечных видов: (*Ajuga reptans* L., *Betonica officinalis* L., *Fragaria vesca* L., *Prunella vulgaris* L., *Solidago virgaurea* L., *Succisa pratensis* Moench). Мы собирали материал на территории Московской области в луговых, лесных и опушечных фитоценозах (всего 21 сообщество) в течение июля–августа 2014 года.

После подготовки и обработки проб мы вычислили удельную листовую поверхность дважды (для сухих и влажных листьев) по формуле:  $УЛП = S/M$ , где  $M$  – масса сухого или влажного материала,  $S$  – площадь свежего образца. Каждое местообитание мы оценили по шкале Г. Эллэнберга в баллах по характеристикам: освещенность, влажность, реакция среды, богатство почвы.

С помощью непараметрического критерия Манна-Уитни (Mann-Whitney U Test) были выявлены значимые различия между максимальными и минимальными средними значениями УЛП в различных местообитаниях у следующих видов: *Ajuga reptans*, *Betonica officinalis*, *Fragaria vesca*, *Prunella vulgaris*, *Solidago virgaurea*. У *Succisa pratensis* в случае измерения УЛП влажных листьев таких различий не было выявлено, тогда как в сухом состоянии они присутствовали.

В результате наших исследований на примере разных видов было показано, что удельная листовая поверхность сильно варьируется в зависимости от условий местообитания. Таким образом, для сравнения разных сообществ по функциональной структуре предпочтительнее использовать данные, собранные в сравниваемых местообитаниях, чем усредненные показатели из мировых баз данных.

### Мониторинг популяций редких видов растений на модельных территориях Волгоградской области

Monitoring of the rare species of plants populations in the model areas of Volgograd region

Зверев А.В.

Волгоградский государственный социально-педагогический университет, Волгоград, Россия

*ArsZwer@yandex.ru*

Целью нашей работы стал мониторинг и восстановление занесенных в Красную книгу популяций *Iris pumila* L., *Iris tenuifolia* Pall., *Calophaca wolgarica* (L. fil.) DC., *Eriosynaphe longifolia* (Fisch. ex Spreng.) DC. и *Cousinia astracanica* (Spreng.) Tamamsch. на модельных территориях Волгоградской области. Задачами были определение и картирование мест обитания, изучение внутривидовых особенностей, факторов антропогенной нагрузки, определение сопутствующих фитоценозов, а также морфометрических показателей и семенной продуктивности. Материалами для данной работы послужили личные сборы и наблюдения автора в период с 2007 по 2013 год в районе поселков Соляной, Верхняя Судоверфь, Кирова, Лесобазы, Нагорного города Волгограда, а также на территории природного парка «Донской» (урочище Картули).

Популяции *Iris pumila* являются полночленными с лучшими показателями у популяций природного парка. Популяция *Iris tenuifolia* находится под угрозой исчезновения в связи с разработкой песка. Наибольшую угрозу *Calophaca wolgarica* представляют: выпас скота – 9 баллов; пожары – 6 баллов; автодороги – 5 баллов. Вид *Eriosynaphe longifolia* больше всего подвержен выпасу скота (5 баллов) и рекреации (4 балла), а *Cousinia astracanica* – наличию рядом дорог (3 балла) и загрязнению отходами (3 балла). По морфометрическим показателям популяции у поселка Нагорный лучше развиты. *Calophaca wolgarica* имеет суммарный природоохранный статус – 1. *Eriosynaphe longifolia* имеет суммарный природоохранный статус – 6.

*Cousinia astracanica* произрастает только на одном глинисто-каменистом выступе около поселка Нагорный. Популяция состоит из 26 генеративных и 35 вегетативных особей.

### Фиторазнообразие луговых сообществ в тундрах северного Ямала

Phytodiversity of tundra meadow communities in the Northern Yamal

Землянский В.А., Леонова Н.Б.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

*minaytirrit@gmail.com*

Изучение труднодоступных районов российской Арктики дает новые материалы по биоразнообразию тундровых территорий. Северная часть восточного побережья полуострова Ямал (междуречье рек Сабеттаяхи и Вэнуймаеяхи) в зональном отношении относится к переходной полосе между арктическими и типичными тундрами. В растительном покрове распространены преимущественно кустарничковые и травяные (осоково- и злаково-моховые) тундры, большие площади занимают тундровые болота. Флористический состав отличается молодостью, наличием миграционных элементов сибирского и европейского происхождения при общей бедности видами сосудистых растений. В составе растительности тундровой зоны обнаруживаются сообщества с большой долей участия мезофитов – это так называемые тундровые луговины. Они существенно отличаются от лугов лесной зоны – для них характерны фрагментарность, значительное проективное покрытие мхов и лишайников, присутствие кустарничков, что вызвано спецификой природно-зональных условий. Данные сообщества представляют значительный интерес с биогеографической точки зрения. Они отличаются видовым разнообразием, присутствием в их составе видов на северной границе ареала. В районе исследований выявлены следующие типы луговых сообществ: 1) пойменные ивовые разнотравные, 2) злаково-разнотравные луга южных склонов (яры) и 3) сырые разнотравно-осоковые. Видовое разнообразие первой группы составляет 36 видов сосудистых растений, второй – 45, третьей – 64. Количество видов мхов и лишайников также нарастает в третьей группе. Луговые сообщества типа яров с господством злаков и разнотравья по своим характеристикам отчасти соответствуют криогемиксеро-мезофитным разнотравным лугам типичных тундр по классификации М.Ю. Телятникова, однако столь северное их положение (выше 71° с. ш.) не было отмечено ранее. Тундровые луговые сообщества приурочены к теплым, хорошо дренированным склонам с песчаными почвами в долинах крупных рек.

## Характеристика растительности разновозрастных залежных земель южной части Приволжской возвышенности Саратовской области

Vegetation of the Volga Upland south part fallow lands of different ages in Saratov region

Зябилова М.М., Сергеева И.В., Шевченко Е.Н.

Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, Саратов, Россия

*mziabirova@mail.ru*

В 2012–2014 гг. исследовались заброшенные пашни (залежи), расположенные в ряде районов Правобережья Саратовской области.

Наибольшее количество видов отмечено на 8–12-летних залежах и составило от 137 до 127 видов. Для залежей 4–7 лет количество видов колеблется от 30 до 74. Видовая насыщенность увеличивается с возрастом залежи и составляет для залежей 4–7 лет от 22 до 29 видов/100 м<sup>2</sup>, а для 8–12-летних – от 34 до 41 вида/100 м<sup>2</sup>. Оценка обилия видов (без доминантов и эдификаторов) для залежей 4–7 лет находится на уровне Sp.–Sol., а для залежей 8–12 лет – Cop.1–Sol. Проективное покрытие с возрастом залежей увеличивается (от 80 до 95%).

В Татищевском районе на 12-летней залежи в окрестностях с. Карякино растительность представлена ассоциациями: мятликовой (*Poa angustifolia*); пырейной (*Elytrigia repens*); полынно-мятликовой (*Poa angustifolia*+*Artemisia absinthium*); цминно-типчаковой (*Festuca valesiaca*+*Helichrysum arenarium*). На 8-летней залежи в окрестностях с. Докторовка представлены сообщества ассоциаций: полынно-типчаковой (*Festuca valesiaca*+*Artemisia absinthium*); кострово-липушковой (*Lapulla squarrosa*+*Bromus squarrosus*); анисантово-ромашковой (*Tripleurospermum perforatum*+*Anisantha tectorum*). На 4-летней залежи около с. Карякино представлены сообщества ассоциаций: мятликовой (*Poa angustifolia*) и мятликово-полынной (*Artemisia absinthium*+*Poa angustifolia*).

В Саратовском районе на 6-летней залежи в окрестностях с. Березина речка встречаются сообщества ассоциаций: пырейной (*Elytrigia repens*); бодяковой (*Cirsium arvense*); вейниковой (*Calamagrostis epigeios*); вейнико-синяковой (*Echium vulgare*+*Calamagrostis epigeios*); чертополоховой (*Onopordum acanthium*).

Спектр растительности на 5–7-летних залежах Лысогорского района представлен ассоциациями: пырейной (*Elytrigia repens*); латуковой (*Lactuca serriola*); ромашковой (*Tripleurospermum perforatum*); бодяково-чертополоховой (*Onopordum acanthium*+*Cirsium arvense*).

## Влияние зубров на растительность в заповеднике «Калужские засеки»

Influence of European Bison's vital activities on vegetation in the «Kaluzhskie Zaseki» Reserve

Иванова Н.В.<sup>1</sup>, Бобровский М.В.<sup>2</sup>, Ханина Л.Г.<sup>1</sup>, Смирнов В.Э.<sup>1</sup>, Решетникова Н.М.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Институт математических проблем биологии РАН, Пущино, Россия

<sup>2</sup>Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пущино, Россия

<sup>3</sup>Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, Москва, Россия

*Natalya.dryomys@gmail.com*

Цель работы – оценка влияния зубров (*Bison bonasus*) на растительность заповедника «Калужские засеки». Исследования проводили на двух участках – подкормочных площадках, где зубры держатся большую часть года. На каждом участке описаны три типа биотопов: 1) луговая поляна; 2) прилегающий к поляне лес (переходная зона); 3) прилегающий к переходной зоне лес (фон). Выполнено 39 геоботанических описаний, дополненных флористическими исследованиями.

Экологическую характеристику сообществ давали по таблицам Элленберга, анализировали эколого-ценотическую структуру сообществ. Ординацию площадок проводили методом неметрического шкалирования. Значимость различий в структуре растительности между биотопами оценивали с помощью многомерного дисперсионного анализа. Расчеты проводили в среде R и программе Ecoscale.

Ординация выявила основной градиент, определяющий варьирование растительности изученных биотопов, – освещенность: точки, соответствующие описаниям луговых полей и лесов, располагаются в противоположных областях по первой оси диаграммы. Вдоль второй оси ординации растительность варьирует по градиентам увлажнения почвы и ее богатства минеральным азотом: луга наиболее заметно различаются по этим экологическим характеристикам. Сообщества переходных зон оказались наиболее близки между собой. Однако дисперсионный анализ показал, что растительность всех биотопов значимо различается. Эколого-ценотический анализ выявил наличие структурных изменений сообществ переходных зон по сравнению с фоном: увеличение доли видов нитрофильной, лугово-опушечной и боровой групп при уменьшении доли неморальных видов. Выявлено, что на участках, где пасутся зубры, произрастают редкие в регионе виды: *Ophioglossum vulgatum*, *Trisetum sibiricum*, *Carex hartmanii*, *Dracocephalum ruyschiana*. На полянах, где влияние выпаса незначительно, эти виды не зарегистрированы.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты № 15-29-02724 офи\_м и № 13-04-02181).

## Растительный покров болот ледораздельных аккумулятивных возвышенностей средней тайги (Карелия)

Vegetation of the glacial accumulative uplands in the middle taiga of Karelia Republic

Игнашов П.А.

Институт биологии Карельского научного центра РАН, Петрозаводск, Россия  
paul.ignashov@gmail.com

Вешкельская и Вохтозерская ледораздельные аккумулятивные возвышенности расположены к юго-западу и к северу от озера Сямозеро. Они представлены комплексом песчаных холмов и гряд, образующих сильно расчлененный рельеф, понижения которого заняты многочисленными небольшими озерами и болотами.

Летом 2014 г. было исследовано 45 болотных массивов площадью от 2,5 до 90 га. Среди них большая часть – болота верхового типа (сосново-пушицево-кустарничково-сфагновые), довольно редки переходные травяные и травяно-гипновые болота.

В составе флоры выявлен 181 вид высших растений из 57 семейств и 98 родов. Из них 127 видов сосудистых растений, что составляет 40% от болотной флоры Карелии. Мхи представлены 54 видами (40% от бриофлоры болот Карелии). Значительная часть видов (около 100) встречалась лишь на 1–5 болотах, это либо факультативные для болот виды, либо виды, предпочитающие богатые болотные местообитания, редко встречающиеся в данном типе ландшафта.

Фитоценотическое разнообразие представлено 17 ассоциациями, принадлежащими к 4 классам по типу минерального питания: омбротрофному (8), олиготрофному (3), мезотрофному (4), евтрофному (2). Наиболее распространены омбротрофные кочковые ассоциации *Chamaedaphne calyculata-Sphagnum fuscum* и *Chamaedaphne calyculata-Sphagnum angustifolium* и мочажинные ассоциации *Scheuchzeria palustris-Sphagnum majus*. Из олиготрофных чаще встречается ковровая ассоциация *Carex rostrata-Sphagnum fallax*. Мезотрофные ассоциации приурочены к болотам, испытывающим аллювиальное влияние: *Carex lasiocarpa-Menyanthes trifoliata* и *Equisetum fluviatile-Calla palustris*. Евтрофные ассоциации выделены на болоте с выходом ключей (*Pinus sylvestris-Carex lasiocarpa-Sphagnum warnstorfi*).

## Отображение распространения смешанных лесов Заволжья методом сеточного картографирования

Grid mapping of mixed forests in Trans-Volga region

Кадетов Н.Г.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия  
biogeonk@mail.ru

Заволжье (между Горьковским водохранилищем и Уралом) – регион со сложной геолого-геоморфологической структурой, неоднородными биоклиматическими условиями, испытывавший различные по длительности и направленности антропогенные воздействия. Здесь расположены полосы контакта между бореальными и гемибореальными лесами с одной стороны и восточноевропейскими и приуральскими (Зоны и типы..., 1999) вариантами смешанных лесов – с другой. Это обуславливает сложную структуру лесного покрова территории и необходимость детального изучения распространения отдельных типов фитоценозов.

Несмотря на значительный объем накопленных с начала XX в. данных, учитывая разрозненность информации и неодинаковые трактовки разными авторами объема синтаксонов, очевидна необходимость создания единой схемы систематизации и хранения геоботанической информации, которая также позволила бы оценить степень исследованности различных частей территории.

Достижение подобной цели возможно с использованием стандартных регулярных сеток (метод сеточного картографирования). На основе этого подхода создана серия карт распространения 27 групп ассоциаций эколого-морфологической классификации в Заволжье. В основу положены данные полевого обследования и литературные источники. Средний размер ячеек около 25×25 км, общее количество ячеек – 476. Полученные материалы позволяют не только проследить с известной степенью детальности закономерности распространения синтаксонов в сопоставлении с различными параметрами (в первую очередь биоклиматическими) и оценить пространственные закономерности изменения уровня ценоценотического разнообразия, но также выявить участки, с которых непосредственные геоботанические данные неизвестны (около четверти квадратов).

## Некоторые особенности естественного возобновления *Araucaria araucana* в провинции Неукен, Аргентина

Some peculiarities of *Araucaria araucana* repopulation in Neuquén Province (Argentina)

Казакова Н.Л., Антонова И.С.

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия  
nakazyalka@gmail.com

В настоящее время площади, занимаемые *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch, сильно сократились. Причиной тому, по мнению Donoso (2006), является конкуренция с естественными сообитателями: *Chusquea culeou* E. Desv., *Nothofagus antarctica* G. Forster, *N. dombeyi* (Mirb.) Oerst., *N. pumilio* (Poep. et Endl.) Krasser, а также

разрушение естественных мест произрастания. Исследование проводилось на восточной границе провинции, близ оз. Мокуэуэ, на западном склоне Анд.

Были проложены четыре трансекты от подножия гор (800 м над ур. м.) до вершин (1800 м над ур. м.). На пробных площадках исследовано количество проростков, подроста и опавших семян *A. araucana* в каждом типе леса. Выделены стадии жизненности подроста разного возрастного состояния.

На трансектах выявлены и обследованы 4 типа лесов с участием *A. araucana* по высоте над ур. м.: 800–900 м – долинные пустоши с араукарией; 900–1200 м – *N. antarctica* - *A. araucana* с сомкнутым подлеском из *C. culeou*; 1200–1480 м – *A. araucana* с участием *N. pumilio* и *N. dombeyi* и подлеском из *C. culeou*; выше 1480 м – чистые араукарники с небольшой примесью нотофагусов, подлеском из вечнозеленых кустарников или мертвопокровником.

Количество опавших семян на 1 м<sup>2</sup> наибольшее в чистых араукарниках, наименьшее – в долинных пустошах. В чистых араукарниках и араукарниках с нотофагусами наблюдается активное возобновление и присутствие подроста. По мере увеличения возраста часть подроста погибает или переходит в стадию ожидания «торчок» (Grosfeld et al., 1999; Казакова, Антонова, 2014). Наиболее высокий процент выживаемости от семени до перспективного растения выше 3-х метров отмечен на высотах 1200–1480 м над ур. м. – 0,16%, в чистых араукарниках – 0,03%. Таким образом, несмотря на конкуренцию араукарии с нотофагусами и бамбуком, в смешанных лесах наблюдается более успешное возобновление. В чистых араукарниках количество подроста, вероятно, лимитируется большей конкуренцией за свет. Восстановление подроста на пустошах отсутствует из-за сильного вытаптывания скотом.

### Классификация растительности придорожных подтопленных участков Карелии Classification of roadside flooded habitats vegetation in Karelia

Канцерова Л.В.

Институт биологии Карельского научного центра РАН, Петрозаводск, Россия

*Kancerova.L@mail.ru*

На территории Карелии в подзоне средней тайги с 2009 года ведутся исследования по изучению растительного покрова трансформированных участков вдоль автомобильных дорог. Всего исследовано около 200 придорожных подтопленных участков, на которых выполнено 300 геоботанических описаний болотной и гигрофильной травяной растительности. Все исследованные участки трансформированы более 40 лет назад, они различаются по микрорельефу, составу грунтов, водно-минеральному питанию. На минеральных грунтах выполнено 220 описаний (73%), остальные 80 (27%) – на торфяных отложениях.

Классификация растительности проведена на основе принципов и подходов отечественного эколого-фитоценологического метода. Всего выделено 16 ассоциаций, 12 из которых относятся к травяному, 3 – к травяно-сфагновому, а 1 – к кустарниково-травяному классам растительности. Исключительно на минеральных грунтах встречаются ассоциации: *Salicetum spp.–Herbae* (8 описаний), *Scirpetum sylvatici* (24), *Phragmitetum australis* (14), *Typhetum latifoliae* (14), *Caricetum acutae* (7), *Filipenduletum ulmariae* (6). На минеральных и торфяных отложениях: *Equisetetum fluviatilis* (43), *Caricetum rostratae* (35), *Comaretum palustris* (21), *Caricetum canescens–elongatae* (14), *Caricetum vesicariae* (13), *Caricetum rhynchophysae* (11), *Menyanthetum trifoliatae* (7). Исключительно на торфяных отложениях: *Comareto–Sphagnetum spp.* (37), *Equiseto fluviatilis–Sphagnetum spp.* (15), *Cariceto rostratae–Sphagnetum spp.* (5).

Выявлены две группы сообществ с *Carex nigra* и *C. aquatilis*, представленные 3–4 описаниями, синтаксономический статус которых будет определен после сбора дополнительного материала. Формирование растительного покрова придорожных участков происходит в основном за счет активного расселения аборигенных видов растений (95%).

### Особенности структуры фитоценоза ельника зеленчукового после поражения ели короедом-типографом

Structural features of *Galeobdolon* spruce phytocoenosis after bark-beetle outbreak

Каплевский А.А.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

*Dron\_of\_geobot@list.ru*

Направления изменения лесной растительности в очагах усыхания ели после вспышек численности короеда-типографа (*Ips typographus*) в 1999–2012 годах в Московской области мало изучены. Естественное лесовосстановление более эффективно для лесов Средней полосы, чем применяемые сейчас сплошные санитарные рубки, приводящие к образованию луговых сообществ на месте ельников.

Цель исследования – выявление особенностей изменения структуры фитоценоза ельника после гибели древостоя в сравнении с фитоценозами после вырубki сухостоя и исходным лесом.

В ходе работы на территории Звенигородской биологической станции МГУ были заложены постоянные пробные площади в трех фитоценозах, возникших в ельнике зеленчуковом: с погибшим в 2012 году древостоем ели, после сплошной вырубki ели и в ельнике с живым древостоем. На каждой пробной площади заложены по три

трансекты длиной 40 м. Вдоль линий этих трансектов в 2013 и 2014 годах проведено изучение изменений травяно-кустарничкового яруса (ТКЯ) и мохового покрова, состава и высоты подроста и подлеска, характеристик древостоя, сделаны полные геоботанические описания.

Оказалось, что короед поражал ели с диаметром ствола более 35 см ( $p = 90\%$ ,  $t$ -test). При этом возраст и высота погибших и живых елей значимо не отличались.

Видовой состав фитоценозов ельника зеленчукового с живым и погибшим древостоем близок, изменилось лишь соотношение обилия видов. Растительность вырубки развивается в направлении лугового фитоценоза.

Ординация (ДСА) площадок по встречаемости видов ТКЯ и мохового покрова выявила тренд уменьшения отличий растительности ельника с погибшим древостоем и увеличения отличия вырубки от исходного ельника.

Сохранение сухостоя и естественный ход лесовосстановления ведет к сохранению лесного фитоценоза и изменению лишь соотношения доминирующих пород в древостое. В результате образуется смешанный древостой с липой и кленом, более устойчивый к вредителям и болезням леса.

### Сравнение растительного покрова склонов северной и южной экспозиций в степном регионе на примере музея-заповедника «Дивногорье» Воронежской области

Comparison of the vegetation of slopes of the northern and southern exposures in the steppe region on the example of the Museum-Reserve «Divnogorie» in Voronezh region

Кашутина И.Н.

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

*hilary.99@mail.ru*

Рельеф является важным фактором, определяющим климатические условия и обуславливающим распределение растительности. В степном регионе довольно велико влияние экспозиции склона на распределение растительных сообществ. Склоны, обращенные на север, обычно холоднее и лучше увлажнены, почва на них более мощная; склоны, обращенные на юг, наоборот, более теплые и сухие, с менее мощным почвенным покровом. Кроме того, значительную роль играют такие факторы, как высота над уровнем моря, крутизна склона, микрорельеф, глубина залегания подстилающих пород, тип и мощность почвы.

В данном исследовании мы сравниваем структуру растительного покрова склонов северной и южной экспозиции балки «Голая», входящей в буферную зону музея-заповедника «Дивногорье» Воронежской области. Днище балки протягивается на 6 км с запада на восток, а прилегающие овраги – с севера на юг. Участок расположен в условиях умеренно-континентального климата, в степном регионе с черноземными почвами.

В ходе исследования проводились полевые ландшафтные описания, которые включали в себя описание мезо- и микрорельефа, состава почвообразующих пород, почв, растительности. Давалась характеристика проективного покрытия, степени увлажнения, отмечалась граница между растительными сообществами на склонах. В результате полевых исследований была составлена карта растительности балки «Голая» в программе MapInfoProfessional 12.

На исследуемом участке было выявлено 5 фитоценозов. Наиболее распространенными являются лугово-степной, луговой и степной, в меньшей степени – кальцефитный и лесной. В составе данных фитоценозов выделяются 15 фитоценозов. Это бобово-злаковая степь, бобово-молочаево-ковыльная степь, дубовниково-низкоосоково-типчаково-ковыльная степь, землянично-разнотравно-злаковая степь, ивовые заросли с хвощово-тростниковым сообществом, ковыльно-львовая степь, ковыльно-льново-тимьянниковая степь, осиновый лес с зарослями терна, подмаренниково-злаковая степь, пырейно-мятликовая степь, разнотравно-злаковая степь с единичными плодовыми деревьями, тимьянниковая степь, типчаково-ковыльно-бобово-разнотравная степь, типчаково-ковыльно-молочаево-шалфейевая степь, шалфейево-ковыльно-типчаковая степь, меловые обнажения.

На основе карты растительности и схемы профиля балки был сделан вывод, что распределение растительных сообществ носит закономерный характер. Прослеживается четкая приуроченность степного и кальцефитного фитоценозов к склонам южной экспозиции, где режим увлажнения характеризуется как недостаточный, а почвы маломощные либо отсутствуют, а лугово-степного – к склонам северной экспозиции, который имеет достаточное увлажнение и почвы средней мощности. Луговой фитоценоз принадлежит днищам балки и оврагов. Данные фации характеризуются как достаточно увлажненные, с делювиальными почвами средней мощности. Лесной комплекс присущ днищам оврагов, втекающих в дно балки строго с юго-востока. В них наблюдается режим увлажнения либо достаточный, либо избыточный, почвы также делювиальные либо перегнойные.

### Эколого-биологические особенности видов рода *Adonis* на юго-западе Среднерусской возвышенности

Ecological and biological features of the genus *Adonis* species in the South-West of the Central Russian Upland

Кирилова И.А.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород, Россия

*ira.coniaewa@yandex.ru*

В 2012–2015 гг. было изучено общее распространение 3 видов рода *Adonis* (сем. *Ranunculaceae*): *A. vernalis* L., *A. wolgensis* Stev., *A. aestivalis* L., их популяционная структура, изменчивость морфологических признаков,

онтогенетические состояния и растительные сообщества, формируемые этими видами на юго-западе Среднерусской возвышенности.

Установлено, что в растительных сообществах, где отмечены виды рода *Adonis*, часто доминируют *Festuca pratensis* Huds., *Achillea millefolium* L., *Salvia verticillata* L. Вблизи техногенных экотопов выявлено низкое обилие *Adonis*. В природных и квазиприродных экотопах обилие видов составляло 2–3 балла по шкале Браун-Бланке.

В онтогенетическом спектре видов рода *Adonis* преобладают генеративные особи, что подтверждает устойчивость популяций к внешним факторам среды. Из изученных морфологических параметров наибольшая изменчивость отмечена у таких признаков, как число листовых узлов на стебле ( $36,0 \pm 5,0\%$ ) и ширина листа в средней части побега ( $46,2 \pm 6,5\%$ ). Значимые корреляции отмечены для таких признаков, как число генеративных побегов и количество цветков на одном растении ( $r = 0,89$ ), ширина, длина среднего листа ( $r = 0,69$ ). Установлено, что наибольший коэффициент корреляции вычислен на территориях, которые подвержены наименьшему антропогенному прессингу.

Таким образом, эколого-биологические особенности видов рода *Adonis* на юго-западе Среднерусской возвышенности во многом определяются степенью антропогенного влияния среды. Наибольший уровень изменчивости признаков характерен для популяций, формирующихся в экотопах антропогенно-трансформированных и с высокой мозаичностью условий среды.

### Распространение и характеристика древостоев широколиственных пород на территории Ленинградской области

Distribution and characteristics of forest stands of broad-leaved tree species in Leningrad region

Ковалёва К.А.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия  
krista-you@mail.ru

Сохранение высокого биологического разнообразия является одним из важнейших условий устойчивого лесопользования, что обуславливает необходимость его тщательного изучения. Большой интерес представляют виды, находящиеся на границе своего ареала, так как, в соответствии с одним из дополнений к закону толерантности Виктора Шелфорда, если условия по одному экологическому фактору не оптимальны для вида, то может сузиться диапазон толерантности и к другим. Как следствие, такие виды наиболее чувствительны к изменениям факторов внешней среды и могут быть использованы в качестве их индикаторов.

В Северо-Западном регионе проходит северная граница распространения целого ряда широколиственных пород, таких как дуб черешчатый, клен остролистный, ясень обыкновенный, вяз гладкий и шершавый и липа мелколистная, изучению которых был посвящен целый ряд научных исследований.

В рамках предлагаемой работы на основании данных лесоинвентаризации в лесничествах Ленинградской области была определена представленность и характеристика древостоев вышеназванных пород. Установлено, что суммарная площадь широколиственных древостоев без учета молодняков составляет 735,3 га, больше половины из которых (50,5%) приходится на дуб. Далее в порядке уменьшения следуют липа (33,1%), ясень (9,4%), вязы (4,7%) и клен (2,3%).

Все древостои могут быть охарактеризованы как высокобонитетные, со средними классами бонитета, варьирующими от 1,7 для ясеня до 2,3 для дуба, что свидетельствует о большей требовательности ясеня к почвенным условиям.

Наиболее представленными типами леса являются кисличный, черничный и травяно-таволговый.

### Ценофлора лугов нижнего течения реки Варзуга (Мурманская область)

Coenoflora of humid semi-natural grasslands in the low flow of Varzuga River (Murmansk region)

Копейна Е.И., Королева Н.Е.

Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина Кольского НЦ РАН, Кировск, Россия  
Kopeina-E@yandex.ru

Луга в нижнем течении реки Варзуга (Мурманская область) представляют собой европейские пойменные луга на северной границе распространения, их состав и структура до сих пор недостаточно изучены. В полевые сезоны 2013 и 2015 гг. обследовали луга в долине реки и на речных островах от с. Варзуга до д. Усть-Варзуга. В результате классификации 187 описаний с использованием коэффициента сходства Сьеренсена-Чекановского (программный модуль «GRAPHS» (Новаковский, 2004)) получили 6 типов сообществ: луга низкой поймы, луга высокой поймы, щучковые кочковатые луга, открытые сообщества на молодом аллювии, сырые луга и луга с приморскими элементами. Ценофлора сосудистых растений очень богата и насчитывает 226 видов, большая часть из которых принадлежит к семействам *Poaceae* (14%), *Asteraceae* (10%) и *Rosaceae* (7%). Как и предполагалось, в ценофлоре преобладают мезофиты (51%). Доли мезогигрофитов и гигрофитов незначительны – по 11%. Из групп жизненных форм и географических элементов (Секретарева, 2004) преобладают поликарпические (75%) и моно- и олигокарпические (12%) травы, группа видов с циркумареолами (35%), с евразийскими и преимущественно евразийскими ареалами (34%) и с европейскими и преимущественно европейскими ареалами (24%). Деревья в виде

подроста и кустарники встречаются на лугах высокой поймы и сырых лугах. 6 видов включены в Красную книгу Мурманской области (2014): *Armeria scabra* Pall. ex Schult. (3) NT, *Hedysarum arcticum* B. Fedtsch. (2) EN, *Ligularia sibirica* (L.) Cass. (3) NT, *Ribes nigrum* L. (3) NT, *Thymus subarcticus* Klok. et Shost. (3) NT, *Zannichellia repens* Boenn. (3) NT.

Работа выполнена в рамках проекта NERC Research Grant «Resilience of floodplain productivity to Environmental Change» NE/M017710.

### Первичные сукцессии растительности на глыбовых лавах вулканов Центральной и Восточной Камчатки

Plant primary succession on globe lavas of the Central and the Eastern Kamchatka volcanoes

Кораблёв А.П.<sup>1</sup>, Смирнов В.Э.<sup>2</sup>, Нешатаева В.Ю.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> Институт математических проблем биологии РАН, Пущино, Россия

akorablev@binran.ru

Изучены особенности первичных сукцессий растительных сообществ на глыбовых лавах на плато Толбачинский дол (ТД), Центральная Камчатка и в кальдере вулкана Крашенинникова (КК), Восточная Камчатка. На ТД обследовано 6 лавовых потоков 39, 40, 74, 270, 800 и 1300 лет, залегающих в лесном, стланиковом и горно-тундровом поясах растительности; в КК – два лавовых потока 400 и 600 лет, расположенных в горно-тундровом поясе. Геоботанические описания выполняли стандартными методами на пробных площадях (ПП) размером 5×5 м. Количественный анализ 26 описаний ПП выполняли в среде статистического программирования R.

Ординация, проведенная методом неметрического шкалирования, выявила значительный вклад в варьирование состава растительных сообществ возраста лав ( $r^2 = 0,67$ ), высоты над уровнем моря ( $r^2 = 0,64$ ), площади рыхлого субстрата на поверхности лав (ПРС) ( $r^2 = 0,60$ ); слабое влияние оказывают мощность рыхлых отложений ( $r^2 = 0,45$ ) и кислотность лав ( $r^2 = 0,36$ ).

Результаты многомерного дисперсионного анализа показали: 1) относительная стабилизация видового состава сообществ происходит после 270 лет; 2) пионерные сообщества в разных высотных поясах закономерно различаются; 3) видовой состав в местообитаниях с ПРС менее 10% значительно отличается от такового в местообитаниях с большей ПРС вне зависимости от возраста лав.

Сомкнутые (> 70%) мохово-лишайниковые сообщества в зависимости от микроклиматических условий формируются от 20, но не более 270 лет. В течение первых 30–50 лет на лавы поселяются травы (в горно-тундровом поясе также кустарнички), их обилие со временем увеличивается. Кустарники внедряются после 600 лет. В микро- и мезопонижениях лавового потока к 1300 годам образуются сообщества кедрового стланика, начинается внедрение лиственницы. Первичные сукцессии на глыбовых лавах Камчатки сверхдлительны и оцениваются тысячелетиями.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 11-04-00027-а, № 12-04-32157-мол\_а и Программы Президиума РАН № 28.

### Автогенно-аллогенная сукцессия растительного покрова Южно-Сахалинского грязевого вулкана

Autogenic-allogenic vegetation succession on the Yuzhno-Sakhalinsk mud volcano

Корзников К.А.<sup>1</sup>, Казанцева Е.С.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

<sup>2</sup> Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, Москва, Россия

korzkir@mail.ru

Площадь современных грязевых полей Южно-Сахалинского вулкана составляет около 7,5 га. К югу от действующего грязевого вулкана находится затухший эруптивный центр, его последнее извержение датируется 30-ми годами XX века. Активность вулкана обуславливает существование эколого-динамических рядов. *Triglochin palustre* занимает наиболее свежий субстрат. Через несколько лет после извержения в составе фитоценоза появляется *Phragmites australis* (отложения 2001 г.). На отложениях 1979 г. тростник является безусловным доминантом. Следующий этап сукцессии (субстрат 1959 г.) связан с началом массового развития эксплерентных видов деревьев (*Salix caprea*, *Alnus hirsuta* и др.). *Alnus hirsuta* доминирует в растительном сообществе на отложениях 30-х годов. Насыщение почвы азотом поддерживает существование под пологом ольхи яруса крупных трав с обилием *Filipendula camtschatica*. Дальнейшая динамика растительного покрова связана с развитием *Abies sachalinensis* и *Picea ajanensis*, выпадением из состава сообщества ольхи, смене нитрофильного крупнотравья на лесное мелкотравье. Заключительным этапом сукцессии является формирование лесных фитоценозов, сходных с другими производными лесными массивами юга Сахалина. По мере развития растительного покрова роль аллогенных факторов снижается, а роль автогенных факторов возрастает. Смена пионерных стадий обусловлена исключительно аллогенными факторами – вымыванием токсичных солей и снижением pH грязевого субстрата. С появлением *Alnus hirsuta* состав, структура и динамика сообществ определяется факторами автогенной природы. Сукцессия на грязевом вулкане иллюстрирует многофакторность динамики растительного покрова.

## История растительности долины Москвы-реки (по данным спорово-пыльцевого анализа торфа Аксиньинского болота)

History of vegetation of the Moscow-river valley (according to the spore-pollen analysis of Aksinyinskoe bog peat deposits)

Коркишко Д.В., Ершова Е.Г.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

*info@mail.bio.msu.ru*

Известно, что голоценовые смены растительности в поймах больших рек имеют ряд своих специфических особенностей, отличных от водораздельных. Поэтому большой интерес представляет палеоботаническое изучение пойменных отложений. Данная работа посвящена реконструкции истории растительности выбранного ключевого участка долины Москвы-реки на основе анализа отложений крупного пойменного торфяника – Аксиньинского болота. По данным спорово-пыльцевого, ботанического и радиоуглеродного анализов торфа удалось выявить основные периоды формирования самого болота, а также получить сведения по истории растительности прилегающих участков поймы и в целом долины. Из полученных данных следует, что история развития Аксиньинского болота, начавшаяся в раннем суббореальном периоде голоцена, включает в себя несколько длительных этапов, связанных с общими изменениями природных условий на Русской равнине в течение голоцена. Определяющим фактором стала динамика гидрологического режима, включающая чередующиеся периоды повышенной и более низкой паводковой активности р. Москвы. В периоды, характеризующиеся наличием обширных, продолжительных разливов с накоплением аллювия на поверхности большей части поймы, болото представляло собой открытые травяные или травяно-моховые сообщества (начало суббореала и начало субатлантики). В периоды же отсутствия сильных паводков и стабилизации поверхности почв формировалось болото лесного типа (ольховое или березово-ольховое), как это происходило во второй половине суббореального и субатлантического периодов.

## Сообщества с участием *Xanthium albinum* в Брянской области Communities with participation of *Xanthium albinum* in the Bryansk region

Коростелева Т.П.

Брянский государственный университет, Брянск, Россия

*tatyana.crex1995@yandex.ru*

*Xanthium albinum* – заносный американский вид, терофит, ксенофит, агро-эпикофит. Способы распространения: антропохория, гидрохория, эпизоохория. На побегах формируется до 90 соплодий. Всхожесть семян составляет около 50%, в большинстве случаев из 2 семян в соплодии прорастает только 1. Доля растений, у которых прорастают сразу 2 семени из одного соплодия, в природных местообитаниях составляет от 0,8% до 2,5%.

В Брянской области *Xanthium albinum* натурализовался в поймах рек, встречается в населенных пунктах вдоль придорожных полос и на пустырях.

*Xanthium albinum* формирует монодоминантные сообщества ассоциации *Bidentif frondosae–Xanthium albinae* Panasenko et al. 2015 на песчаных отмелях рек; сообщества дурнишника имеют лентовидную форму шириной 0,5–1 м, длиной до 10 метров. На 1 м<sup>2</sup> насчитывается от 100 до 250 особей *X. albinum*.

Характерны виды классов *Bidentetea tripartitae* (*Rorippa palustris*, *Bidens frondosa*, *Persicaria lapathifolia*, *Chenopodium polyspermum*) и *Isoëto-Nano-Juncetea* (*Juncus bufonius*, *Gnaphalium uliginosum*, *Cyperus fuscus*, *Plantago uliginosa*); встречаются инвазионные виды: *Conyza canadensis*, *Cuscuta campestris*, *Echinocystis lobata*, *Epilobium ciliatum*, *Eragrostis albensis*, *Phalacrolooma annuum* ssp. *septentrionale*, *Oenothera biennis*.

Вдоль дорог и на пустырях формируется дериватное сообщество *Xanthium albinum* [*Stellarietea mediae/Artemisieteae vulgaris*]. Присутствуют виды класса *Stellarietea mediae* (*Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Conyza canadensis*, *Cyclachaena xanthiifolia*, *Echinochloa crusgalli*, *Setaria glauca*), *Artemisieteae vulgaris* (*Artemisia absinthium*, *Elytrigia repens*, *Berteroa incana*, *Echium vulgare*), *Polygono arenastri–Poëtea annuae* (*Polygonum aviculare*, *Plantago major*, *Poa annua*), *Molinio-Arrhenatheretea* (*Bromopsis inermis*, *Medicago lupulina*).

## Анализ взаимосвязи растительности с основными факторами окружающей среды в условиях островов дельты реки Печоры

The analysis of the relationship between vegetation and main environmental factors in the conditions of the Islands of the Pechora River delta

Кочергина А.Г., Копцева Е.М.

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

*ekoptseva@hotmail.com*

В экстремальных условиях среды, характерных для центрально-островной дельты реки Печоры, такие экологические факторы, как температура корнеобитаемого слоя и глубина залегания многолетнемерзлых пород,

имеют большое значение для формирования растительного покрова. Антропогенное воздействие неизбежно приводит к изменению данных факторов среды.

С использованием коэффициента ранговой корреляции Спирмена прослежена сила связи между некоторыми структурными параметрами коренных и производных растительных сообществ и температурой у поверхности почвы, корнеобитаемого слоя и глубиной залегания многолетнемерзлых пород.

Кроме того, учитывая доминирующие позиции некоторых видов, была рассчитана сила связи между покрытием конкретного вида и обсуждаемыми выше факторами в разных ландшафтных условиях.

В исследовании установлено, что важным фактором существования растительности в условно плакорных местоположениях, в отличие от пойменных, является глубина залегания многолетнемерзлых грунтов, определяющих температурный режим верхних слоев почвы. В этих ландшафтных позициях при нарушении проективного покрытия травяно-кустарничкового яруса происходит увеличение глубины сезонного протаивания и повышение температуры в корнеобитаемом слое в среднем на 10 градусов.

В пойменных условиях роль температурного фактора, по-видимому, не столь велика. В связи с глубоким залеганием многолетнемерзлых грунтов существенных различий между коренными и производными ценозами в температурном режиме не наблюдалось. Вероятнее всего, здесь большее значение имеет изменение влажности экотопа под влиянием механических воздействий.

Выявлено, что при антропогенном воздействии для восстановления экосистем важную роль играет травяно-кустарничковый ярус, особое место в котором занимает почвопокровный вегетативно подвижный кустарничек *Empetrum hermaphroditum*. Обратная связь покрытия данного вида с температурными факторами говорит о том, что он способствует приближению условий нарушенного местообитания к фоновым показателям.

Исследование выполнено в рамках проекта «ClimaEast» под руководством Минаевой Т.Ю.

### **Экспериментальный метод изучения влияния динамики влажности субстрата на прорастание семян *Pinus sylvestris***

The experimental method for studying the influence of substrate moisture dynamic on seed germination of *Pinus sylvestris*

Кочубей А.А., Санникова Н.С.

Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург, Россия  
79326010873@yandex.ru

Одним из главных факторов, ограничивающих естественное возобновление сосны (*Pinus sylvestris* L.), является влажность субстрата. Традиционные методы лесной экологии не обеспечивают непрерывную регистрацию динамичной влажности «воздухоёмких» типов лесного напочвенного субстрата. Нами разработан и апробирован экспериментальный полевой метод сопряженного изучения динамики влажности субстрата и прорастания семян сосны. Идея метода заключается в микроэкологическом совмещении места размещения семян и определения влажности субстрата. В опыте использовали четыре типа лесного субстрата: ненарушенный и горелый зеленомошные из *Pleurozium schreberi* и аналогичные типы из сфагновых мхов. Верхний слой субстрата в ненарушенном сложении вместе с испытуемыми семенами помещали в микроконтейнер, вмонтированный в естественный фон субстрата на одном уровне с его поверхностью, и ежедневно взвешивали на точных электронных весах. Кроме того, в климатической камере провели дополнительный опыт на тех же типах субстрата для выявления минимума и оптимума влажности для прорастания семян.

По итогам опытов для каждого типа субстрата рассчитаны суммарные показатели влагообеспеченности процесса прорастания и их отношения к оптимальной интегральной влажности. Эти величины дают представление о степени отклонения фактической влажности от «оптимального» уровня.

Всхожесть семян на гаревом субстрате оказалась почти в 2 раза выше, чем на негорелом (69 и 33% соответственно). В то же время объемная влажность негорелого субстрата была выше в 1,7 раза (27,9%). На гаревом субстрате из сфагнума всхожесть оказалась в 1,6 раза выше, чем на негорелом (объемная влажность 40,8 и 15,7% соответственно).

Работа выполнена при поддержке Программы фундаментальных исследований УрО РАН (проект № 15-12-4-13).

### **Коллекции сфагновых мхов Б.Н. Городкова и И.Д. Кильдюшевского из Западной Сибири в бриологическом гербарии БИН РАН (LE)**

A collection of sphagnum mosses from Western Siberia by B.N. Gorodkov and I.D. Kildushevsky in the Herbarium of Bryophytes of BIN RAS (LE)

Кузьмина Е.А., Кузьмина Е.Ю.

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия  
Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия  
dyndyn@mail.ru, ekuzmina@yandex.ru, kuzmina@binran.ru

Работа проводилась в ходе исследования фондов бриологического Гербария (LE) БИН РАН им. В.Л. Комарова для создания базы данных мхов Западной Сибири в плане подготовки издания «Флоры мхов России». Всего в базу внесено 457 образцов из этого региона, датируемых с 1911 года. Бриофлора Западной Сибири изучена

все еще не полно и неравномерно. Первые публикации о мхах относятся к началу XX в., последующие – к его второй половине. В промежутке исследования мохового компонента растительности не прекращались, что подтверждается наличием в сфагновом Гербарии сборов двух известнейших исследователей Сибири – Городкова Б.Н. и Кильдюшевского И.Д. Гербарные образцы, собранные этими учеными, территориально относятся к двум округам Западной Сибири – Ямало-Ненецкому и Ханты-Мансийскому.

Городков Б.Н. (1890–1953) – известнейший исследователь флоры и растительности Сибири, который большую часть жизни посвятил изучению ее растительного покрова, начав свои исследования, будучи студентом, и продолжив (с 1920 г.) сотрудником Ботанического Музея БИН АН. В базу данных мхов внесено 29 образцов, собранных Городковым. Всего в коллекции представлено 11 видов. Сборы датируются 1915–1927 гг. Известно, что Борис Николаевич сам определял сфагновые мхи. Некоторые образцы из его коллекций подтверждены определениями бриологов: Л.И. Савич-Любицкой, З.Н. Смирновой (очевидно, при подготовке «Определителя сфагновых мхов СССР» (1968)), позднее – Е.Ю. Кузьминой и К. Флатберггом

Кильдюшевский И.Д. (1910–1974) – известный исследователь растительности, активно занимался и изучением биологии и экологии мхов северных районов. С 1953 г. он начал работать в БИН АН СССР, позднее, в 1969 году, он перешел в Институт биологии Коми филиала АН СССР, где создал группу бриологов, плодотворно работающую и поныне. Сборы Кильдюшевского, с его собственными определениями, в Гербарии представлены 15 образцами 4 видов мхов и датируются 1945–1949 гг. К сожалению, эти данные не были учтены при подготовке «Определителя сфагновых мхов СССР», так как коллекция была помещена в Гербарий позднее, скорее всего, в 1980-х годах.

Таким образом, при изучении фондов бриологического Гербария были получены новые и интересные данные по сфагновым мхам Западной Сибири, не публиковавшиеся ранее. Коллекции этих выдающихся ученых, несомненно, следует учитывать при составлении современного видового списка сфагновых мхов Западной Сибири.

### **Приуроченность основных растительных сообществ к элементам рельефа в пределах верхнего плато Приволжской возвышенности**

Distribution of the major plant communities in accordance with relief elements within the upper plateau of the Volga Uplands

Кулакова Д.А., Леонова Н.А.

Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

*da.kulakova@mail.ru, na\_leonova@mail.ru*

Участок «Верховья Суры» расположен в восточной части Пензенской области на границе с Ульяновской областью в пределах лесостепных ландшафтов эрозионно-денудационных равнин Приволжской возвышенности.

Сосновые леса преобладают на территории участка. Поверхности между западными формами рельефа заняты сосняками с высоким участием бореальных видов – сосняками черничными, разнотравными. Вблизи западин формируются сосняки разнотравно-молиниевые, черничные. Сосняки с высоким участием боровых видов приурочены к верхним частям склонов: на склонах южной экспозиции формируются сосняки наземнейниковые, а северной, западной и восточной – разнотравно-орляковые.

Леса с преобладанием березы (*Betula pendula*, *B. pubescens*) занимают второе место по площади после сосняков. Западные формы рельефа заняты березняками бореальными: черничными, молиниевыми, грушанковыми. На выровненных поверхностях между западными формами рельефа формируются березняки разнотравно-марьянниковые, волосистоосоковые. Реже встречаются березняки наземнейниковые, орляково-разнотравные – по возвышенным поверхностям и склонам, преимущественно южной экспозиции. Северные пологие склоны заняты березняками волосистоосоковыми.

Дубовые леса встречается очень редко на территории заповедного участка, занимают небольшие площади на выровненных поверхностях и представлены дубравами волосистоосоковыми.

Осинники не имеют широкого распространения на рассматриваемой территории, приурочены к выровненным слабоволнистым поверхностям и представлены осинниками наземнейниковыми и разнотравно-ландышевыми.

Черноольховые леса формируются по поймам малых рек и ручьев.

### **Влияние внесения элементов минерального питания на семенную продукцию альпийских растений**

Influence of mineral nutrients on alpine plants seed production

Лавренов Н.Г.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия.

*nikitamailkemer@yandex.ru*

Элементы минерального питания (ЭМП) часто лимитируют продукцию и семенную продуктивность растений, а также их участие в составе природных растительных сообществ. Цель работы – выяснить, как

изменяются параметры семенного размножения при внесении в почву отдельных ЭМП на примере альпийских растений.

Эксперимент проводили с 1998 по 2014 гг. в альпийском поясе на территории Тебердинского заповедника. Варианты эксперимента: контроль, полив при количестве осадков ниже нормы эвапотранспирации – H<sub>2</sub>O, ежегодное внесение азота – N, фосфора – P, совместно азота и фосфора – NP, известкование – Ca (для снижения почвенной кислотности, раз в три года).

Для учета семенной продукции были выбраны следующие виды: *Anemone speciosa*, *Carum caucasicum* и *Campanula tridentata* – на альпийских пустошах; *Festuca varia*, *Leontodon hispidus* и *Nardus stricta* – на пестроовсяницевых лугах; *Geranium gymnocaulon*, *Hedysarum caucasicum* и *Anthoxanthum odoratum* – на гераниево-копеечниковых лугах; *Sibbaldia procumbens*, *Pedicularis nordmanniana* и *Taraxacum stevenii* – на альпийских коврах.

В целом семенная продукция 11 изученных видов осталась неизменной при внесении ЭМП. Лишь у *Leontodon hispidus* отмечено значимое снижение семенной продуктивности в варианте P.

Максимальное увеличение численности генеративных побегов отмечено у *Festuca varia* в варианте с совместным внесением азота и фосфора (с  $8 \pm 2$  до  $62 \pm 6$  побегов на площадку), что свидетельствует о лимитировании развития генеративной сферы этим видом ЭМП.

Однако чаще численность генеративных побегов при обогащении почвы ЭМП не увеличивалась. В ряде случаев мы наблюдали ее снижение, которое, вероятно, вызвано конкурентным подавлением со стороны других видов или большим вкладом ресурсов в развитие вегетативных органов.

### О редкой ассоциации петрофитных степей гор-останцов Предуралья (Республика Башкортостан)

About the rare association of petrophytic steppes of the Cis-Ural region residual mountains (Bashkortostan Republic)

Лебедева М.В., Петрова М.В.

Ботанический сад-институт Уфимского научного центра РАН, Уфа, Россия

*mariya.86.86@yandex.ru*

Долгое время род горноколосник (*Orostachys*) относился к наименее исследованным представителям семейства *Crassulaceae*, виды этого рода относятся к травянистым поликарпикам с ассимилирующими побегами суккулентного типа, полурозеточным гемикриптофитам высотой 10–40 см. Местообитания приурочены к скалам и каменистым склонам, глинистым, песчаным, нередко засоленным субстратам на высотах до 2100 м над ур. м.

В Красную книгу Республики Башкортостан (РБ) *Orostachys thyrsoflora* не занесен из-за слабой изученности его распространения, экологии и популяционных характеристик. Таким образом, данные о местонахождении, фитоценотической приуроченности, экологических и биологических особенностях этого вида на Южном Урале в пределах РБ практически отсутствуют, что не позволяет организовать систему его мониторинга и охраны.

Авторами проведено геоботаническое обследование сохранившихся степных сообществ Предуралья в пределах РБ в полевые сезоны 2012–2013 гг. Выполнено 6 геоботанических описаний степных сообществ на площадках 50–100 м<sup>2</sup>. Участие видов в растительном покрове оценивалось по шкале Браун-Бланке. При составлении синоптических таблиц использована шкала постоянства.

Всего обнаружено три точки локализации популяций *O. thyrsoflora*, из них две – на холмах вдоль р. Тюлянь и г. Нарыстау – ранее не описывались. Все точки расположены в пределах Предуральского степного района. В прошлом коренная растительность здесь была представлена различными вариантами степей, в настоящее время степи распаханы или деградированы из-за перевыпаса. Сообщества приурочены к склонам невысоких (высотой около 280 м над ур. м.) холмов крутизной 20–30°, юго-восточной экспозиции. Каменистость субстрата изменяется в пределах от 10 до 20%. Общее проективное покрытие (ОПП) составляет 40–70%.

В результате синтаксономического анализа собранного материала сообщества с участием *O. thyrsoflora* отнесены к ассоциации *Trinio muricatae*–*Centauretum sibiricae* Yamalov et al. 2011 в составе новой субассоциации *kochietosum prostratae* Yamalov subass. nov. hoc loco.

### Сезонная динамика надземной фитомассы разнотравно-типчачково-нитрозовопольного сообщества «Предуральской степи»

Seasonal dynamics of aboveground biomass of herb-fescue-wormwood communities of the «Preduralskaya steppe»

Максутова Н.В.

Институт степи УрО РАН, Оренбург, Россия

*Maksutova1@mail.ru*

В «Предуральской степи» Оренбургской области нередко встречаются галофитные варианты степей. На одном из таких участков, подверженных антропогенной нагрузке (умеренный выпас), в разнотравно-типчачково-нитрозовопольном (*Artemisia nitrosa*, *Festuca valesiaca*, *Herbae stepposa*) сообществе с *Caragana frutex* исследовалась динамика надземной фитомассы. Общее количество видов растений в данном сообществе составило

28, общее проективное покрытие – 70–75%. Наибольшее количество видов, составляющих сообщество, относится к мезоксерофитам.

Максимальный запас надземной фитомассы отмечается в июне (116 г/м<sup>2</sup>). В данном случае это достигается за счет цветения основного числа разнотравья (*Cirsium setosum*, *Phlomis tuberosa*, *Goniolimon speciosum* и др.), плодоношения эфемероидов (*Tulipa biebersteiniana*, *Pedicularis dasystachys*, *Poa bulbosa*), гемизэфемероидов (*Scorzonera stricta*). Доля разнотравья от общего запаса фитомассы около 6%. В следующие месяцы показатели надземной фитомассы основных агрогрупп, за исключением полыней и злаков, снижаются. Нарастание запасов полыни незначительно, доля злаков, в связи с плодоношением доминирующего в сообществе вида *Festuca valesiaca*, увеличилась на 8,4%.

К началу осени наибольшей массы достигают плотнoderновинные ксерофитные злаки (86,5%) и *Caragana frutex* (7,9%). К октябрю масса доминанта на фоне стабильности других агрогрупп достигает своего максимального значения (21,2%), вследствие чего общая надземная фитомасса практически приближается к июньским показателям (112 г/м<sup>2</sup>).

### Растительность класса *Potametea* малых водотоков бассейна реки Припять

Vegetation of the Pripyat River basin small rivers: class *Potametea*

Мойсейчик Е.В.

Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси, Минск, Беларусь

*e.mojsejchik@gmail.com*

Малые водотоки составляют 93% гидрографической сети большинства территорий Беларуси и за последние сто лет значительно трансформировались в результате масштабной мелиорации, проведенной в прошлом столетии. В этой связи актуальны вопросы изучения современного состояния растительного покрова малых трансформированных водотоков.

Растительность класса *Potametea* Klika in Klika et Novák 1941 в малых реках представлена сообществами прикрепленных ко дну растений с плавающими на поверхности или погруженными в толщу воды листьями.

Сообщества ассоциации (асс.) *Nymphaeo albae-Nupharetum lutea* Nowiński 1927 характеризуются малочисленным видовым составом: 2–5 видов в описании. Внешний вид ценозов определяется плавающими на поверхности листьями *Nuphar lutea*. Постоянными видами выступают *Lemna minor* и *Spirodela polyrhiza*: их проективное покрытие (п.п.) сильно колеблется и обусловлено скоростью течения. Единично встречаются погруженные виды растений и виды с плавающими на поверхности воды листьями. Их ограниченное распространение и участие в сложении сообществ обусловлено отсутствием необходимого количества света, что вызвано высокой сомкнутостью листьев *Nuphar lutea* на поверхности воды.

Структуру сообществ асс. *Potametum natantis* Soó 1927 определяет доминирующий (и диагностический) *Potamogeton natans*. Видовой состав сообществ крайне беден: в описаниях 2–4 вида. Листья *Potamogeton natans* образуют на поверхности воды сплошной ковер (п.п. до 80%), что ограничивает развитие над- и подводных макрофитов (встречаются единичные растения).

Сообщества асс. *Elodeetum canadensis* Nedelcu 1967 имеют разнообразные контуры, которые зависят от наличия и скорости течения: от округлых (при отсутствии или минимальной скорости течения) до лентообразных (на участках русла с высокой скоростью течения). Количество видов в описании 1–7. Другие виды под- и надводных макрофитов встречаются единично и не имеют высоких показателей обилия.

### Структура свободноплавающей растительности малых водотоков (бассейн реки Припять)

The structure of the free-floating vegetation of the small rivers of Pripyat River basin

Мойсейчик Е.В.

Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси, Минск, Беларусь

*e.mojsejchik@gmail.com*

Малые водотоки отражают ландшафтно-геохимические особенности дренируемых водосборов и в первую очередь реагируют на хозяйственную деятельность человека, что и определяет актуальность изучения растительности конкретного водотока и бассейна в целом.

Свободноплавающая растительность класса *Lemnetea* de Bolós et Masclans 1955 малых водотоков бассейна р. Припять представлена двумя ассоциациями.

Сообщества ассоциации (асс.) *Lemnetum minoris* von Soó 1927 сформированы плавающими на поверхности воды растениями *Lemna minor*, единично отмечены *Hydrocharis morsus-ranae*, *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton berchtoldii* и др. При больших значениях проективного покрытия (п.п. 65–95%) *Lemna minor* формируются моно- или олиговидовые ценозы. В описаниях отмечено 1–8 видов. П.п. сопутствующих видов не превышает 25% и обусловлено разреженным покровом ряски, что может быть вызвано, как правило, антропогенным или зоогенным факторами.

Иногда в фитоценозы с доминированием *Lemna minor* проникают виды макрофитов из прибрежной растительности, что обусловлено пространственными особенностями размещения сообществ (вдоль береговой линии и мелководья). Они представлены небольшими куртинами или отдельными растениями.

Ценозы асс. *Lemno-Spirodeletum polyrhizae* Koch 1954 сформированы плавающими на поверхности воды растениями *Lemna minor* (выступает в роли доминанта, п.п. 50–80%) и *Spirodela polyrhiza* (может не играть значимой ценотической роли (п.п. от 20% и ниже), но обязательно присутствует в фитоценозах). Очень часто общее п.п. доминирующих видов достигает 90–100%, что снижает распространение других видов макрофитов в сообществах. Видовой состав 3–5 видов.

Погруженных видов не зарегистрировано. Среди плавающих на поверхности воды отмечены *Potamogeton natans*, *Sagittaria sagittifolia*, их обилие достигает 5–15%, только при условии наличия «окон» в покрове ряски и многокоренника. Как и для ассоциации *Lemnetum minoris*, характерно наличие видов из прибрежной зоны в виде отдельных экземпляров или групп.

### Разнообразие сообществ с *Duschekia fruticosa* Алтае-Саянской горной страны

The diversity of the communities with *Duschekia fruticosa* in the Altai-Sayan mountain region

Недовесова Т.А., Зибзеев Е.Г.

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, Новосибирск, Россия

*TatjanaNedovesova@yandex.ru*

*Duschekia fruticosa* (Rupr.) Pouzar –североазиатский кустарник, образующий довольно распространенные сообщества в субальпийском поясе Алтае-Саянской горной страны.

На основании 67 геоботанических описаний, выполненных авторами в полевые сезоны 2004–2014 гг. в высокогорных районах Алтае-Саянской горной страны, разработана эколого-флористическая классификация, проведен ареалогический, поясно-зональный и экологический анализ ценофлор выделенных ольховников.

Продромус

Класс *Mulgedio-Aconitetea* Hadač et Klika in Klika et Hadač 1944

Порядок *Trollio-Crepidetalia sibiricae* Guinochet ex Chytry et al. 1993

Союз *Trollio asiaticaе-Crepidion sibiricae* Guinochet ex Chytry et al. 1993

Ассоциация *Doronico altaici-Duschekietum fruticosae* Lashchinsky 2015

Ассоциация *Bergenio crassifoli-Duschekietum fruticosae* Nedovesova, Zibzeev 2015

Ассоциация *Athyrio distentifoliae-Duschekietum fruticosae* Ermakov et al. 2000

Сообщество *Swertia obtusa-Duschekia fruticosa*

Класс *Loiseleurio-Vaccinietea* Eggler ex Schubert 1960

Порядок ?

Союз ?

Ассоциация *Pleurozio schreberi-Duschekietum fruticosae* Nedovesova, Zibzeev 2015

### Горные тундры вулканических районов Кроноцкого заповедника (Восточная Камчатка)

The mountain tundra communities of Kronotsky Nature Reserve volcanic areas (Eastern Kamchatka)

Овчаренко М.С.<sup>1</sup>, Пестеров А.О.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Кроноцкий государственный природный биосферный заповедник, Елизово, Россия

<sup>2</sup> Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

*ovcharenko.mari.sergeevna@gmail.com, badun@list.ru*

В ходе исследований на территории Кроноцкого заповедника в пределах Восточного вулканического пояса Камчатки получены данные о ценотическом разнообразии, флористическом составе и экологической приуроченности горно-тундровых сообществ. Синтаксономическое разнообразие сообществ горных тундр: 20 ассоциаций и 2 варианта, отнесенных к 7 классам формаций, 8 группам формаций и 12 формациям. Единицы эколого-фитоценотической классификации на уровне классов формаций соответствуют типам растительности по Ю.Н. Нешатаеву и В.Н. Храмову (1994). Классификация указанных авторов дополнена нами: 1) выделен новый класс формаций Микротермно-психрофитно-моховой; 2) сообщества ерников отнесены к классу формаций Арктобореальных, субарктических и высокогорных психрофитных листопадных кустарников; 3) пересмотрен объем кассиопеево-филлодоцевой, дриадовой и голубично-шикшевой формаций. Горно-тундровая растительность наиболее широко распространена на высотах от 700 до 1600 м над ур. м. Типы местообитаний зависят от высоты над уровнем моря, экспозиции и крутизны склона и снегового режима. Преобладают кустарничковые горные тундры: *Vaccinieta uliginosi*, *Empetreta nigri*, *Loiseleurietta procumbentis*. Нижняя граница на высотах 500–900 м сложена ерниками, шикшовниками и голубично-шикшевыми сообществами. На высотах 900–1200 м расположены наибольшие по площади массивы горных тундр: голубичные, ивковые и филлодоцево-рододендроновые. Верхнюю полосу горно-тундрового пояса (1200–1500 м) занимают флавоцетрариевые и бриокаулевые сообщества, сомкнутые арктоусовые и луазелеуриевые тундры, фрагментарные дриадово-диапенсиевые сообщества на щебнистых и каменистых склонах. На состав и структуру сообществ оказывает

влияние современных вулканизм. Установлено, что вулканогенно-нарушенные сообщества существенно отличаются флористически от фоновых горных тундр присутствием пионерных видов трав (*Leymus interior*, *Saxifraga merkiei*, *Oxytropis revoluta* и др.), и мхов (*Ceratodon purpureus*, *Polytrichum* spp., *Bryum* spp.). Горизонтальная структура таких сообществ неравномерно-пятнистая.

Работа поддержана РФФИ, проект № 14-34-50239-мол\_нр.

### Распространение и биологические особенности конопли сорной *Cannabis ruderalis* в Туве Distribution and biological characteristics of *Cannabis ruderalis* in Tuva

Ондар М.М.

Тувинский государственный университет, Кызыл, Россия,  
ondar.82@mail.ru

На сегодняшний день выявление локализации конопли (*Cannabis ruderalis* Janisch.), изучение ее местных эколого-биологических особенностей и уничтожение ее зарослей на территории Республики Тува являются актуальными. Сохраняющиеся очаги произрастания дикорастущей конопли являются основным фактором, который влияет на наркоситуацию в республике. В Туве, по данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Тыва за 2015 год, общая площадь засоренных опасным сорняком территорий составляет 3445,8 га, расположенных на землях 12 сельских районов Тувы. Нами проводились геоботанические описания и полевые исследования в центральной части Республики Тува. Основу ценофлоры сообществ с коноплей сорной в центральной части Тувы составляют виды степной и лесостепной экологии. В коноплевых сообществах наиболее часто встречающимися видами являются *Artemisia glauca*, *A. scoparia*, *A. vulgaris*, *Heteropappus altaicus*, *Atriplex fera*, *Cleistogenes squarrosa*, *Convolvulus arvensis*, *Draba nemorosa*, *Lappula microcarpa* и т.д. Среди них преобладают стержнекорневые однолетние и двулетние растения. По экологическому составу в ценофлоре отмечается наличие мезофитов (27/62%), однако все же значительная роль принадлежит ксерофитам (14/31%), которые отражают условия резко континентального климата Тувы, отличающегося крайне низкой сухостью воздуха и почвы, большими суточными и сезонными перепадами температур. Конопля успешно адаптируется к этим экстремальным условиям, и нередко наблюдается развитие особых форм. Для них характерна низкорослость, сизоватость листьев, рассеченность их на более узкие доли, развитие мелких и более многочисленных цветков в соцветии и т.д. Главная причина широкого распространения конопли сорной – последствия кризисного периода в развитии сельского хозяйства. Комплексное изучение данной проблемы в дальнейшем требует эффективных методов обнаружения и постоянного мониторинга ареалов произрастания конопли, что в последующем позволит разработать более эффективные методы борьбы с коноплей сорной в Туве.

### Оценка ресурсной емкости лесов заповедника «Кедровая Падь» для крупных травоядных Estimation of forest's resource capacity for large herbivorous animals in «Kedrovaya Pad» Reserve

Петруненко Е.А.

Ботанический сад-институт ДВО РАН, Владивосток, Россия  
petrunenko@botsad.ru

Вопрос ресурсной емкости лесов как местообитаний диких животных является актуальным при исследованиях пищевых цепей, оценке устойчивости лесов и предотвращении их деградации от перевыпаса. Имея представление о запасах фитомассы на разных местообитаниях внутри определенной территории, можно оценить состояние популяций копытных с точки зрения их обеспеченности кормовыми ресурсами.

Исследование ресурсной емкости лесов заповедника «Кедровая Падь» ведется с 2014 года. Учитываются виды растений, поедаемые 2 видами копытных: пятнистый олень (*Cervus nippon*) и сибирская косуля (*Capreolus pygargus*).

Методика полевой работы включает в себя составление геоботанических описаний характерных типов леса и сбор ботанических укосов с тех же участков. В камеральных условиях растения из укосов распределяются по группам принадлежности к видовому таксону (укосная проба) и сушатся до воздушно-сухого состояния. На данный момент составлено 38 геоботанических описаний, собрано 102 ботанических укоса, из них выделена и взвешена 1291 укосная проба.

Получены первые данные о кормовом потенциале описанных сообществ. Более 60% от общей фитомассы каждого укоса составляют растения (различные виды папоротников, *Carex siderosticta*, *Fraxinus rhynchophylla* и т.д.), поедаемые хотя бы 1 видом копытного. Анализируется взаимосвязь значений проективного покрытия и фитомассы каждого встреченного вида растений в рамках укосной площадки. Планируется провести экологическое моделирование распространения сообществ. Для этого необходим дальнейший сбор материала в течение полевого сезона 2016 года. Конечным результатом представленной работы будет являться карта-модель типов леса с указанием их ресурсной емкости для питания копытных.

### Рост различных морфологических форм сосны (*Pinus sylvestris*) в условиях избыточного увлажнения почв Архангельской области

Growth of different morphological forms of pine (*Pinus sylvestris*) in conditions of excessive soil moisture in Arkhangelsk region

Пинаевская Е.А., Тарханов С.Н.

Институт экологических проблем Севера УрО РАН, Архангельск, Россия  
*aviatorov8@mail.ru, tarkse@yandex.ru*

Изучение динамики радиального прироста сосны на избыточно-увлажненных почвах является проявлением адаптации к изменениям экологических условий. Разные морфологические формы обладают индивидуальной реакцией на изменения окружающей среды.

Исследования роста различных морфологических форм *Pinus sylvestris* L. проведены в сосняках кустарничково-сфагновых Архангельской области. Были выделены формы сосны по цвету микростробиллов и типу семенных чешуй шишек.

В ходе дендрохронологического анализа были получены значения радиального прироста для выделенных форм. Большой величиной радиального прироста характеризуются формы сосны с «выпуклым» (0,82 мм) типом апофиза по сравнению с деревьями с «плоской» (0,61 мм) формой апофиза. Сосна с желтым цветом микростробиллов (0,49 мм) превосходит в росте по диаметру ствола краснопыльничковую (0,38 мм).

Хронологическая изменчивость радиального годовичного прироста у деревьев разных форм характеризуется очень высоким уровнем. Анализ характера колебаний индексов прироста для разных форм показал, что амплитуда индексов прироста высокая, и в колебаниях индексов прироста определяется сходное распределение.

При анализе динамики ширины годовичных колец сосны выявлено несколько типов возрастных кривых годовичного прироста. Большинство деревьев характеризуются кривыми, когда величина радиального прироста увеличивается с возрастом. Деревья альтернативных дискретных форм сосны существенно не различаются по чувствительности к общему воздействию факторов в стрессовых условиях ( $K_s = 9-27\%$ ).

В пространственно-временной изменчивости ширины годовичных слоев разных форм показатели соответствуют солнечному циклу. Для всех форм также представлены циклы с малой периодичностью (< 2 лет, 3-4-летние, 5-6-летние) и выявлены циклы, близкие к циклу Хейла.

Таким образом, определена динамика роста различных морфологических форм. Наиболее перспективными в хозяйственном отношении следует считать желтопыльничковую форму сосны с «выпуклым» типом апофиза семенных чешуй.

Работа выполнена при поддержке: ФАНО в рамках проекта № 0410 – 2014 – 0025; Программы фундаментальных исследований УрО РАН, проект № 12-У-5-1005.

### Анализ объединенных парциальных флор мхов основных групп биотопов полуостровов Рыбачий и Средний (Мурманская область)

Analysis of combined partial moss floras of main habitat groups of Rybachiy & Sredniy Peninsulas (Murmansk Region)

Попова К.Б.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия  
*asarum@mail.ru*

Территория полуостровов Рыбачий и Средний находится в пределах Кольской подпровинции субарктических тундр. В тундровых сообществах мохообразные играют значительную роль. Анализ бриофлоры тундровой зоны Кольского полуострова выполнен О.А. Белкиной в 2012 году, однако для территории полуостровов Рыбачий и Средний, отличающихся по геологическому строению и другим характеристикам, подобных работ не проводили.

В основу нашей работы лег предварительный список мхов, насчитывающий 255 видов, состоящий из собственных сборов автора, данных литературных источников и материалов гербария ПАБСИ. Проведены экологический, географический, биоморфологический и систематический анализы.

Проанализированы объединенные парциальные флоры групп биотопов, выделенных на основе топологического положения и степени увлажнения (классификация Н.Е. Королевой, с дополнением нерассмотренных ею местообитаний антропогенного характера – бетонные и кирпичные здания).

Полученные экологические оценки по шкалам Дюлля соответствуют ожидаемым, что говорит об адекватности применения этого метода для рассмотренных сообществ.

Отмечено 8 активных видов (встреченных в 5 и более группах биотопов), что может указывать на высокий уровень дифференциации выделенных групп. Наиболее богаты специфическими видами оказались гемихионные супераквальные (луга, болота) и скальные местообитания. Эти же группы биотопов обладают наибольшим видовым богатством.

По числу видов во всех автоморфных группах, вне зависимости от хионности и влажности преобладает семейство *Dicranaceae*. Для гидроморфных групп характерно высокое участие семейства *Sphagnaceae*. В пионерных (сублиторальных и антропогенных) – преобладает семейство *Bryaceae*.

В общем спектре широтных географических элементов лидируют мультизональные, бореальные и арктомонтанные виды. Высокая доля бореальных видов является типичной для зональной тундры Кольского полуострова.

Соотношение бокоплодных и верхлодных мхов варьирует от 1:2 до 1:3, достигая максимума в позднесукцессионных сообществах.

### **Современное состояние трансформированных типов пастбищ Центрального Кызылкума (на примере массива «Кокча»)**

The current state of transformed pasture types in Central Kyzylkum area («Kokcha» massif as a model)

Рахимова Н.К.

Институт генофонда растительного и животного мира АН РУз, Ташкент, Узбекистан

*aba\_iq@mail.ru*

В последние годы резкое увеличение потребностей населения и нерациональное использование природных ресурсов привело к деградации пустынных пастбищ Кызылкума, и этот процесс постоянно расширяется. В связи с этим изучение и оценка пастбищной экосистемы Центрального Кызылкума, разработка путей ее улучшения и рационального использования является актуальной проблемой сегодняшнего дня. Массив «Кокча» расположен в Центральном Кызылкуме. Общая площадь массива – 341521 га, из них 304806 га составляют пастбища. Следует отметить, что в массиве «Кокча» под влиянием антропогенных факторов существуют все типы процесса деградации растительности пастбищ.

В результате геоботанических исследований по классификации А.И. Гранитова (1980) в массиве выделено 8 типов пастбищ и 13 пастбищных разностей. Из них под воздействием антропогенных факторов трансформированы смешанно-полынный, черносаксауловый, сарсазановый и адраспановый типы. В пределах смешанно-полынного типа выделяются селитрянково-кузинево-гобелиевая (на песчаных массивах) и мятликово-ирисовая (на равнинных песках) пастбищные разности. Их нарушенность составляет 25–30%. Урожайность надземной фитомассы этих разностей весной составляет 2,45, летом – 2,0, осенью – 1,82 ц/га.

В пределах черносаксаулового типа выделяется адраспаново-янтачно-саксауловая пастбищная разность, приуроченная к песчаным почвам. Ее урожайность очень низкая (0,75, 1,20, 1,31 ц/га), нарушенность 25–30%. В массиве «Кокча» сарсазановый тип сформирован на окраинах водохранилища «Шоркуль» и сети орошаемых каналов. Большая часть (88%) сарсазанников приурочена к этим местам. Урожайность сарсазанников соответственно 0,33, 0,50, 0,67 ц/га. Очень сильно трансформированные участки наблюдались на территориях, занятых пастбищами адраспанового типа. Адраспановый тип пастбищ образован под влиянием антропогенных факторов. Урожайность весной – 1,34, летом – 1,80, осенью – 1,95 ц/га.

Для сохранения состояния естественных пастбищ необходимо проведение фитомелиоративных работ.

### **Влияние лиственницы на видовой состав еловых насаждений в южной Карелии**

Effects of Larch on species composition of spruce stands in South Karelia

Рыжкова Н.И.

Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск, Россия

*ryzhkova@krc.karelia.ru*

На территории Республики Карелия лиственница занимает менее 1% от лесопокрытой площади и образует естественные древостои только на востоке по границе с Архангельской областью. Помимо этого, на территории Республики Карелия эта порода встречается в культуре, всего посадки проведены на площади, превышающей 9 тыс. га.

Исследования проводились в южной Карелии у границы с Финляндией. На этой территории в 1935 году были созданы культуры *Larix sibirica* Ledeb., *Pinus sibirica* Du Tour, *Picea abies* (L.) Karst. Объектом исследования являлся видовой состав сосудистых растений сообществ различных типов леса, произрастающих в условиях относительно однородного по экологическим факторам ландшафта и в непосредственной близости друг к другу. Это дает нам возможность проследить, как меняется структура и видовой состав живого напочвенного покрова при внедрении лиственницы в зональные ельники.

Всего на всех лесных участках было отмечено 64 вида сосудистых растений и 14 видов мхов. Наибольшее видовое разнообразие среди лесных сообществ наблюдается в культурах лиственницы сибирской, в том числе и за счет поселения здесь группы неморальных и борео-неморальных видов. В результате средопреобразующего воздействия деревьев лиственницы в пределах сообщества с ее участием формируются специфические условия, выражающиеся в создании особого светового, теплового и водного режимов, а также проявляющиеся в повышении плодородия почвы. В пределах сообщества с участием лиственницы типичный напочвенный покров таежных ельников сменился покровом более сложного строения, где в верхнем пологе произрастают виды, предпочитающие светлые леса с плодородными почвами, а во втором – теневыносливые виды, при этом произошло значительное снижение обилия мохового покрова.

## Структурная и экологическая характеристика растительного покрова прибрежной зоны оз.

### Невское на территории Поронайского заповедника

The structural and ecological characteristics of Nevsky Lake coastal zone vegetation of Poronaysky Reserve

Сайтова Е.С.<sup>1</sup>, Цырендоржиева О.Ж.<sup>1</sup>, Ольхова М.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Сахалинский государственный университет, Южно-Сахалинск, Россия

<sup>2</sup>Государственный природный заповедник «Поронайский», Поронайск, Россия

*Enni-saitova@mail.ru*

Исследование проводили на территории охранной зоны кордона Невский заповедника «Поронайский». Цель работы: выявление структурных и экологических различий участков растительного покрова прибрежья озера Невское, расположенных на разном удалении от уреза воды. Основной метод исследования – маршрутный. Также, для выявления видового разнообразия растений были заложены две площадки размером 10×10 м на расстоянии 40 и 140 м от озера Невское, и внутри них – еще 5 учетных площадок размером 1×1 м.

Растения, произрастающие в прибрежной территории озера Невское ГПЗ «Поронайский» на расстоянии 50–200 м от уреза воды, представлены 38 видами из 20 семейств. В пределах пробных площадей 50×50 м, заложенных на расстоянии 50 и 150 м от края водного зеркала озера, обнаружено 25 видов из 15 семейств. Наиболее многочисленными являются семейства осоковые, злаковые и розоцветные, на долю которых приходится более 40% видов. На большем расстоянии от уреза вода озера Невское число таксономических единиц, участвующих в формировании растительного покрова, увеличивается.

Заметна дифференциация видов растений на экологические группы по отношению к фактору увлажнения, а также тенденция к мезофитизации экотопа и флоры при удалении от озера. Участки растительного покрова, расположенные вблизи вод озера, сформированы преимущественно гигрофитными видами, их доля составляет 71%. Сообщество, сформировавшееся на удалении 150 м от озера Невское, состоит из 47% видов-мезофитов, 29% видов-гигромезофитов, 24% видов-гигрофитов.

Средняя высота растений лапчатки гусиной в пределах лапчатково-осокового сообщества составляет 8,0 см, в пределах овсяницево-разнотравного сообщества – 11,6 см, при этом проективное покрытие и частота встречаемости этого вида в пределах пробной площади № 1 выше, чем в пределах пробной площади № 2, хотя лапчатка – гигрофитный вид. Причина этого – частный случай «правила Сукачева» – увеличение размеров и одновременное уменьшение числа особей при обострении конкурентных взаимоотношений.

## К проблеме выбора ранга классификации для отражения фитоценотического разнообразия лесной растительности (на примере бассейна Верхнего Днепра)

Rank problems for classification of the phytocoenotic diversity of forest vegetation (example of Upper Dnepr River Basin)

Семенищенков Ю.А.

Брянский государственный университет им. акад. И.Г. Петровского, Брянск, Россия

*yuricek@yandex.ru*

Российская часть бассейна Верхнего Днепра характеризуется высоким фитоценотическим разнообразием лесной растительности, что соответствует выраженной ботанико-географической зональности и многогранному антропогенному воздействию.

Несмотря на теоретическую проработанность использованных подходов к классификации, при разработке синтаксономии для этого региона выявлены проблемы. Одна из них – несоответствие рангов классификации на доминантной и флористической основах, базовые единицы которых (*ассоциации*) не тождественны. К одной «флористической» ассоциации можно отнести несколько доминантных, которые при этом могут соответствовать *фациям*, либо *вариантам*, если их сообщества обладают выраженной экологической специфичностью. При этом диагностические виды варианта являются основой для определения состава эколого-ценологических групп.

Многообразие узкорегionalных *вариантов* или *фаций*, как правило, теряет актуальность при работе с крупными территориями с выраженным климатическим градиентом. Выявление географических закономерностей растительности в пределах ассоциации возможно на уровне *субассоциаций*. При этом в качестве диагностических выбираются преимущественно географически значимые виды.

Типологическая разнородность объясняет «нехватку» рангов флористической классификации для отражения всех существующих вариаций лесной растительности. Решение этой проблемы заключается либо в объединении крупных единиц (*ассоциаций*, *субассоциаций*), либо во введении дополнительных дробных единиц наподобие «*субвариантов*». И в первом, и во втором случаях возможна утрата детальности и адекватности итоговой синтаксономии.

Искусственные леса рассматриваются в качестве «антропогенных» *вариантов*, если их флористические отличия от естественных не превышают уровня ассоциации, или «базальных сообществ», установленных на основе «дедуктивного» подхода. Анализ их ценофлор позволяет сделать выводы о генетической связи с высшими единицами классификации и возможных сценариях их дальнейшего развития.

**Гетерогенность среды – важный фактор жизни растений в городе**

Environment heterogeneity as an important factor of plants life in city

Соколова О.С., Антонова И.С.

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия  
yaolga-ne@mail.ru

Создание оптимальной среды в городе для человека является актуальной задачей современной науки. Раскрытие этой темы требует подробного анализа городских территорий.

Город характеризуется особым ландшафтом, определяющим возможности существования в нем растений. Температура воздуха и другие показатели существенно различаются на разных расстояниях от каменных и асфальтовых поверхностей. Направленность улицы относительно сторон света определяет количество солнечной радиации, длительность и площадь освещенности. Неоднородность в освещении зависит от ширины улицы и высоты окружающих ее домов. Затененная зданиями территория получает только рассеянную радиацию, и возможности фотосинтеза у растений ограничены. Тень движется в течение суток и изменяется по сезонам, что связано с высотой стояния солнца над горизонтом. Существенное влияние оказывают также ветра, загрязнения и т.д.

Улицы и скверы давно привлекают внимание исследователей, в то время как замкнутые дворы домов в сплошной застройке малоизучены. Обследовано более 400 дворов Санкт-Петербурга. Выявлено, что при сезонном увеличении освещенности значения этого параметра на улице растут заметно быстрее, в то время как количество света в замкнутых дворах изменяется слабо. В разное время года температурные различия во дворах и на улицах неодинаковы. Наибольшая разница температур воздуха наблюдается днем в весеннее и летнее время, с 15 до 17 часов, в период максимального нагрева воздуха. Максимальная влажность выявлена в раннеутренние часы. Чем больше площадь двора и ниже окружающие здания, тем сильнее меняются показатели освещенности, температуры и влажности в его пределах. Установлена значительная неоднородность субстратов по pH, некоторым плотности и порозности.

Таким образом, значительная гетерогенность факторов обуславливает существование множества мелких местообитаний растений, что требует дифференцированного подхода к озеленению.

**Безранговые сообщества аренных лесов Ростовской области**

Without category communities of the steppe sandy woods of Rostov region

Соколова Т.А.

Институт аридных зон Южного научного центра РАН, Ростов-на-Дону, Россия  
Sta1562@yandex.ru

Разработана система классификации безранговых сообществ союза *Alnion incanae* естественных лесов Казанско-Вешенского песчаного массива. Ниже приведен продромус безранговых сообществ аренных лесов Ростовской области.

Класс *Quercus-Fagetea* Br.-Bl. et Vl. in Vl. 1937Порядок *Fagetalia sylvaticae* Pawł., Sokol. et Wall. 1928Союз *Alnion incanae* Pawł., Sokol. et Wall. 1928Сообщество *Calamagrostis epigeios–Alnus glutinosa* [*Alnion incanae*]Сообщество *Carex cespitosa–Alnus glutinosa* [*Alnion incanae*]Варианты: *Scirpus sylvaticus*, *typica*Сообщество *Carex riparia–Alnus glutinosa* [*Alnion incanae*]Сообщество *Swida sanguinea–Populus tremula* [*Quercus-Fagetea*]Сообщество *Carex juncella–Populus tremula* [*Quercus-Fagetea*]Сообщество *Betula pendula* [*Alnion incanae*]Варианты: *Populus tremula*, *typica*Сообщество *Galium physocarpum–Betula pendula* [*Alnion incanae*]Варианты: *Athyrium filix-femina*, *typica*Порядок *Quercetalia pubescenti–petraeae* Klika 1933Союз *Aceri tatarici–Quercion* Zólyomi 1957Сообщество *Calamagrostis epigeios–Quercus robur* [*Quercus-Fagetea*]Сообщество *Populus tremula–Quercus robur* [*Quercus-Fagetea*]

Для всех сообществ характерно наличие и доминирование диагностических видов класса или союза и отсутствие собственных диагностических видов. Видовое разнообразие в среднем от 14 до 34 на 625 м<sup>2</sup>.

Общее для синтаксонов союза *Alnion incanae* – распространение на второй террасе р. Дон в долинообразных понижениях, реже в сообществах колкового типа. Часто это краевые позиции в больших колковых массивах или отдельные небольшие колки. Почвы лугово-болотного типа, влажные, от слабокислых до слабощелочных, умеренно богатые минеральным азотом. Сообщества союза *Aceri tatarici–Quercion* представляют собой флористически обедненные дубовые леса.

## Растительный покров котловин Северного Прибайкалья

Vegetation cover of the North Cisbaikalia basins

Софронов А.П., Владимиров И.Н.

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, Россия

*alesofronov@yandex.ru*

Растительность такого сложного и труднодоступного региона, как Северное Прибайкалье, находящегося между несколькими биогеографическими рубежами (природно-ландшафтными областями), представляет значительный научный интерес.

Разнообразие географических условий территории отражается на растительности котловин, которая многообразна в фитоценологическом и флористическом отношении. Здесь хорошо прослеживаются специфика эволюционно-динамической структуры растительного покрова и современные проявления, связанные с влиянием соседних природных областей в зонах контакта.

В результате проведенных исследований на основании структурно-динамических принципов В.Б. Сочавы была разработана легенда и составлена карта «Растительный покров Северобайкальской и Верхнеангарской котловин» м. 1 : 200 000. Карта выполнена на основе анализа и обобщения имеющихся картографических, фондовых, литературных источников, а также собственных материалов экспедиционных исследований.

Для того чтобы показать на карте особенности растительного покрова, была разработана многоступенчатая классификационная схема, состоящая из соподчиненных таксономических подразделений разного объема и отражающая географическую пространственно-временную структуру растительности, что позволило отразить на карте динамику растительности.

Из-за высокой нарушенности лесной растительности большое внимание уделялось структурно-динамическому анализу фитоценозов для определения потенциальных сообществ и выявления рядов трансформации.

Исследование показало, что растительный покров котловин представляет собой очень сложное гетерогенное образование и состоит из сообществ шести разных филоценогенетических комплексов, каждый из которых имеет свои особенности, определяющие закономерности пространственной структуры соответствующих ценозов.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проекты № 14-05-31135 и № 13-05-00193.

## Реликты в растительном покрове котловин Северного Прибайкалья

Relict species in the North Cisbaikalia basins vegetation cover

Софронов А.П.<sup>1</sup>, Преловская Е.С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, Россия

<sup>2</sup> Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, Иркутск, Россия

*alesofronov@yandex.ru*

Изучение эволюции растительного покрова котловин Северного Прибайкалья ведется уже достаточно давно. Основным методом познания в этих исследованиях является анализ пыльцевых остатков из донных отложений Байкала и из торфяных залежей, расположенных в регионе или в непосредственной близости к региону.

Значительный интерес представляет изучение древних элементов в современных растительных сообществах, что дает дополнительную возможность выявить географические закономерности формирования растительных сообществ и определить биогеографические взаимосвязи регионов. Определенный интерес в этом отношении представляет изучение реликтовых элементов в специфических экосистемах, сформировавшихся в зоне влияния гидротермальных источников и сохранившихся в своем составе древние элементы флоры.

Северное Прибайкалье представляет особый интерес по причине расположения в регионе около 15 термальных источников, находящихся в разных частях территории.

Из всех термальных источников флористические исследования проводились лишь в сообществах, примыкающих к 4-м из них (Аненхонов, 1999; Зарубин, 2000), и носили в большей степени поверхностный характер. Но даже эти исследования флористического состава ценозов, расположенных в зоне непосредственного влияния некоторых термальных источников, выявили древние виды. В настоящее время в растительном покрове Северного Прибайкалья выявлено 7 видов, по реликтовости относящихся к разным периодам прошлого. Это виды *Elymus caninus*, *Pycreus nilagiricus*, *Lythrum intermedium*, *Thelypteris palustris*, *Pilea mongolica*, *Lycopus europaeus*, *Truellum sieboldii*. И такие из них, как *Pycreus nilagiricus*, *Lythrum intermedium* и *Lycopus europaeus*, встречаются только в сообществах, расположенных в зоне влияния термальных источников.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проекты № 14-05-31135 и № 13-05-00193.

## Антропогенные изменения высшей водной растительности водоемов северо-восточной части Украины

Anthropogenic changes in the vascular plants aquatic communities of the reservoirs of the north-eastern part of Ukraine

Старовойтова М.Ю.

Национальный педагогический университет им. М.П. Драгоманова, Киев, Украина

*kollikoshm@mail.ru*

Установлено, что основными направлениями динамических процессов растительного покрова водоемов северо-восточной части Украины являются трансформация и деградация его сообществ вследствие осушительной мелиорации, дестабилизации водного режима (обводнения) и антропогенного эвтрофирования, которые вызваны

строительством водохранилищ Днепровского каскада в 60-е годы XX века. Их функционирование имеет крайне негативное влияние на гидрорежим зарегулированных рек (Старовойтова, 2015).

Изменения растительности, вызванные осушительной мелиорацией последних 45 лет, обусловлены также снижением речного стока. Это приводит к нарастанию факторов заиливания, которое обусловлено снижением промывного режима (в результате уменьшения скорости течения, а местами и полного его отсутствия). Особенностью смен растительности водоемов является формирование на месте сообществ настоящей водной и воздушно-водной растительности временных ценозов, образованных видами-алювиофитами (*Alisma plantago-aquatica* L., *Sagittaria sagittifolia* L., *Persicaria hydropiper* (L.) Spach, *Bidens tripartita* L.). Последние в дальнейшем сменяются сообществами болотной и луговой растительности. Сукцессии, вызванные обводнением, характеризуются, прежде всего, полной деградацией наземной растительности (Старовойтова, 2015). На месте луговых ценозов формируются воздушно-водные сообщества класса *Phragmito-Magno-Caricetea*. Особенностью смен растительного покрова является перегруппировка поясов растительности и формирование новых на участках, которые оказались на значительных глубинах в результате повышения уровня воды. Смены высшей водной растительности, обусловленные антропогенным эвтрофированием, проходят в направлении смен сообществ узкой экологической амплитуды ценозами широкой (*Typhetum angustifoliae*, *Phragmitetum communis*, *Ceratophylletum demersi*, *Potametum pectinati*).

### Динамика числа местонахождений охраняемых видов сосудистых растений Ленинградской области за последние 150 лет

The dynamics of red-listed vascular plant species in Leningrad region during the last 150 years

Сукристик В.А.

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

victor.sukristik@gmail.com

Несмотря на существующую практику субъективной экспертной оценки уязвимости видов и сообществ, планирование мероприятий по сохранению биологического разнообразия требует разработки объективных критериев выделения наиболее уязвимых объектов охраны. В связи с этим нами была предпринята попытка объективизации оценки состояния включенных в Красную книгу природы Ленинградской области (2000) видов сосудистых растений путем анализа динамики числа их местонахождений за все время изучения флоры области (с 1799 по 2014 гг.).

С этой целью была составлена электронная база данных местонахождений охраняемых видов на основе этикеток гербарных фондов (LE, LECB), публикаций, а также любезно предоставленных нам электронных таблиц находок орхидных П.Г. Ефимова и охраняемых видов Комитета по природным ресурсам области. Из 202 охраняемых видов Ленобласти 50 характеризуются единичными местонахождениями в регионе (*Allium ursinum*, *Pulsatilla vulgaris* и др.). Для остальных видов на основании анализа тренда динамики числа местонахождений по четырем временным периодам были выявлены следующие типы динамики: положительный (25% видов), слабо положительный (25% видов), слабо отрицательный (11% видов) и отрицательный (14% видов). Выявленное увеличение числа местонахождений для ряда видов, главным образом таежных и приморских (*Actaea erythrocarpa*, *Tripolium vulgare* и др.), связано с увеличением интенсивности флористических исследований в ранее малоизученных районах области, а в ряде случаев – с освоением охраняемыми видами нарушенных вторичных биотопов (*Agrostis clavata*, *Dactylorhiza baltica* и др.). Вероятная причина снижения числа находок – антропогенная трансформация растительности региона, приводящая к изменению и утрате растительных сообществ, к которым приурочены охраняемые виды. На основании полученных результатов предложено ужесточить категорию уязвимости с категории 3 «редкий» до категории 2 «уязвимый» для 16 видов (*Melampyrum cristatum*, *Pedicularis sceptrum-carolinum* и др.).

### Состав и структура древостоев и валежа зеленомошных сообществ среднетаежных лесов Северного Урала через 80–120 лет после пожара

The composition and structure of forest stands of the Northern Urals through 80–120 years after the fire

Тюрин А.В., Алейников А.А.

Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, Москва, Россия

alex.zertur@gmail.com

Заповедники, созданные в 1930-е годы и пережившие лесозаготовительный бум XX века, представляют ценность для изучения естественных процессов формирования лесных сообществ после катастрофических явлений (пожары, ветровалы и др.). Один из таких лесных массивов расположен на территории Печоро-Ильчского заповедника. Цель исследования заключалась в сравнении структуры и состава древостоев, образовавшихся после пожаров 1895 и 1934 годов. В этих сообществах заложено по 10 пробных площадей 20×20 м с полным пересчетом всего древостоя и валежа. У деревьев определены вид, онтогенез, жизненность, высота, диаметр на высоте 1,3 м; у валежа – вид, диаметры на обоих концах, длина, объем, стадия разложения и стадия зарастания. Непараметрический анализ результатов показал статистически значимые отличия по составу для пихты и ели (p <

0,05). Средние диаметры древостоев значительно отличаются у ели, пихты и березы. Только для осины характерно сходство, вероятно, из-за достижения к 80 годам максимальных размеров. Формы распределения по диаметру деревьев также статистически не отличаются: для обоих участков характерна «перевернутая сигма-образная» кривая, со сниженной долей особей на малых ступенях толщины, что более выражено на участке 80-летнего пожара. Распределения темнохвойных видов имеют форму кривой, ближе к традиционной отрицательно экспоненциальной форме. Выборочное кернение деревьев на пробных площадях указывает на возобновление после пожара осины и березы, которое продолжалось в течение 25–40 лет после пожара до смыкания основного полога. Почти одновременно начали возобновляться деревья темнохвойных видов на участке 120-летнего пожара и с отставанием около 15 лет – на участке 80-летнего пожара. Общий запас валежа на участках колеблется от  $34,7 \pm 21,8$  м<sup>3</sup>/га до  $41,1 \pm 26,4$  м<sup>3</sup>/га и значительно также не отличается ( $p = 0,45$ ). Отличие лишь в числе листового валежа, которого на втором участке меньше ( $p = 0,01$ ). Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 15-34-20967).

### Данные надземной фитомассы лишайниковых сообществ восточно-европейских тундр Ненецкого автономного округа

Aboveground biomass data of the East European tundra lichen communities of Nenets Autonomous District

Уваров С.А.

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

Ненецкий краеведческий музей, Нарьян-Мар, Россия

*sergeiuvarov@ya.ru*

С 2011 г. в Ненецком АО проводят работы по оценке оленеёмкости пастбищ. Данные оленеёмкости ложатся в основу систем пастбищеоборотов и ведения хозяйств. Поэтому особенно важными показателями при подготовке землеустроительной документации являются данные о запасах кормовых групп растений. При оценке растительных сообществ с высокой долей участия в напочвенном покрове лишайников в течение 2010–14 гг. в 7 пунктах восточно-европейских тундр было отобрано 90 образцов надземной фитомассы (НФ). Для учета применялась методика, предложенная В.Д. Александровой и В.Ф. Шамуриным в 1972 г.

НФ лишайников в разных районах восточно-европейских тундр значительно различается. Наибольшее количество массы лишайников на территории Ненецкого АО в воздушно-сухом состоянии зафиксировано на территориях Малоземельской (М.т.) и Тиманских (Т.т.) тундр, в среднем по 1077 г/м<sup>2</sup> и 1358 г/м<sup>2</sup> соответственно. На территории западной части Большеземельской тундры отмечены менее высокие значения: в районе бассейна р. Северной (С.Б.т.) в сообществах показатель НФ лишайников составляет 576 г/м<sup>2</sup>, а среднее значение в районе верховьев р. Шапкино (Ш.Б.т.) составляет 797 г/м<sup>2</sup>. Наименьшие показатели отмечены в сообществах о. Колгуев (К.т.), всего 198 г/м<sup>2</sup> и острова Вайгач (В.т.) 381 г/м<sup>2</sup>. Доля лишайников в составе кормовых групп растений распределена следующим образом: в М.т. – 61,5%; Т.т. – 54,5%; С.Б.т. – 58%, Ш.Б.т. – 49%, В.т. – 33%; К.т. – 29,5%.

В результате, на о. Колгуев из-за отсутствия распространения лишайниковых сообществ, низкой доли участия лишайников среди кормовых групп растений и небольшого запаса в 2012–2013 гг. ситуация привела к падежу оленей.

### Видовое разнообразие деревянистых лиан острова Сахалин и их экологический анализ

Species diversity of woody lianas of Sakhalin island and their ecological analysis

Уон К.Д., Цырендоржиева О.Ж.

Сахалинский государственный университет, Южно-Сахалинск, Россия

*kris—forever@mail.ru*

Деревянистые лианы, произрастающие на Сахалине, представлены 12 видами, объединенными в 9 родов и 7 семейств. Семейство *Actinidiaceae* – 3 вида, *Vitaceae*, *Celastraceae*, *Ranunculaceae* – 2, *Anacardiaceae*, *Schisandraceae* и *Hydrangeaceae* – 1.

По величине ареала лианы делятся на такие группы:

с очень широким – *Clematis fusca* Turcz.;

с широким – *Actinidia kolomikta* (Maxim.) Maxim., *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.;

со средним – *Actinidia arguta* (Siebold et Zucc.) Planch. ex Miq., *Hydrangea petiolaris* Siebold et Zucc.,

*Atragene ochotensis* Pall., *Vitis coignetiae* Pulliat ex Planch.;

с узким – *Actinidia polygama* (Siebold et Zucc.) Miq., *Ampelopsis heterophylla* (Thunb.) Siebold et Zucc.,

*Celastrus orbiculata* Thunb.;

с очень узким – *Celastrus strigillosa* Nakai, *Toxicodendron orientale* Greene.

Виды деревянистых лиан Сахалина по силе роста и развития в естественных местообитаниях делятся на группы:

1) очень высокие (более 20 м) – *Actinidia arguta*, *Hydrangea petiolaris*;

2) высокие (от 20 до 15 м) – *Actinidia kolomikta*, *Celastrus orbiculata*, *Schisandra chinensis*;

- 3) средней высоты (от 10 до 5 м) – *Actinidia polygama*, *Ampelopsis heterophylla*, *Atragene ochotensis*;
- 4) низкорослые (менее 5 м) – *Celastrus strigillosa*;
- 5) стелющиеся – *Toxicodendron orientale*.

Большинство являются светолюбивыми летнезелеными листопадными лианами, мезофитами, мезотрофами; по способу опыления – насекомопопьяемые и ветроопыляемые, орнито-, зоо- и анемохоры; а также имеют высокий показатель зимостойкости.

По 5 видов лиан используется человеком в пищу и как селекционный материал, 6 – как лекарственные, 11 – для озеленения.

Включены в список охраняемых. Категория 1 – актинидия аргута, актинидия полигамная, ипритка восточная, ломонос бурый, виноградовник разнолиственный; категория 2 – древогубец круглолистный, древогубец щетковидный, гортензия черешчатая; категория 3 – актинидия коломикта, виноград Конье, лимонник китайский; категория 4 – княжик охотский, ломонос бурый.

### **Разнообразие сообществ напочвенных пионерных мохообразных Звенигородской биологической станции МГУ**

Diversity of ground pioneer bryophyte communities on MSU Zvenigorod Biological station territory

Федосов В.Э.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

*fedosov\_v@mail.ru*

На территории ЗБС МГУ (Московская область) изучена зависимость состава и структуры группировок напочвенных пионерных мохообразных (ГНПМ) от факторов среды. Поставлены задачи: (1) выявить видовой состав пионерных мохообразных, заселяющих участки обнаженного минерального грунта в разных экологических условиях; (2) выявить экологические факторы, наиболее важные для сообществ пионерных мохообразных; (3) выявить закономерности распространения мохообразных в зависимости от условий освещения, влажности, pH, угла наклона заселяемой поверхности, гранулометрического состава субстрата; (4) разработать систему классификации сообществ пионерных мохообразных территории ЗБС и выявить особенности выделяемых групп. ГНПМ описаны на 82 площадках по 0,1 м<sup>2</sup>, описания проанализированы методами многомерной статистики. Выявлена слабая корреляция состава ГНПМ со степенью затенения, гранулометрическим составом, плотностью, влажностью и pH почвы. Также показано, что: (1) абиотические (эдафические) и биотические факторы вносят примерно равный вклад в варьирование состава ГНПМ на изученной территории; (2) фактором наибольшего варьирования ГНПМ является сукцессионная зрелость окружающего фитоценоза; (3) изученные ГНПМ демонстрируют 3 дискретные типа специализации к фитоценозам, сформированным представителями трех эколого-ценотических стратегий Грайма; (4) в раннесукцессионных сообществах диверсификация ГНПМ также определяется комплексным градиентом эдафических факторов и освещенности между обнажениями в фитоценозах, сформированных рудералами и стресс-толерантами; (5) на средних-поздних стадиях сукцессии диверсификация ГНПМ обусловлена воздействием тех же факторов эдафотопы, что на ранних, и биотических факторов – градиента «бореальности-неморальности» состава окружающего фитоценоза; (6) амплитуды диверсификации ГНПМ в раннесукцессионных и поздне-сукцессионных сообществах существенно не отличаются. Выделены 10 типов ГНПМ, определены их экологические оптимумы и диагностические виды.

### **Структура экологического каркаса бассейна реки Свияги**

The ecological framework structure of the Sviyaga River basin

Фролов Д.А.

Ульяновский государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова, Ульяновск, Россия

*frolka-daniil@yandex.ru*

Ведущим приемом для определения экологического потенциала территории является концепция экологического каркаса, под которым в общем случае понимается система ценных по своим природным характеристикам участков территории. Экологический каркас определяется как система ранжированных по степени экологического значения, переходящих друг в друга природных участков – «ядер», «коридоров» и «буферных зон», неразрывно связанных друг с другом.

В качестве объекта исследования был выбран бассейн р. Свияги, как типичный природный выдел, расположенный в зоне активного антропогенного воздействия на экосистемы Приволжской возвышенности. В пределах бассейна, на основании имеющихся материалов и данных флористических исследований были выделены участки, выполняющие функции ядер или зон экологической стабилизации. В состав ядер включены как существующие ООПТ, так и перспективные участки, выделенные в ходе собственных флористических исследований и необходимые для эффективной охраны флоры.

Коридоры и буферные зоны, согласно концепции, представляют собой непрерывные линейные структуры, служащие своеобразными мостами для перехода и миграции биологических видов между ядрами. Такая функция в каркасе бассейна принадлежит долинам средних рек, некрупным лесным массивам, идущим в разных

направлениях преимущественно через распаханые территории. Помимо ядер, коридоров и буферных зон, были выделены перспективные участки – резерваты редких и охраняемых видов растений. Их выделение вытекает из необходимости «усиления» каркаса бассейна путем увеличения числа охраняемых территорий.

Современное состояние флоры бассейна р. Свияги таково, что необходимы дополнительные меры по сохранению и восстановлению ее видового разнообразия. Сохранение видов невозможно без создания эффективно организованной репрезентативной сети ООПТ в структуре экологического каркаса бассейна, где охраняемые, редкие, эндемичные и реликтовые виды растений нормально существовали бы в составе типичных растительных группировок и сообществ.

### Типологическая структура лесов государственного природного заповедника «Денежкин камень» Typological structure of the forests of the State Nature Reserve «Denezhkin Kamen'»

Шевченко Н.Е.

Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, Москва, Россия  
ne\_shevchenko@mail.ru

Государственный природный заповедник «Денежкин Камень» расположен на Севере Свердловской области, площадь заповедника 80 тыс. га. Согласно Ценофонду лесов Европейской России (2010), территория заповедника относится к восточному сектору среднетаежных лесов.

Сообщества заповедника типизированы на основе методов, разработанных Л.Б. Заугольной, О.В. Морозовой (2010) и реализованных на сайте «Ценофонд лесов Европейской России». Типы леса пробных площадей определены с применением доминантной классификации. Размер пробных площадок составил 10×10 м, всего выполнено 479 описаний.

Лесные сообщества заповедника принадлежат к 4 секциям, 7 подсекциям, 12 вариантам и 20 группам типов леса. Средний показатель видовой насыщенности на описанных площадках 31,3 вида на 100 м<sup>2</sup> (max – 81; min – 13). Наибольшее распространение по числу описаний в заповеднике на хорошо дренируемых участках рельефа получили зеленомошная секция (250 описаний), представленная кустарничковой (170) и мелкотравной подсекциями (80), и травяная секция (148), представленная высокотравной подсекцией. Крупнопоротниковые сообщества (33) сохранились лишь в старовозрастных пихто-еловых лесах на восточном макросклоне Главного Уральского хребта. На участках рельефа с застойным увлажнением преобладает сфагновая секция (48), представленная долгомошной (12), травяной (20) и кустарничковой подсекциями (16) и травяной секцией (нитрофильным высокотравьем). В связи с широким распространением *Calamagrostis arundinacea* на территории заповедника все подсекции, за исключением крупнопоротниковой, были разделены на два варианта: типичный и вейниковый. Внутри травяной высокотравной и зеленомошной мелкотравной подсекций с доминированием *Chamaenerion angustifolium* также был выделен кипрейный вариант.

### Juvenile populations of club mosses: alternative research component for evaluating club moss population vitality

Ювенильные популяции плаунов: альтернативный подход к исследованию жизненности популяции  
Rimgaile-Voicik R.

Vilnius University, Vilnius, Lithuania  
Radvile.rimgailaite@gmail.com

Research on club moss ecology and organization of populations usually focuses on sporophytes and processes of emergence and development of juvenile club moss populations remains insufficiently investigated.

In 2012–2014 research on populations of club moss gametophytes and juvenile sporophytes was conducted in 10 study sites, in pine forests of the Varena District, southern Lithuania. In every study site adult and juvenile sporophyte populations were detected using standard route method. In every research site three 0,25 m<sup>2</sup> soil samples of 15 cm in depth with intact forest floor were collected. Then gametophytes were searched by gradually disassembling soil samples with tweezers. The coordinates and developmental stage of every gametophyte located was registered. Coordinates were used to calculate an expected mean nearest neighbor distance using the overall density of the population. Using the spot route method in rectangular field of 4590 m<sup>2</sup> *Lycopodium annotinum*, *L. clavatum* and *Diphasiastrum complanatum* occurrence frequency for three different sporophyte developmental stages was determined.

Vegetation analysis showed that forests mainly belonged to ass. *Peucedano-Pinetum* W. Mat. (1962) 1973. Species richness in study sites ranged from 11 to 36. During the research more than 500 gametophytes were found, majority of gametophytes belonged to *Lycopodium* spp. (Type I gametophytes), also gametophytes of *Diphasiastrum* sp. (Type II gametophytes) were registered. Gametophyte and sporophyte of different developmental stage abundance in samples collected varied greatly, but general patterns of adult sporophyte occurrence rates were similar, did not exceeded 10%. The nearest neighbor index showed that juvenile sporophytes tend to group more than gametophytes and their distribution in the soil is not absolutely random. These findings suggest that juvenile sporophytes may result from intragametophytic selfing. Even though occurrence of juvenile club moss populations is a strictly localized event, but these populations arise more often than previously thought.

## VIII. ГЕОГРАФИЯ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ

### Предварительные результаты изучения мохообразных липовых лесов Красносамарского леса и национального парка «Бузулукский бор»

Preliminary results of the study of mosses of linden forests of Krasnosamarsky forest and National Park "Buzuluksky bor"

Богданова Я.А.

Самарский государственный университет, Самара, Россия.

*bogdanova.ya@yandex.ru*

В летний период 2015 года нами был исследован видовой состав мохообразных в липовых сообществах Бузулукского бора (Оренбургская область, лесостепная зона) и Красносамарского лесного массива (Самарская область, степная зона). В ходе работы использовался маршрутный метод, а также было обследовано 10 деревьев с 4-х сторон света и 20 учётных площадок на каждой площади.

Результаты обследования шести постоянных пробных площадей показали, что в липняках Бузулукского бора произрастает 14 видов листостебельных мхов (8 бокоплодных и 6 верхлодных), в липняках Красносамарского лесного массива — 8 листостебельных видов (по 4 бокоплодных и верхлодных) и 2 печёночника (*Ptilidium pulcherrimum* и *Radula complanata*). *P. pulcherrimum* произрастает на гниющей древесине и имеет проективное покрытие около 1% при встречаемости 2%. *R. complanata* выявлена в двух фитоценозах на коре липы сердцевидной и дуба черешчатого с проективным покрытием 19% и 6,5 % при встречаемости 5% и 2% соответственно. Интересно отметить, что, несмотря на близость изучаемых территорий, сходство климатических, почвенных и растительных условий, их ценобиофлоры достаточно различны (значение коэффициента сходства Жаккара 0,33). Тем не менее, есть 6 общих видов, из которых постоянными видами липняков данных территорий, а, следовательно, наиболее приспособленными к лесостепной зоне, следует считать *Pseudoleskeella nervosa* и *Pylaisia polyantha*. При этом встречаемость и среднее проективное покрытие *Pseudoleskeella nervosa* в Бузулукском бору и Красносамарском лесном массиве изменяются незначительно, тогда как *Pylaisia polyantha* встречается в Красносамарском лесном массиве в 4,5 раза чаще, а её среднее проективное покрытие в 3 раза больше. Интенсивность спороношения и жизнённость указанных выше видов практически одинаковы на обследованных территориях, однако у *Pseudoleskeella nervosa* выводковые веточки, характерные для вида, чаще встречаются в Бузулукском бору.

### Луговая флора в условиях заповедного режима на примере Центрально-Лесного и Полистовского заповедников

Meadow flora under protection regime (the examples of Central Forest and Polistovsky Nature Reserves)

Бородулина В.П., Чередниченко О.В., Горик В.В.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

*valentinka\_bo@mail.ru*

Материковые луга — уникальный природный комплекс, наиболее богатый видами на малых пространственных масштабах. Материковые луга лесной зоны формируются и поддерживаются за счет деятельности человека. Цель работы — изучить структуру флор лугов в условиях заповедного режима и при его отсутствии.

В основу работы положены 209 геоботанических описаний заброшенных и используемых (с сенокосно-пастбищным типом использования) лугов Центрально-Лесного государственного природного биосферного заповедника (ЦЛГПБЗ) и 208 — Полистовского заповедника. Проведен анализ луговых флор каждого заповедника и ценофлор выделенных нами типов травяных сообществ.

Богатство объединенной парциальной флоры лугов ЦЛГПБЗ существенно не отличается от такового Полистовского (273 вида против 234). Таксономическая и географическая структура практически не отличаются и отражают региональную общность объединенных парциальных флор лугов и их аazonальный характер.

Значение коэффициента сходства Серенсена аборигенных фракций исследованных флор (0,71) может быть связано, как с геоморфологическими и ландшафтными различиями, так и с разной историей освоения и использования изученных территорий. Но сравнение таксономической, географической, ценофлорной, экологической и биоморфологической структуры показало высокое сходство этих флор.

Выделенные нами типы травяных сообществ (ЦЛГПБЗ — 4; Полистовский — 6) экологически своеобразны. Используемые сообщества представлены только одним типом в каждом заповеднике, а заброшенные — 3 — в Центрально-Лесном и 5 — в Полистовском. Сравнение ценофлор заброшенных и используемых сообществ показало различия в ценофлорной и биоморфологической структуре, а также в видовом богатстве. Видовое богатство заброшенных сообществ ниже по сравнению с используемыми. Видовая насыщенность и видовое разнообразие (по индексу Шеннона) выделенных типов сообществ скоррелированы с факторами освещенности и богатства почв на лугах ЦЛГПБЗ и с освещенностью и переменностью увлажнения на лугах Полистовского заповедника.

## Географическая структура флоры охраняемых территорий на южной границе распространения ели европейской (*Picea abies*)

Geographical structure of the flora of protected areas on southern boundary of the range of *Picea abies*

Варгот Е.В., Рогачева О.В.

Мордовский государственный университет, Саранск, Россия

Мордовский государственный заповедник, Пушта, Россия

Национальный парк «Смольный», Смольный, Россия

vargot@yandex.ru

Заповедники и национальные парки служат модельными участками для изучения динамики флоры. Многолетние изменения флористического состава ООПТ показывают степень антропогенной нагрузки на природные экосистемы.

В работе на основании собственных полевых исследований, анализа литературы и материалов гербарных фондов (GMU, HMNR, НП «Смольный») была выявлена географическая структура флоры заповедников и национальных парков, расположенных на широте 54-й параллели, на южной границе ареала *Picea abies* (L.) H. Karst. (Окский ГБЗ, Мордовский заповедник им. П.Г. Смидовича, НП «Смольный», НП «Чаваш вармане»). Цель работы – выявить различия в структуре флоры ООПТ при движении с запада на восток и виды сосудистых растений, находящиеся на границе ареала.

При обобщении всех доступных сведений было выявлено, что флора изученных ООПТ включает 1089 видов из 419 родов и 102 семейств. Флора ОГБЗ представлена 884 видами сосудистых растений из 419 родов и 100 семейств; флора МГПЗ – 794 видами из 389 родов и 99 семейств; флора НП «Смольный» – 788 видами из 395 родов и 102 семейств; флора НП «Чаваш вармане» – 732 видами из 360 родов и 101 семейств.

Во флоре изученных ООПТ выделено 48 долготных групп ареалов, из которых доминируют виды с евразийским, голарктическим и евросибирским типами ареалов. Выявлено 10 широтных групп ареалов. Наибольшим числом видов представлены бореальная, плюризональная, бореально-неморальная широтные группы. Выявлен 131 вид, находящийся на границе ареала. Из этого числа часть растений занесена в региональные Красные книги Рязанской области, Мордовии и Чувашии.

## Редкие растения болот Республики Мордовия

Rare plants of mires of the Republic of Mordovia

Гришуткин О.Г.

Мордовский государственный природный заповедник им. П.Г. Смидовича, Пушта, Россия

grog5445@yandex.ru

Республика Мордовия почти полностью находится в лесостепной зоне. Основная доля болот низинные, но также встречаются и сфагновые, к которым приурочены многие бореальные виды растений, находящиеся на южной границе ареала. История изучения флоры региона, в том числе болот, насчитывает уже более 100 лет. За это время накопился значительный фактический материал, требующий уточнения и систематизации, что и было нами выполнено.

В Красную книгу Мордовии (2003) внесено более 30 видов сосудистых растений, встречающихся на болотах. Часть из них является «случайными» и здесь не приводится. В скобках после вида приведена дробь, где в числителе указано общее количество находок, в знаменателе – известные и подтвержденные местонахождения на данный момент.

К молодым сфагновым сплавицам переходных и верховых болот приурочены *Scheuchzeria palustris* (11/6), *Eriophorum gracile* (4/2), *Rhynchospora alba* (1/1), *Carex limosa* (12/10), *Hammarbya paludosa* (1/1). Чуть шире распространение у *Drosera rotundifolia* (38/30), которая кроме сплавиц может встречаться на подушках сфагнума с разреженным травяным покровом или сухих обнажениях торфа на выработанных болотах. К сфагновым болотам также приурочены *Carex chordorrhiza* (1/1), *Salix lapponum* (9/7), *Salix myrtilloides* (11/9), *Andromeda polifolia* (16/12), *Oxycoccus palustris* (85/64), которые обладают весьма широким экологическим диапазоном. В озерцах на переходных болотах отмечается *Utricularia intermedia* (8/6), *Eriophorum latifolium* (4/2), *Epipactis palustris* (6/3), *Pedicularis palustris* (4/2), *P. sceptrum-carolinum* (4/1) отмечались как на переходных, так и на низинных болотах. К низинным болотам приурочены *Carex flava* (1/1), *Herminium monorchis* (6/5), *Dactylorhiza cruenta* (2/2). В болотистых ельниках отмечается *Malaxis monophyllos* (6/5).

Из Красной книги нового издания исключаются *Angelica palustris* и *Lathyrus palustris* ввиду многочисленности находок в последнее десятилетие. *Carex dioica*, *Betula humilis*, *Oxycoccus microcarpus*, видимо, исчезли из флоры региона.

## Фитогеографическая характеристика семейства *Fabaceae* Беларуси

Phytogeographical characteristic of the *Fabaceae* family of Belarus

Докшина А.Ю.

Центральный ботанический сад НАН Беларуси, Минск, Беларусь

aleksandra-dokshina@mail.ru

Во флоре Республики Беларусь (РБ) семейство бобовые насчитывает до 98 видов. Для проведения сравнительного анализа особенностей географического распространения представителей семейства бобовые

использовались классификационные системы Н.В. Козловской и В.И. Парфенова (1972). Согласно данной классификации все виды бобовых РБ на основе особенностей их ареалов разделены на зональные и региональные типы.

В составе бобовых РБ преобладают виды с европейским типом ареала (29 видов). Это общая особенность флоры РБ. Далее за ними следуют виды с европейско-западноазиатским (23) и евразийским (15) типами ареала. Меньшая доля приходится на евросибирские (11) и плюризональные (10) виды.

Среди широтных групп флоры бобовых основной вклад вносят понтичско-сарматские (30) и плюризональные (27) виды. Похожая картина наблюдается для хорошо изученного во флоре РБ семейства *Scrophulariaceae*. По составу регионального и широтного типов географических элементов бобовые сходны с их составом во флоре РБ в целом, и семейство может рассматриваться как репрезентативный компонент флоры РБ. Являясь частью флоры умеренного пояса Голарктики, флора бобовых РБ подобна флоре бобовых лесной зоны Восточной Европы, их фитогеографическая структура сходна. Особенности флоры бобовых РБ связаны с уникальностью ее географического положения. С севера на территорию РБ проникает растительность таежной зоны, с юга - лесостепной и степной зон. Заметно влияние во флоре бобовых РБ элементов флор Западной Европы, Средиземноморского, Кавказского регионов.

57 видов имеют границу на территории РБ, 6 видов находятся в РБ в отдельных локалитетах за пределами основной части ареала. В синантропной части ареала на территории РБ произрастают 14 видов, относящихся к адвентивным или интродуцированным растениям.

### Некоторые итоги изучения флоры байрачных дубрав бассейна Среднего Дона (Воронежская область)

Some results of the study of the flora of gulch oak woods of the Middle Don basin (Voronezh Region)

Казьмина Е.С.

Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия

*e.s.kiseleva@mail.ru*

Исследованиями были охвачены байрачные дубравы Воронежской области, в том числе урочища расположенные на охраняемых территориях. Отметим, что лесную и опушечную парциальные флоры (включая безлесные склоны и тальвеги балок), мы рассматриваем как единую систему, которую называем байрачным флористическим комплексом (Агафонов, Казьмина, 2013).

По предварительным данным флора байрачных комплексов представлена не менее чем 731 видом сосудистых растений, относящихся к 349 родам из 84 семейств. Большинство видов обладают евразийским и западноазиатско-европейским типами ареалов.

Ведущие 10 семейств содержат 435 видов (59,5% от общего числа) и представлены семействами *Asteraceae*, *Rosaceae*, *Poaceae*, *Fabaceae*, *Apiaceae*, *Labiatae*, *Scrophulariaceae*, *Brassicaceae*, *Ranunculaceae*, *Liliaceae* s.l. Наибольшим количеством видов представлены роды *Carex*, *Vicia*, *Lathyrus*, *Galium*, *Viola*, *Campanula*, *Veronica*, *Rosa*. В спектре жизненных форм преобладают травянистые многолетники, их 459 (62,8%). Следующей по числу видов является группа однолетников – 109 (14,9%), которая представлена в основном сорными видами, произрастающими на опушках, пороях кабанов, вдоль лесных троп и на полянах, рядом с распаханymi участками склонов. В исследованной флоре зарегистрировано 66 травянистых, кустарниковых и древесных адвентивных видов.

В результате исследований нами получены новые данные о распространении на территории региона 43 видов, нуждающихся в охране. Уточнен характер распространения таких редких и охраняемых видов как *Epipactis atrorubens* (Hoffm. ex Bernh.) Besser, *Epipactis helleborine* (L.) Crantz, *Veratrum nigrum* L., *Aconitum nemorosum* M. Bieb. ex Rchb. и др. Отмечены новые местонахождения на территории области эндемика юга европейской части России *Rosa antonowii* (Lonacz.) Dubovik., а также эндемичных для средней полосы России видов *Delphinium litwinowii* Sambuk, *Delphinium duhmbergii* Huth.

### Анализ флор малых островов: подходы и проблемы

The analysis of small island floras: approaches and problems

Кожин М.Н.

Кандалакшский государственный заповедник, Кандалакша

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва

Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина КНЦ РАН, Кировск, Россия

*mnk\_umba@mail.ru*

Проблема сравнения разновеликих по площади и числу видов живых систем часто возникает при анализе биологических данных. Один из наиболее ярких примеров – островные экосистемы. При исследовании их флор обычно прибегают к сравнению островов близких по площади, как правило, относительно крупных. Информация о флорах малых островов не входит в анализ – игнорируется как малоинтересная. Сравнение проводят путем выделения общих и специфичных видов; изредка используют кластерный анализ. Полученный анализ мало

отличим от сравнения локальных материковых флор. Специфика островных условий остается не освещенной. Данный подход методологически сильно ограничивает возможности анализа и искажает выборку (исключение некоторых островов из анализа).

Проведение анализа, позволяющего корректно показать специфику островных флор, возможно с использованием следующих рекомендаций:

1. В анализ должны быть включены все изученные острова или либо все острова архипелага. Степень выявленности флоры должна быть сопоставимой.

2. При работе на архипелагах с большим числом островов допустимо выделение групп на основе флористических признаков. Группировку можно проводить табличной обработкой флористических описаний или кластеризацией. Ландшафтные и геоморфологические признаки для классификации флор неприемлемы.

3. Анализ типологического и систематического разнообразия необходимо проводить для островов всех размеров. Сравнение разновеликих по числу видов и площади островов возможно непараметрическими методами статистики.

4. Анализ флор целесообразно осуществлять путем сравнения островов или флористических групп островов, выделяя ряды по градиентам факторов среды. Выявление факторов возможно с использованием непараметрических методов многомерной статистики и табличной обработки флористических описаний.

5. Для понимания истории развития флор островов необходима комплексная реконструкция с привлечением палеоботанических и палеогеографических данных, а также информации о составе современных островных флор.

### **Анализ инвазионной фракции флоры юго-запада Среднерусской возвышенности (Белгородская область)**

The analysis of the invasive fraction of the flora of the southwest Central Russian Upland (Belgorod Region)  
Курской А.Ю.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород, Россия  
*kurskoy@bsu.edu.ru*

Несмотря на многочисленные работы, посвященные изучению флоры Белгородской области в целом, адвентивный компонент ее по-прежнему остается недостаточно изучен.

Целью исследования было изучение состава инвазионной фракции флоры на юго-западе Среднерусской возвышенности и его анализ. Исследование проводилось маршрутным способом в пределах административных границ Белгородской области, ООПТ федерального, регионального и местного значения. Материалом для исследования послужили гербарные образцы, собранные в ходе экспедиционных выездов.

По данным наших исследований (2011-2015гг.), адвентивная флора Белгородской области представлена 413 видами, 107 из которых относятся к инвазионным. Они входят в состав 86 родов и 37 семейств.

Спектр семейств инвазионных видов представлен следующим образом: 1-е место *Asteraceae* – 22 вида, 2-е – *Poaceae* – 16, 3-е – *Brassicaceae* – 7, 4-6-е – *Chenopodiaceae*, *Onagraceae*, *Solanaceae* – по 4, остальные семейства представлены незначительно.

По географическому происхождению инвазионные виды разнородны. Большая часть видов (35) имеет североамериканское происхождение, 16 – евразийское, 10 – европейское, 9 – восточноазиатское, 6 – европейско-кавказско-малоазиатское, по 5 – азиатское и восточноевропейско-азиатское.

Среди жизненных форм (по Раункиеру, 1934), преобладают однолетники – 43 вида и многолетние травы – 35, остальные – представлены незначительно, от 2 до 10 видов.

По способу заноса эргазофиты составляют 54 вида, ксенофиты – 53.

По способу натурализации – следующие закономерности. Среди однолетников выявлено эфемерофитов – 10, колонофитов и агриофитов – 12, эпекофитов – 9. Среди двулетников эфемерофитов – нет, колонофитов – 5, эпекофитов – 2, агриофитов – 3. Среди травянистых многолетников эфемерофитов – 1, колонофитов – 12, эпекофитов – 6, агриофитов – 16. Среди кустарников эфемерофитов, эпекофитов и агриофитов – 1, колонофитов – 4. Среди деревьев эфемерофитов – нет, колонофитов – 6, эпекофитов и агриофитов – 2.

Полученные нами результаты могут быть использованы для создания Черной Книги Белгородской области.

### **Флористические исследования в бассейне реки Кострома (Костромская область): история и современное состояние**

Floristic investigations in the Kostroma River Basin (Kostroma Region): history and current state of knowledge  
Леострин А.В.

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия  
*ALeostrin@binran.ru*

Территория бассейна р. Кострома, составляющая около 20% площади Костромской области, флористами исследована весьма фрагментарно. В целом это связано с продолжительным отсутствием систематических исследований и труднодоступностью отдельных участков этой территории.

Период с 1860-х по 1920-е гг. характеризуется относительно высоким интересом ботаников к флоре этой части региона. К тому времени был выявлен набор наиболее обычных и некоторых редких видов и получено общее представление о местной флоре (было известно не менее 545 видов). В период с середины до конца XX в. в целом интенсивность флористических исследований понизилась. В это время, однако, возрастает интерес к адвентивному компоненту флоры. К концу XX в. для бассейна р. Кострома было известно около 680 видов растений. В настоящее время снова появляются работы инвентаризационного характера, а объектом особого интереса стали редкие виды растений.

Наши полевые исследования (2011–2015 гг.) проводились маршрутным способом и стационарно, ими относительно равномерно охвачена вся территория бассейна р. Кострома в пределах Костромской области. Также были обобщены многочисленные сведения из ряда гербарных фондов (LE, MW, IBIW и др.). Это первая попытка флористического исследования бассейна Костромы как целостного физико-географического выдела.

По современным данным, флора рассматриваемой территории включает не менее 835 видов (из них 747 – аборигенные), что составляет приблизительно 85% от разнообразия видов сосудистых растений всей области. Около 20 аборигенных видов флоры бассейна р. Кострома пока не отмечены в остальной части региона; преимущественно это редкие широкоареальные виды, либо виды на границе ареала, произрастающие в редких для области типах сообществ.

На исследуемой территории отмечено 87 видов региональной Красной книги (2009), что составляет 60% всех охраняемых в области видов. Распространение и встречаемость многих из них были в значительной мере уточнены, что позволит в дальнейшем объективнее оценивать их охранный статус.

### Некоторые итоги изучения дендрофлор областей Центрального Черноземья Some results of the study of dendrofloras of the provinces of the Central Chernozem region

Парахина Е.А.

Федеральная антимонопольная служба, Москва, Россия

*eparachina@yandex.ru*

Центральное Черноземье (ЦЧ) располагается в зонах лесостепи и степи, где широколиственные леса сочетаются с остепненными лугами и степями. Поэтому состав дикорастущих древесных растений своеобразен. При этом на территории ЦЧ в течение длительного времени проводилась стихийная интродукция древесных растений. Об этом свидетельствуют многочисленные усадебные парки. В связи с этим в целом дендрофлора ЦЧ достаточно разнообразна.

Основной целью нашего исследования является инвентаризация и анализ видового состава дикорастущих и интродуцированных древесных растений ЦЧ.

На сегодня имеются несколько сводок по сосудистым растениям по областям ЦЧ. В большинстве работ виды дикорастущих древесных растений изучены хорошо, а интродуценты упоминаются только широко распространенные.

С 2010 года нами ведется работа по изучению видового состава древесно-кустарниковых растений ЦЧ. На сегодняшний момент выявлено 512 видов древесных растений, из них 78 хвойных (4 вида дикорастущих и 74 интродуцента) и 434 лиственных (112 видов дикорастущих и 322 интродуцента). При этом видовой состав дикорастущих древесных растений по областям ЦЧ практически не отличается, что связано с общностью природных условий. Широко распространены дикорастущие виды древесных растений: *Quercus robur* L., *Acer platanoides* L., *Ulmus glabra* Huds., *Sorbus aucuparia* L. и др. Редкими являются *Cerasus fruticosa* (Pall.) Woron., *Cotoneaster alauicus* Golits., *Daphne cneorum* L. и др. Наличие же разных видов, а особенно сортов и форм, интродуцентов в областях ЦЧ объясняется в большей степени экономическими и людскими ресурсами. Наиболее распространенными видами являются *Juniperus sabina* L., *Thuja occidentalis* L., *Spiraea salicifolia* L., *Aesculus hippocastanum* L. и др. Редко встречающимися интродуцентами являются *Buxus sempervirens* L., *Robinia viscosa* Vent., *Morus alba* L. и др.

### Исследование флоры Приокско-Террасного государственного природного биосферного заповедника

The research of the flora of National Nature Biosphere Reserve “Prioksko-Terrasny”

Попченко М.И.

Российский государственный аграрный университет им. К.А. Тимирязева, Москва  
Приокско-Террасный государственный природный биосферный заповедник, Данки, Россия

*popchenko\_m@inbox.ru*

Приокско-Террасный государственный природный биосферный заповедник располагается на территории с очень высокой естественной флористической насыщенностью по меркам Средней России.

Цели работы – выявление флористического разнообразия, временной и пространственной динамики отдельных видов и их комплексов, а также обоснование подходов к сохранению биологического разнообразия.

Для достижения целей решались следующие задачи: изучение и анализ материалов по природным условиям и истории хозяйственной деятельности; инвентаризация флоры на основе полевых исследований, а также данных литературы и гербарных материалов; выявление временной и пространственной динамики отдельных видов и их комплексов на основе сопоставления современных данных с данными конца XIX и середины XX века; проведение анализа современного пространственного распределения флоры; формирование списка редких и нуждающихся в охране видов сосудистых растений, разработка рекомендаций по их сохранению.

Факторами формирования разнообразия растений, помимо исторических, стали географическое положение на границе двух природных зон (гемибореальной и неморальной), сложная структура ландшафта долины Оки и функционировавшая длительное время до введения заповедного режима модель природопользования, определявшая неравномерную по интенсивности антрополическую нагрузку на мозаику мелкоконтурных угодий.

В начале XXI века в заповеднике стало отмечаться постепенное обеднение естественного фиторазнообразия. Основными причинами, приведшими к этому, стали: ускорившиеся процессы естественного восстановления растительного покрова и сильное изменение характера природопользования.

Для сохранения флористического разнообразия в условиях заповедного режима необходим дифференцированный подход к охране различных экосистем, и в ряде случаев необходимо целенаправленно и под строгим контролем вводить необходимые элементы природопользования или проводить мероприятия, компенсирующие негативное влияние отсутствия природопользования.

### Флора и растительность острова Матуа (Средние Курилы)

The flora and vegetation of Matua Island (Central Kuril Islands)

Терехина Н.В.<sup>1</sup>, Гришин С.Ю.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия;

<sup>2</sup> Биолого-почвенный институт ДВО РАН, Владивосток, Россия

*n.terehina@spbu.ru, grishin@ibss.dvo.ru*

На настоящий момент флора сосудистых растений о. Матуа (Средние Курилы) представлена 53 семействами, 149 родами и 229 видами (9,2% видов являются заносными). Преобладают представители семейств *Poaceae*, *Asteraceae*, *Rosaceae*, *Ericaceae*, *Cyperaceae*. Характерны виды, имеющие циркумполярный и азиатско-американский типы ареалов.

Наибольшее количество видов относится к высокогорному комплексу, в отличие от флоры Курильского архипелага в целом, где преобладают виды лесного комплекса, что говорит об удаленности средних Курил от материка и более суровых экологических условиях, не позволяющих сформироваться полноценным лесным сообществам. На острове также представлены лесной (особенно лугово-лиственно-лесная группа), лугово-болотный и приморский комплексы видов растений.

На песчаных и галечных пологих аккумулятивных берегах представлены разреженные сообщества с доминированием *Honckenya oblongifolia* и участием *Mertensia maritima*, сменяющиеся полосой *Senecio pseudoarnica* с *Leymus mollis*. На береговых валах разной высоты встречаются чистые заросли колосняка.

Береговые склоны покрыты стланиковыми и кустарничково-луговыми сообществами, местами с высокотравьем. Террасы высотой около 70 м покрыты вейниково-разнотравными лугами и шикшевниками. Местами как на террасах, так и на берегах встречаются сообщества, которые можно отнести к приморским кустарничковым тундрам, которые встречаются здесь в связи с особенностями микроклимата местообитаний.

Заросли ольховника *Duschekia fruticosa* располагаются от склонов прибрежных террас до 400-500 м над у.м.; куртины встречаются до высоты 700 м. Ольховник образует четко выраженный пояс растительности на острове.

Выше произрастают кустарничковые сообщества, луговинные тундры, а также горные разнотравные луга (последние по площади преобладают). Выше, на крутых осыпях, видовой состав и проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса быстро падает. На высоте 870 м произрастают лишь отдельные экземпляры *Pennellianthus frutescens* и *Carex flavocuspis*.

### Ареалы сибирских видов из секции *Geranium* рода *Geranium* (*Geraniaceae*)

Geographic ranges of Siberian species of section *Geranium* (*Geranium*, *Geraniaceae*)

Трошкина В.И.

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, Новосибирск, Россия

*victoria\_ivleva@rambler.ru*

К сибирским видам секции *Geranium* (рода *Geranium*) относятся: *G. sylvaticum* L., *G. krylovii* Tzvelev, *G. albiflorum* Ledeb., *G. uralense* Kuvaev, *G. pseudosibiricum* J. Mayer, *G. laetum* Ledeb., *G. asiaticum* Serg.

В связи с монографической обработкой рода *Geranium* в Алтайской горной стране (АГС) возникла необходимость уточнения ареалов сибирских видов секции *Geranium*. В ходе работы была использована классификация ареалов Р.В. Камелина (1998, 2002, 2005).

Базой для анализа ареалов послужили сборы автора, изученные гербарные коллекции LE, NSK, NS, TK, ALTB, UUN, HALL, B, PRC, PR, UBA, фотографический материал гербария SVER, материал из онлайн-гербариев и источники литературы (Крылов, 1908; 1935; Бобров, 1949; Грубов, 1982; Набиев, 1983; Новоселова, 1996, 1998; Пешкова, 1996; Цвелев, 1996; Aedo C. & al., 1998; Цыренова, 2007; Langran X. & al., 2008 и др.).

На основании изученных нами диагностических признаков (Ивлева, 2010, 2012; Овчинникова, Ивлева, 2011; Трошкина, 2015а, б) виды можно разделить на три группы родства.

1. *G. krylovii*: Северо-Европейско-Урало-Сибирско-Монгольско-Среднеазиатский ареал. Высокогорный вид.

*G. albiflorum* – эндемик АГС, растет в черневых лесах и на субальпийских лугах.

2. *G. sylvaticum*: Европейско-Кавказско-Западносибирско-Среднеазиатский дизъюнктивный ареал. Лесной вид.

*G. uralense*: узкий эндемичный ареал на территории Уральских гор. Лугово-лесной вид.

3. *G. pseudosibiricum*: Урало-Сибирско-Монгольско-Среднеазиатский дизъюнктивный ареал. В АГС произрастает в предгорных и горных лесах, на субальпийских лугах.

*G. laetum* – эндемик АГС, но ареал его несколько шире. Горно-лесной вид.

*G. asiaticum* (= *G. bifolium*): Южно-западносибирский эндемичный ареал. В АГС встречается в предгорьях: березовых колках, сосновых лесах, на лугах.

Анализ ареалов показал, что в каждой из 3 групп родства есть эндемичные (для АГС и Сибири) виды, связанные происхождением с видами, имеющими более широкий ареал.

### Особенности распространения *Paeonia tenuifolia* на территории бассейна Среднего Дона

The features of distribution of the *Paeonia tenuifolia* in the territory of the Middle Don River Basin

Чернышова Т.Н.

Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия

chernyshova\_tanya\_88@ail.ru

*Paeonia tenuifolia* L. – юго-восточно-европейский вид, который охраняется на федеральном и региональном уровнях и является одним из видов-маркеров не трансформированных и слабо трансформированных степных участков бассейна Среднего Дона, где ему сопутствует целый ряд редких и охраняемых в регионе степных видов.

Исследованиями охвачена территория Воронежской области, которая территориально совпадает с бассейном Среднего Дона. Характеристики изученных популяций пиона тонколистного вносятся в базу данных, производится картирование местонахождений в программе SAS.Planet.

Анализ и обобщение материалов наших исследований, данных литературных источников, Гербариев MW, LE, VOR, VU показал, что на территории области известно 44 местонахождения *P. tenuifolia*. Максимальное количество популяций отмечается в трех южных районах области: Россошанском, Подгоренском и Павловском. Самыми северными районами, в которых фиксировался вид, являются Бобровский, Таловский и Острогожский.

Согласно нашим исследованиям, наиболее крупные популяции пиона в настоящее время есть в Острогожском (10 га), Россошанском (5 га), Воробьевском (около 4 га), Каменском (4 га), Верхнемамонском (2 га), Павловском (около 2 га) районах.

Проведенные исследования показали, что популяции *P. tenuifolia* ежегодно, особенно во время цветения, изреживаются в результате выкапывания и сбора растений на букеты. Для сохранения вида на территории региона требуется усиление мер по охране и мониторинг степных участков, на которых произрастает пион тонколистный.

### Classification of Liliopsida species of drying bottom of the Aral Sea

Классификация видов Liliopsida высохшего дна Аральского моря

Sherimbetov S.G.

Institute of Bioorganic Chemistry, Academy of Sciences of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan

sanjarbeksherimbetov@gmail.com

Up to now, the species of high plants of drying bottom of the Aral Sea have not been studied in detail. Species of Liliopsida play an important role in the formation of the biodiversity of this territory.

The object of research were Liliopsida species of the Aral Sea; herbarium materials were collected in 2006-2015. Taxonomic identification was performed in the Institute of the Gene pool of Plants and Animals. Determination of species was employed using the following sources: "Flora of Uzbekistan", "A Manual of the plants of Middle Asia"; species were arranged following Takhtajan's system (2009). Also we employed data from Czerepanov (1995) and IPNI. As a result, 27 species of Class Liliopsida have been recorded:

Subclass *Liliidae*, Superorder *Liliana*, Order *Liliales*, Fam. *Liliaceae*: *Gagea afghanica* Terr., *Rhinopetalum karelinii* B. Fisch. ex D. Don., *Tulipa biflora* Pall., *T. buhseana* Boiss.; Order *Amaryllidales*, Fam. *Alliaceae*: *Allium sabulosum* Stev. ex Bunge; Order *Asparagales*, Fam. *Asparagaceae*: *Asparagus inderiensis* Blum ex Pacz.;

Subclass *Commelinidae*, Superorder *Juncanae*, Order *Cyperales*, Fam. *Cyperaceae*: *Bolboschoenus popovii* T.V. Egorova, *Carex pachystylis* J. Gay, *C. physodes* M. Bieb.; Superorder *Poanae*, Order *Poales*, Fam. *Poaceae*: *Stipagrostis karelinii* (Trin. et Rupr.) Tzvel., *S. pennata* (Trin.) De Winter, *Stipa szovitsiana* Trin. ex Hoher., *Calamagrostis dubia* Bunge, *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Aeluropus litoralis* (Gouan) Parl., *Poa bulbosa* L., *Anisantha tectorum* (L.) Nevski, *Agropyron fragile* (Roth.) P. Candargy, *Eremopyrum distans* (C. Koch) Nevski, *E. orientale* (L.) Jaub. et Spach, *E. triticeum* (Gaertn.) Nevski, *Elymus kirghizorum* Drob., *E. racemosus* Lam., *Catabrosella humilis* (Bieb.) Tzvel.;

Subclass *Alismatidae*, Superorder *Alismatanae*, Order *Najadales*, Fam. *Najadaceae*: *Najas marina* L.; Order *Zosterales*, Fam. *Zosteraceae*: *Zostera minor* (Cavolo) Nolte; Subclass *Aridae*, Superorder *Typhananae*, Order *Typhales*, Fam. *Typhaceae*: *Typha angustifolia* L.

## IX. ПАЛЕБОТАНИКА

**Палеоклимат Зайсанской впадины (Восточный Казахстан) на рубеже олигоцена и эоцена**  
 Palaeoclimate of Zaysan (Eastern Kazakhstan) on the border of Oligocene and Eocene

Аверьянова А.Л.

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия  
*averyanova.anna@gmail.com*

Зайсанская впадина, названная так по одноименному озеру, одному из крупнейших на территории бывшего СНГ, расположена в Восточном Казахстане, вблизи границы с Китаем. С юга она ограничивается горными хребтами Саур-Тарбагатай, а с севера – предгорьями Алтая. Впадина представляет собой уникальное сосредоточие разнообразных макро- и микрофоссилий; хорошая охарактеризованность разреза и последовательное залегание слоев, заключающих ископаемые остатки, позволили А.Б.Борисову (1968, 1986) провести датировку изученных нами флор, которая подтвердилась и палеомагнитными исследованиями (Яхимович и др., 1998).

Наше исследование затронуло четыре наиболее представительных локальных флоры Зайсанской впадины рубежа эоцена-олигоцена, а именно: флора р. Аккезень, “Болотный носорог” и “Василенко” (поздний эоцен), и “Кораблик” (ранний олигоцен). Были использованы как оригинальные данные, так и результаты систематических исследований И.А.Ильинской и М.А.Ахметьева. Климатические показатели, установленные методом CLAMP-анализа (Wolfe, 1970; Spicer, 1997), показали постепенный переход от типично субтропического климата, господствовавшего в Зайсанской впадине в начале позднего эоцена к теплоумеренному, характерному для олигоцена впадины. Климатические показатели согласуются с общим обликом растительности и ее систематическим составом. Так, если во флоре Аккезени значительное место занимают вечнозеленые таксоны (*Lindera*, *Dryophyllum*, *Dimocarpus*, “*Eucalyptus*”) в сопровождении листопадных, то на эоцен-олигоценной границе последние выходят на первый план (особенно представители *Salicaceae*). Что касается начала олигоцена, то здесь мы видим господство *Betulaceae* и умеренных *Fagaceae* при полном исчезновении каштанодубов и других термофилов.

Исследование поддержано грантом РФФИ №14-04-31824.

**Разнообразие голосеменных растений в балтийском янтаре. Поиски растения – продуцента**  
 Diversity of Gymnosperm plants from Baltic Amber. The search for the amber-bearing tree

Алексеев П.И.

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия  
*PAlekseev@binran.ru*

Балтийский янтарь является ископаемой смолой хвойных растений, произраставших в эоцене (45-35 млн лет назад) на территории центральной Европы от Скандинавии до Украины. В то время здесь произрастал термофильный и богатый видами смешанный лес. Некоторые представители таких третичных лесов Северного полушария сохранились в наши дни как реликты в субтропических лесах Юго-Восточной Азии и Америки. Исследования остатков растений, заключенных в янтарь, продолжаются с 19 века; по некоторым оценкам, из янтара описано несколько сотен видов растений. Среди остатков голосемянных преобладают побеги, иголки и пыльцевые шишки сосновых и кипарисовых. Всего по включениям в янтаре описано несколько десятков видов голосемянных из семейств *Podocarpaceae*, *Cupressaceae*, *Sciadopityaceae* и *Pinaceae*, однако в настоящее время необходимо провести ревизию материала, поскольку большинство определений на уровне рода выглядят недостоверными. Существующие месторождения янтара содержат огромные количества этого минерала, его промышленная добыча только в Калининградской области исчисляется сотнями тонн в год. Поэтому систематическое положение смолоносного растения вызывало интерес у ученых с самого начала. Анатомическое исследование фрагментов и отпечатков древесины из балтийского янтара еще в 19 веке однозначно показало принадлежность продуцента янтара к семейству сосновых (обычно указывался род *Pinus*), хотя смола их современных представителей неустойчива к разложению и не накапливается в почве. В середине 20 века эти выводы были вновь подтверждены исследованиями древесины из янтара. Но изучение янтара с помощью различных химических методов дало противоречивые результаты, в последние десятилетия появились альтернативные гипотезы о его происхождении из смолы *Agathis*, *Sciadopitys*, *Cedrus* или *Pseudolarix*.

**Taxonomic diversity of Cretaceous gymnosperms in the Russian Far East (by fossil wood anatomy)**

Таксономическое разнообразие меловых голосеменных российского Дальнего Востока (по данным палеоксилотомии)

Afonin M.A.

Institute of Biology and Soil Science, Far Eastern Branch of RAS, Vladivostok, Russia  
*afmaxim@inbox.ru*

Fossil gymnosperm woods, especially coniferous woods are abundant in the Cretaceous deposits of Russian Far East. We collected and studied numerous fossil wood samples from some Cretaceous localities of Primorye, Amur,

Sakhalin, Kamchatka and Chukotka regions. The following gymnosperm fossil wood taxa were described from these regions of the Russian Far East: *Palaeopiceoxylon*, *Protocedroxylon*, *Taxodioxylon*, *Thylloxylo*n and *Xenoxylon* from the Aptian Lipovtsy Formation of Southern Primorye; *Sequoioxylon*, *Palaeopiceoxylon*, *Protocedroxylon* and *Xenoxylon* from the Albian Galenki Formation of Southern Primorye; *Cedroxylon*, *Ginkgoxylon*, *Piceoxylon*, *Pinuxylon*, *Sequoioxylon*, *Taxodioxylon* and *Xenoxylon* from the Early-Middle Maastrichtian Lower Tsagayan Subformation of Amur area; *Protocedroxylon* and *Xenoxylon* from the Aptian-Albian Lower Sitogo Subformation of Amur area; *Sequoioxylon* and *Taxodioxylon* from the Turonian-Coniacian Bykov Formation of Southern Sakhalin; *Keteleerioxylon*, *Protocedroxylon*, *Protocupressinoxylon*, *Taxaceoxylon* and *Xenoxylon* from the Albian Kedrovka Formation of Kamchatka; *Piceoxylon*, *Keteleerioxylon* and *Taxodioxylon* from the Coniacian Penzhina Formation of Kamchatka and eventually *Sequoioxylon* from the Maastrichtian Rarytkin Formation of Chukotka.

Ginkgo-like wood *Ginkgoxylon* and conifer-like wood *Thylloxylo*n were described from Russia for the first time.

The research was supported by the Grants Council (under the President of Russian Federation) for state aid of Russian young scientists (project no. МК-2993.2015.4).

### Распространение рода *Pterophyllum* (*Bennettitales*) в меловых отложениях Северо-Востока Азии

Distribution of genus *Pterophyllum* (*Bennettitales*) at the Cretaceous deposits of North East Asia

Гниловская А.А.

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

*agnilovskaya@binran.ru*

Род *Pterophyllum* Brongniart (*Bennettitales*) известен с позднего триаса (Pott et al., 2007). Наибольшее видовое разнообразие приходится на юру и ранний мел (Taylor et al., 2009). В это время род был широко распространен во флорах Земного шара. Самая поздняя находка до сих пор датировалась сантоном (поздний мел) (Лебедев, 1987).

Недавно новые находки этого рода были обнаружены в каканаутской свите Корякского нагорья. Эти отложения представлены вулканогенно-осадочными породами, которые по морской фауне датируются началом позднего маастрихта (Щепетов и др., 2008). Эти остатки свидетельствуют о том, что род *Pterophyllum* дожил до конца мелового периода, и прудлевают длительность его стратиграфического распространения почти на 20 млн. лет.

В связи с этим нами были проанализированы последние этапы эволюции рода *Pterophyllum* на Северо-Востоке Азии, которая давно известна как регион, в котором большое количество раннемеловых реликтов продолжали существовать в позднем мелу (Вахрамеев, 1966).

Из раннего мела Северо-Востока Азии известно 11 видов рода *Pterophyllum*. Они встречаются в бассейнах рек Лены и Амура (Вахрамеев, Долуденко, 1961; Киричкова, 1985), а также в Приморье (Красилов, 1967).

В позднем мелу данного региона находки представителей рода *Pterophyllum* известны из четырех местонахождений. В турон-коньякских отложениях арманской свиты, Северное Приохотье, встречается *Pterophyllum* sp. (Герман, 2011). Из турон-коньякских отложений ветвинской толщи, бассейн реки Пенжина, известен *Pterophyllum validum* Hollick (Щепетов, Герман, 2013). Из сантонских отложений делокачанской толщи, Западное Приохотье, описан *Pterophyllum* sp. (Лебедев, 1987). И из маастрихтских отложений каканаутской свиты, Корякское нагорье, происходит выделенный нами новый вид.

Разнообразие представителей рода *Pterophyllum* в позднем мелу по сравнению с ранним уменьшается в два раза. Ареал данного рода также сокращается и смещается на северо-восток. Большая часть позднемеловых представителей данного рода происходит с территории Охотско-Чукотского вулканогенного пояса, в котором кроме *Pterophyllum* встречается большое число других реликтов (Филиппова, Абрамов, 1993; Герман, 2011). Находка нового вида рода *Pterophyllum* из каканаутской свиты сделана в отложениях, образовавшихся на территории приморской низменности, однако в маастрихте данный район также испытывал на себе действие вулканизма.

### Позднемеловая флора из окрестностей города Анадырь (Чукотский АО)

The Late Cretaceous flora from vicinity of Anadyr City (Chukotka Autonomous Region)

Грабовский А.А.

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

*paleochukotka@gmail.com*

Растительные остатки, относимые нами к анадырскому флористическому комплексу, происходят из вулканогенно-осадочной толщи, которая обнажается в окрестностях города Анадыря. Основные местонахождения находятся на северном побережье Анадырского лимана: в районе пос. Угольные Копи и в верховьях р. Волчьей, а также на его южном побережье: в бассейне р. Угольной-Дионисии и бассейне руч. Кустарниковый. Вулканогенно-осадочная толща состоит из конгломератов, туфопесчанников и туфоалевролитов и перекрывается базальтами танюерской свиты.

По предварительным данным, систематический состав анадырского флористического комплекса насчитывает около 35 видов высших растений. В него входят печеночники, хвощи, папоротники, плауновидные,

цикадовые, гинкговые, чекановские, хвойные и покрытосеменные растения. Первые три группы представлены единичным фрагментарным материалом. К плауновидным относится водное растение *Lokyma onkilonica* (Krysht.) Samyl. Цикадовые представлены двумя родами: *Nilssonia* и *Encephalartopsis*, а гинкговые формальным видом *Ginkgo ex gr. sibirica* Heer с рассеченными листовыми пластинками. Чекановские представлены родом *Phoenicopsis*. Хвойные относятся к семействам таксодиевых (*Glyptostrobus*, *Metasequoia*, *Sequoia*) кипарисовых (*Mesocyparis*, *Thuja*), сосновых (*Pseudolarix*). Кроме этого имеются роды неустановленного систематического положения (*Cryptomerites*, *Elatocladus*). Цветковые представлены родами *Platanus*, *Platimelis*, *Corylus*, *Celastrinites* и *Quereuxia*. В местонахождениях наиболее часто встречаются остатки *Phoenicopsis*, *Metasequoia*, *Glyptostrobus*, *Mesocyparis*, *Corylus* и *Pseudolarix*.

По составу хвойных и цветковых анадырский флористический комплекс имеет наибольшее сходство с рарыттинской флорой из верхней части рарыттинской свиты, которая датируется поздним маастрихтом-данием (Головнёва, 1994). Однако анадырский флористический комплекс отличается от рарыттинской флоры присутствием большого количества реликтов, таких как *Lokyma*, *Nilssonia*, *Encephalartopsis*, *Phoenicopsis* и *Ginkgo ex gr. sibirica*. До сих пор ни одно из этих растений не было установлено во флорах позднего маастрихта или палеоцена.

Такое количество реликтов характерно для позднемиоценовых флор Охотско-Чукотского вулканогенного пояса, который, однако, закончил свое развитие в сантоне-кампане. Возможно, что своеобразный состав анадырского флористического комплекса, в котором сочетаются молодые палеоценовые таксоны с раннемиоценовыми реликтами, также связан с влиянием активного вулканизма.

### История растительности островов Белого моря (Порья губа)

Vegetation history of White Sea islands (Porya Bay)

Ершова Е.Г., Кожин М.Н., Смышляева О.И.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва

*smyshliaeva.olesya@yandex.ru*

Формирование растительности на островах Белого моря является примером масштабных первичных сукцессий. Территория Белого моря, расположенная на Балтийском щите, последние 10-12 тыс. лет испытывает изостатическое воздымание, скорость которого, по данным исследований озёрных отложений, составляет около 1 мм/г. Смены растительных сообществ на беломорских островах изучали с использованием флористических методов. На всей материковой части Кольского полуострова неоднократно проводились палинологические исследования с целью реконструкций истории растительности и климата. Для островов же данный метод использован впервые. Мы отобрали 30 современных поверхностных образцов почв на островах и побережье Порьей губы Белого моря, и 23 колонки торфа для палинологического и радиоуглеродного анализа. Было получено 13 радиоуглеродных дат, свидетельствующих о том, что начало торфонакопления на самых крупных островах началось около 4000 л.н. Анализ поверхностных образцов показал, что ряд растительных сообществ островов достоверно различается по современным пыльцевым спектрам. При этом основными факторами, определяющими своеобразие пыльцевых спектров являются открытость ветрам и режим увлажнения. Сравнение ископаемых спектров с современными (субрецентными) позволило реконструировать историю локальной растительности одного из самых крупных островов (о. Медвежий) за последние 4000-5000 лет. Реконструированы два возможных сукцессионных ряда: «морского» и «бережного» типа. Первый описан на примере истории растительности открытого болота на высокой скальной террасе. Второй – на примере болота в центре острова, закрытого от воздействия сильных ветров. Пыльцевой анализ выявил также два периода локальной антропогенной активности. Один связан с деятельностью первого русского серебряного рудника 17 века. Второй, более древний, возможно, связан с деятельностью ранних славян или викингов.

### Aptian flora of Razdolnaya River Basin (Southern Primorye, Russian Far East)

Аптская флора Раздольненского бассейна (Южное Приморье, российский Дальний Восток)

Kovaleva T.A., Afonin M.A.

Institute of Biology & Soil Science, Far Eastern Branch of RAS, Vladivostok, Russia

Jilin University, Changchun, China

*tanyakovaleva86@mail.ru, afmaxim@inbox.ru*

The Aptian coal-bearing sediments are widespread on the south of Primorye region. They contain abundant plant remains. New palynological samples and plant macrofossils (such as woods, leaves, cones and seeds) were collected and investigated from the Aptian Lipovtsy Formation of Porechye coalmine of Ilichevka coalfield, Razdolnaya River Basin.

The palynological spectra from coals of this locality are characterized by dominance of *Gleicheniaceae* and *Cyatheaceae*, *Dicksoniaceae* and *Ginkgocycadophytus* accompany them; while *Polypodiaceae* and *Cyatheaceae* prevail from clastic layers. Diversity of gymnosperms is considerably, but participation is low. The main feature of these spectra is appearance of angiosperm pollen *Tricolpites* sp., *T. variabilis* Burg., *T. vulgaris* (Pierce) Sriv., *T. micromunus* (Groot. et Penny) Singh, *Retitricolpites georgiensis* Bren. and *Quercites sparsus* (Mart.) Samoil. Here also dispersed cuticles of

indeterminable platanoids were found, which could be one of producers of tricolpate pollen. It is one of the most ancient morphotype of pollen of flowering plants.

Apparently, the ancient angiosperms of Razdolnaya Basin appeared on the substrate formed by volcanic ash, which several times covered swampy river valley. In these stressful conditions the ruderal plants (such as angiosperms and *Gleicheniaceae*) have environmental benefits. The pollen of angiosperms for the first time found in the Aptian deposits allows us to assume the earlier their appearance than before considered (the early Albian).

It should be noted that rare fossil wood remains of *Taxodioxylon* (*Cupressaceae* s.l.) were also described from the Lipovtsy Formation of Porechye coalmine. It yields the first report of *Taxodioxylon* fossil wood from the Lower Cretaceous of Russia.

The research was supported by Grants Council (under the President of the Russian Federation) for state aid of Russian young scientists (project no. МК-2993.2015.4).

**Методические аспекты количественной реконструкции климата и растительности территории Западной Сибири в позднекайнозойское время по карпологическим данным**  
Qualitative reconstruction of the climate and vegetation of territory of Western Siberia during late Cenozoic time based on fruit and seed floras, methodic aspects

Попова С.С.

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия  
*svetlana.popova@binran.ru*

Территория Западной Сибири и Дальнего Востока довольно хорошо изучена палеоботанически, что позволило нам применить количественные методы для реконструкции климата и растительности. Всего 90 кайнозойских карпофлор с территории Западной Сибири и Дальнего Востока, возраст которых в диапазоне от раннего олигоцена по поздний плиоцен, анализировались при помощи метода Coexistence approach (метод сосуществования). Результаты, представленные на серии палеоклиматических карт, указывают на то, что наиболее теплые и влажные условия господствовали на территории Западной Сибири в олигоцене (со среднегодовой температурой около 14 °С, и среднегодовым количеством осадков 1000 мм). К раннему миоцену наблюдается небольшое похолодание и тенденция к засушливому климату. Затем к среднему миоцену наблюдается снова небольшое повышение температуры связанное, вероятно с глобальным климатическим оптимумом. На территории Западной Сибири и Дальнего Востока похолодание начинается в конце миоцена и к позднему плиоцену значение среднегодовой температуры уже около 6 °С. Что касается количества осадконакопления, отмечается устойчивое снижение показателей среднегодового количества начиная с раннего миоцена и продолжается до позднего плиоцена.

Для реконструкции растительности все таксоны были классифицированы в соответствии с системой функциональных типов растений (plant functional type). Классификация включает в себя 26 классов: 3 травянистых, 8 кустарничковых и 15 древесных. В основе выделения классов лежат структурно-морфологические признаки, определяющие жизненные формы растения (деревья, кустарники, травы), физиономические признаки листа (широколиственные, хвойные), сезонность (вечнозеленые, листопадные), функциональные признаки (путь метаболизма/фотосинтеза), а также биоклиматическая толерантность; по классификации Вульфа о растительных зонах северного полушария где он выделяет: растительность бореального/умеренно холодного климата (среднегодовая  $t$  меньше 3°C,  $t$  самого теплого месяца  $>10^{\circ}\text{C}$ ), растительность умеренно прохладного климата (MAT 3–13°C); и теплоумеренная растительность (MAT $>13^{\circ}\text{C}$  и CMT $>1^{\circ}\text{C}$ ).

В результате для территории Западной Сибири наиболее значительные изменения кайнозойской растительности были связаны с деградацией древесных сообществ вместе с развитием травянистых. Этот процесс начинается в палеогене с началом похолодания и усиливается со среднего миоцена. В позднем неогене, растет количество ксерофитных сообществ на юге Западной Сибири, что указывает на засушливость континентальных областей, в то время как редукция термофильного компонента растительности на севере Западной Сибири указывает на похолодание в высоких широтах. Согласно нашим данным Дальний Восток был покрыт лесами вплоть до плиоцена, включая Арктику. Гумидный и теплолюбивый характер растительности на западе Дальнего Востока в позднем миоцене и плиоцене противоречит тенденции глобального похолодания и вероятно отражает процессы усиления восточноазиатской системы муссонов.

Исследование поддержано грантом РФФИ №14-04-32192.

**Род *Trochodendroides* в чинганджинской флоре Северо-Востока России**  
The genus *Trochodendroides* in the Chingandzha flora of northeastern Russia

Юдова Д.А.

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия  
*gloomy\_lars@mail.ru*

Чинганджинская флора происходит из вулканогенно-осадочных отложений чинганджинской свиты, обнажающейся в бассейнах рек Кананыга, Вилига и Туманы Омсунчакского района Магаданской области. Она

залегает в основании образований Охотско-Чукотского вулканогенного пояса и состоит из вулканомиктовых и полимиктовых песчаников, гравелитов и алевролитов (Щепетов, 1995). Свита датируется туроном-коньяком (Головнёва и др., 2011).

В составе чинганджинской флоры В. А. Самылиной (1989) первоначально было определено около 60 видов ископаемых растений. Этот список был значительно сокращен в результате частичной ревизии, проведенной Головневой Л. Б., Щепетовым С. В. и Алексеевым П. И., и сейчас содержит около 30 видов, среди которых печеночники, плауны, хвощи, папоротники, кейтониевые, гинкговые, хвойные и покрытосеменные. Последним принадлежит чуть менее половины видового состава, что отличает чинганджинскую флору от других флор ОЧВП, в которых доминируют реликтовые элементы (Головнёва и др., 2011). Эта особенность сближает данную флору с флорами приморских низменностей и позволяет сравнивать их видовой состав. Однако сравнению с флорами других регионов и уточнению возраста данной флоры мешает недостаточная изученность ее систематического состава.

Целью нашей работы было определение видового состава рода *Trochodendroides*. Представители рода были широко распространены в бореальных флорах позднего мела и характеризовались высоким систематическим разнообразием. Для видов рода *Trochodendroides* из меловых отложений Сибири характерно преобладание удлиненной формы листовой пластинки, тогда как третичные виды чаще имеют округлую или яйцевидную форму листа. К тому же среди меловых представителей рода можно наблюдать все переходы форм пластинки от широких округлых, яйцевидных и обратояйцевидных до ланцетных, ланцетно-яйцевидных и эллиптических. Необходимо добавить, что подобные переходы происходят как внутри видов, так и на межвидовом уровне (Головнёва, Носова, 2012).

В результате изучения остатков листьев *Trochodendroides* из поздне меловых отложений чинганджинской свиты установлено три вида этого рода. Два из них (*T. tumanensis* Yudova и *T. deminii* Yudova et Golovn.) описаны как новые виды, сохранность остатков, относящихся к третьему виду, не позволяет полноценно описать его как новый вид. В составе тыльпэгыргынской флоры данные виды были описаны под другими названиями – *Trochodendroides arctica* (Heer) Berry и *Zizyphus smilacifolia* Budants. Наличие общих видов в чинганджинской и тыльпэгыргынской флорах говорит об их близости и свидетельствует в пользу коньякского возраста чинганджинской флоры.

## Х. БОТАНИЧЕСКОЕ РЕСУРСОВЕДЕНИЕ

### Особенности биологии прорастания семян *Origanum vulgare* (Lamiaceae) из природных популяций Ленинградской области

Peculiarities of seed germination of *Origanum vulgare* (Lamiaceae) in natural population of Leningrad Region  
Андреев Г.В.

Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия  
exsandman@yandex.ru

С целью выявления специфики влияния внешних условий на прорастание семян душицы обыкновенной (*Origanum vulgare* L.), были проведены опыты по их проращиванию при различных условиях.

Материалом для исследований являлись семена *O. vulgare*, собранные из природных популяций на Северо-Западе Ленинградской области в 2013 году. Проращивание семян проводилось в чашках Петри на увлажненных водой фильтрах по 20 семян в 3-х кратной повторности при  $t$   $0+3^{\circ}\text{C}$  и  $t$   $+23^{\circ}\text{C}$  на свету и в темноте. Часть семян стратифицировали в темноте при  $t$   $0+3^{\circ}\text{C}$  с последующим переносом (через 15 и 30 дней) на свет при  $t$   $+23^{\circ}\text{C}$ . Опыт продолжался 100 дней, подсчет проросших семян проводился ежедневно. Всхожесть оценивали по отношению количества проросших семян к количеству заложенных на проращивание, выраженному в процентах.

Начало прорастания отмечено на 2–18 сутки опыта. Максимальное количество семян проросло на 4-е сутки эксперимента и составило  $92,5\pm 2,6\%$ .

Результаты наших исследований показали, что оптимальным режимом для проращивания семян душицы обыкновенной является  $t$   $+23^{\circ}\text{C}$  на свету ( $92,5\pm 2,6\%$ ).

При проращивании семян при  $t$   $+23^{\circ}\text{C}$ , в темноте, процент проросших семян не превышал  $67\pm 1,8\%$ . В условиях темноты и низких температур ( $t$   $0+3^{\circ}\text{C}$ ), лабораторная всхожесть *O. vulgare* составила в среднем  $72,5\pm 2,4\%$ .

В варианте опыта со стратификацией семян при  $t$   $0+3^{\circ}\text{C}$  с последующим переносом (через 15 дней) на свет с  $t$   $+23^{\circ}\text{C}$ , количество проросших семян составило  $80\pm 1,4\%$ . Увеличение времени стратификации (30 дней) повысило количество проросших семян до  $85\pm 1,6\%$ .

Наши исследования совпадают с данными других авторов, которые также отмечают существенное влияние света и положительных температур на всхожесть семян *O. vulgare*.

Работа выполнена при поддержке программы РАН «Биологические ресурсы России», проект «Комплексный мониторинг состояния ресурсных видов лекарственных растений».

### Метод флуоресцентной микроскопии в анализе эфиромасличного лекарственного растительного сырья

Fluorescence microscopy for analysis of the plant raw material containing the essential oils

Бабушкина Е.В.<sup>1</sup>, Костина О.В.<sup>2</sup>, Мистрова А.А.<sup>1</sup>, Разарёнова К.Н.<sup>1</sup>, Смирнов П.Д.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Санкт-Петербургская государственная химико-фармацевтическая академия, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

ksenia.rasarenova@pharminnotech.com

Растительное сырье широко применяется в пищевой и парфюмерной промышленности, а также в фармацевтической практике для получения медицинских препаратов. Для определения подлинности сырья в цельном, измельченном и порошкованном виде большое значение имеет микроскопический анализ. Одним из методов анализа является флуоресцентная (люминесцентная) микроскопия (ФМ).

Согласно Государственной Фармакопее XI издания, ФМ рекомендована для оценки подлинности объектов, содержащих фенольные соединения – производные антрацена (кора крушины, корни ревеня, корневища и корни марены), и не используется для диагностики лекарственного растительного сырья (ЛРС), накапливающего эфирные масла. В связи с этим, разработка современных методов анализа ЛРС, содержащего эфирные масла, является актуальной.

В качестве объектов исследования выбраны представители семейств *Lamiaceae* (5 видов) и *Asteraceae* (11 видов). Световая микроскопия (СМ) поверхности цветков проводилась для всех видов сложноцветных; поверхность листьев изучалась у мяты перечной, шалфея лекарственного, Melissa лекарственной; поперечные срезы листьев, полученных на замораживающем микротоме, были исследованы у тимьяна ползучего и душицы обыкновенной. С целью обнаружения различных групп химических соединений (фенольных, терпеноидных, сесквитерпеновых лактонов), содержащихся в эфиромасличных секреторных структурах (СС), проводились специфические гистохимические реакции. Наблюдения осуществляли на флуоресцентном микроскопе AxioImager A1 (CarlZeiss, Germany), оснащенном набором флуоресцентных фильтров (BP 450–490 нм, DM 510 нм, LP 515 нм). Микроскоп был оборудован видеокамерой AxioCamRMC5 (CarlZeiss, Germany).

На поверхности вегетативных и репродуктивных органов у всех изученных видов формируются морфологически различные железистые трихомы. Каждый вид растений имеет специфический набор железок. Для

основных морфологических типов СС установлено, что секрет аккумулируется над наружными клетками трихом в субкутикулярной полости.

На свежем материале эфиромасличных СС выявляется первичная флуоресценция, отличающаяся по интенсивности свечения от окружающих тканей. Она демонстрирует присутствие фенольных соединений в секрете. Кроме того, в секрете обнаружены терпеноиды и сесквитерпеновые лактоны на основании специфических гистохимических реакций.

Работа выполнена при финансовой поддержке компании ООО «ОПТЭК».

### Особенности биологии прорастания семян *Agastache rugosa* (Lamiaceae)

Peculiarities of seeds germination of *Agastache rugosa* (Lamiaceae)

Ланцов В.А.

Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия  
game2153@rambler.ru

Для выявления влияния внешних условий на процесс прорастания семян эфиромасличного растения многоколосника морщинистого (*Agastache rugosa* (Fisch. et Mey.) Kuntze (Lamiaceae)), проведены опыты по их проращиванию при различных условиях.

Материалом для исследований являлись семена *A. rugosa*, собранные с интродуцированных Ленинградской области растений в 2010 году. Проращивание семян проводилось в чашках Петри на увлажненных водой фильтрах по 20 семян в 3-х кратной повторности при  $0+3^{\circ}\text{C}$  и  $t+23^{\circ}\text{C}$  на свету и в темноте. Часть семян стратифицировали в темноте при  $t+3^{\circ}\text{C}$  с последующим переносом (через 15 и 30 дней) на свет при  $t+23^{\circ}\text{C}$ . Опыт продолжался 60 дней, подсчет проросших семян проводился ежедневно. Всхожесть оценивали по отношению количества проросших семян к количеству заложенных на проращивание, выраженному в процентах.

Начало прорастания отмечено на 2-12 сутки и к 12 суткам составило  $97,5\pm 2,7\%$ .

При проращивании семян при  $t+23^{\circ}\text{C}$ , в темноте, количество проросших семян не превысило  $95\pm 2,4\%$ . В условиях темноты и низких температур ( $t+3^{\circ}\text{C}$ ), лабораторная всхожесть *A. rugosa* составила в среднем  $95\pm 2,7\%$ .

Опыт со стратификацией семян при  $t+3^{\circ}\text{C}$  с последующим переносом (через 15 и 30 дней) на свет с  $t+23^{\circ}\text{C}$ , не удалось осуществить, так как семена проросли до переноса, из чего следует вывод, что семена *A. rugosa* не нуждаются в стратификации.

Результаты наших исследований показали, что оптимальным режимом для проращивания семян многоколосника морщинистого является  $t+23^{\circ}\text{C}$  на свету ( $97,5\pm 2,7\%$ ).

Работа выполнена при поддержке программы РАН «Биологические ресурсы России», проект «Комплексный мониторинг состояния ресурсных видов лекарственных растений».

### Содержание некоторых фенольных кислот в трех видах рода *Clinopodium* (Lamiaceae) Северного Кавказа

Content of some phenolic acids in three species of genus *Clinopodium* (Lamiaceae) from the North Caucasus

Петрова Н.В., Мельников Д.Г.

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия  
NPetrova@binran.ru

В состав рода *Clinopodium* L. (пахучка) входят трудно различимые виды, имеющие сходный габитус, но хорошо различающиеся морфологией трихом. Также эти виды могут различаться составом вторичных метаболитов, в частности некоторых фенольных кислот. Нами были собраны образцы для исследования трех видов: *C. vulgare* L., *C. caucasicum* Melnikov и *C. umbrosum* (M. Bieb.) K. Koch в местах их естественного произрастания в окр. г. Пятигорск (Ставропольский край) в 2013 году. Все экземпляры собраны в фазе цветения. Следует отметить, что *C. vulgare* и *C. caucasicum* относятся к типовой секции, но к разным подсекциям, а *C. umbrosum* относится к подсекции *Umbrosa*.

Методом хромато-масс-спектрометрии (в виде триметилсилильных производных) определено содержание кофейной, розмариновой и хлорогеновой кислот. Установлено, что кофейная кислота обнаруживается у всех исследованных нами представителей рода *Clinopodium*, однако у *C. vulgare* и *C. umbrosum* она обнаруживается в следовых количествах (менее 10 ppm), а у *C. caucasicum* содержание кофейной кислоты составило 55000 ppm. Розмариновая кислота была обнаружена нами только у *C. caucasicum* (800ppm), а хлорогеновая – только у *C. umbrosum* (4600 ppm). Следует отметить, что полученные нами данные могут оказаться неполными, т.к. по некоторым литературным данным розмариновая кислота, например, может накапливаться в существенных количествах к фазе плодоношения, а содержание хлорогеновой кислоты может колебаться в зависимости от степени освещенности листьев растения.

Работа выполнена при поддержке программы РАН «Биологические ресурсы России», проект «Комплексный мониторинг состояния ресурсных видов лекарственных растений».

## XI. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ОХРАНА РАСТЕНИЙ

### Мониторинг тяжелых металлов в лесных экосистемах северной тайги

Monitoring of heavy metals in the forest ecosystems of the Northern taiga

Лянгузова И.В.

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

*Ilyanguzova@binran.ru*

Лаборатория экологии растительных сообществ БИН РАН уже более 30 лет проводит мониторинг состояния лесных экосистем в зоне деятельности комбината «Североникель» (г. Мончегорск, Мурманская обл.).

Целью работы является выявление динамического тренда содержания тяжелых металлов (Ni, Cu, Co) в компонентах лесных экосистем на фоне разного режима аэротехногенной нагрузки.

Объекты исследования – органогенный горизонт Al-Fe-гумусового подзола, ассимиляционные органы *Pinus sylvestris* L., *Vaccinium myrtillus* L., *V. vitis-idaea* L., *V. uliginosum* L., *Empetrum hermaphroditum* Hagerup, *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng., а также живые части мхов [*Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt.] и лишайников р. *Cladina*.

Установлено, что динамические тренды содержания тяжелых металлов в почве и растительных организмах имеют противоположную направленность. За период исследования (1981–2014 гг.) на фоне 5–8-кратного сокращения объемов атмосферных выбросов комбинатом продолжается увеличение уровня загрязнения почв тяжелыми металлами как в пределах импактной, так и буферной зон, границы которых смещаются в сторону фоновых районов. За этот же период времени отмечается 2–16-кратное снижение содержания Ni, Cu, Co в растительных организмах вследствие уменьшения поступления загрязнителей из воздуха.

Соотношение концентраций Ni:Cu в органогенном горизонте подзолов и ассимиляционных органах растений существенно различается. В фоновом районе это соотношение как в подстилке, так и в листьях (хвое) исследованных видов растений близко к 1. В условиях аэротехногенного загрязнения регистрируется 1,5–2-кратное превышение содержания Cu над Ni в подстилке. Для ассимиляционных органов растений уровень накопления Ni в среднем в 2–3,5 раза больше по сравнению с таковым Cu.

### Сравнительная оценка экологического состояния притоков Ладожского озера

Comparative assessment of the ecological status of the tributaries of Ladoga lake

Алешина Д.Г., Гусева М.А., Афанасьева А.Л., Иванова Е.В.

Институт озерадения РАН, Санкт-Петербург, Россия

*abdulnasyrova@mail.ru, velapandere@gmail.com, afal359@mail.ru, spb.spt@mail.ru*

Притокам Ладожского озера принадлежит основная роль в формировании гидрохимического состава и гидробиоценозов крупнейшего водоема Европы. Цель исследования – оценить экологическое состояние притоков Ладоги по гидрохимическим показателям и показателям сообществ фито- и зоопланктона. Исследование проводилось в нижнем течении рек в сентябре 2013 г., мае и июле 2014 г.

Гидрохимический индекс загрязнения воды (ИЗВ) рассчитывался по шести показателям, имеющим наибольшие значения приведенных концентраций. Для расчета индекса использовались ПДК веществ согласно ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования». Также классификация качества воды водотоков осуществлялась на основании рассчитанного по фитопланктону и зоопланктону индекса сапробности по Пантле и Букк (в модификации Сладечека) (ГОСТ 17.1.3.07).

Как показали расчеты индексов ИЗВ, наиболее высокий класс качества вод из всех притоков Ладожского озера (преимущественно II – «чистые») имели реки, характеризующиеся большой озерностью водосборов – рр. Вуокса, Бурная, Свирь и Янис. Воды рек восточного и юго-восточного побережья, от р. Тулема до р. Волхов, в основном были отнесены к III классу качества («умеренно загрязненные»). Наиболее низкий класс качества (в основном «загрязненные») имели воды малых южных рек – Лава, Назия, Морье и Авлога.

Биомасса фитопланктона варьировала от 0,12 до 8,56 мг/м<sup>3</sup>, к I классу качества были отнесены притоки южного и юго-восточного побережья, р. Тулема и р. Янис. Ко II классу – главные притоки (Бурная, Вуокса, Свирь, Волхов). Статус «умеренно загрязненные воды» получила р. Олонка (III класс качества воды).

В целом для рек были характерны невысокие значения численности (до 9,6 тыс. экз./м<sup>3</sup>) и биомассы (до 194,5 мг/м<sup>3</sup>) зоопланктона. Средние значения индекса сапробности притоков Ладожского озера колебались в незначительных пределах – от 0,57 до 1,92 и характеризовали воды в диапазоне от «очень чистые» до «умеренно загрязненные».

### Орхидные (*Orchidaceae*) Зейского заповедника (Амурская область)

Orchids (*Orchidaceae*) of the Zeya Reserve (Amur Region)

Веклич Т.Н.

Амурский филиал Ботанического сада-института ДВО РАН, Благовещенск, Россия

*tbliznjuk@mail.ru*

На территории Зейского государственного природного заповедника (ЗГПЗ), расположенного в восточной части хребта Тукуринга, произрастает 16 видов семейства *Orchidaceae* из 11 родов (Веклич, Дарман, 2013). 6 видов занесено в Красную книгу России (2008): *Calypso bulbosa* (L.) Oakes, *Cypripedium calceolus* L., *C. macranthon*

Sw., *C. ventricosum* Sw., *Epipogium aphyllum* Sw., *Neottianthe cucullata* (L.) Schltr.; в Красную книгу Амурской области (2009) помимо вышеперечисленных видов включено еще 3 вида: *Corallorrhiza trifida* Chatel., *Cypripedium guttatum* Sw., *Malaxis monophyllos* (L.) Sw.

Хорологический анализ видов семейства *Orchidaceae* по основным типам ареалов (Старченко, 2008) выявил преобладание широкоареальных видов: евразийские - 7 в. (44%), циркумполярные - 4 в. (25%) и восточноазиатские - 3 в. (19%). Большинство *Orchidaceae* (75%) произрастает в различных лесах: *Calypso bulbosa*, *Cypripedium calceolus*, *Malaxis monophyllos*, *Tulotis fuscescens* (L.) Czer. и др.; остальные виды занимают лугово-пойменные ценозы: *Spiranthes amoena* (Bieb.) Spreng., *S. sinensis* (Pers.) Ames, *Platanthera hologlottis* Maxim., *P. tipuloides* (L.f.) Lindl. Распространены виды семейства *Orchidaceae* на территории ЗГПЗ крайне неравномерно: например, все виды рода *Cypripedium*, *Neottianthe cucullata* и *Tulotis fuscescens* встречаются только в южной и юго-восточной частях заповедника.

Практически все Орхидные, исключая *Platanthera tipuloides*, редко встречаются на территории ЗГПЗ; наиболее редко - *Cypripedium ventricosum* и *Calypso bulbosa*. На территории ЗГПЗ ведется мониторинг состояния популяций 6 видов краснокнижных растений (*Cypripedium calceolus*, *C. macranthon*, *C. ventricosum*, *Calypso bulbosa*, *Epipogium aphyllum*, *Malaxis monophyllos*) (Веклич, 2012; 2014).

### Элементный состав листьев растений *Geum rivale* и *Geum urbanum*, произрастающих в районах Белгородской области с разной антропогенной нагрузкой

Chemical composition of the leaves of *Geum rivale* and *Geum urbanum* growing in the Belgorod region areas with different anthropogenic pressure

Бурченко Т.В.

Белгородский педагогический колледж, Белгород, Россия

tanya.burchenko@yandex.ru

Проанализирован элементный состав листьев двух видов рода *Geum*: *G. urbanum* L. и *G. rivale* L., произрастающих на территории Белгородской области. Несмотря на принадлежность растений к одному роду, схожесть климатических условий, отмечаются различия в элементном составе (процентном соотношении весовых количеств элементов, слагающих данное вещество). Листья растений *G. urbanum* и *G. rivale*, произрастающих на территории Белгородской области, имеют в своём составе схожие 12 элементов: С, О, Mg, Al, Si, Ca, Fe, Cu, P, S, Cl, K, только в отличной концентрации. На основании данных анализа составлен ряд предпочтительного накопления элементов. Листья *G. urbanum* в больших концентрациях содержат S, Ca, C, Si, K, листья *G. rivale* - Mg, Al, Cl.

*G. urbanum* и *G. rivale* как сорные рудеральные растения хорошо адаптированы к антропогенным условиям произрастания. Листья гравилатов подвержены воздействию антропогенных факторов. Данные, полученные в результате анализа энергодисперсионного спектра листьев *G. urbanum* и *G. rivale* при помощи методики EDAX, позволяют сделать вывод о непосредственной зависимости процентного содержания всех входящих в них элементов от места произрастания. Листья растений *G. rivale*, произрастающих в п. Комсомолец, концентрируют в больших количествах Ca, K, в селе Ольховатка - изобилиуют Si, на территории з. Фрез отличаются высокой концентрацией Mg, Al, S, Cl.

Листья растений *G. urbanum*, произрастающих в п. Комсомолец, накапливают Mg, Al, Ca, K, в с. Ольховатка - Si, Cl, на территории з. Фрез - S.

Химические элементы, входящие в состав листьев *G. urbanum* и *G. rivale* оказались преимущественно идентичными химическим элементам, встречающимся в окружающей среде. Таким образом их можно отнести к растениям - индикаторам экологической обстановки.

### Накопление тяжелых металлов в тканях и органах *Salix schwerinii* в условиях загрязнения ОАО "Карельский окатыш"

Heavy metal accumulation in *Salix schwerinii* under pollution of OJSC "Karelsky okatysh"

Паршин-Елисеев Н.В.

Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск, Россия

hicks92@mail.ru

Фиторемедиация - метод очистки почв и грунтовых вод растениями от техногенных загрязнителей. Ивы активно используются при фиторемедиации промышленных территорий.

Цель исследования - оценить показатели роста, развития и депонирования тяжелых металлов (ТМ) *Salix schwerinii* Е. Wolf в камеральном эксперименте при поливе отработанной технической водой комбината «Карельский окатыш», загрязненной Ni, Fe, Pb, Cd, Co, Zn, Mn, Cu.

Черенки ив были высажены на 3 мес. в вегетационные сосуды (песок и торф в соотношении 3:1) и поливались технической водой.

Показатели роста листьев (площадь, SLA, количество листьев на побеге) и побегов (длина, количество) у опытных растений ив были достоверно больше, чем у контрольных. Количество фотосинтетических пигментов достоверно не отличалось у растений обеих групп и было на уровне  $2,06 \pm 0,12$  мг/г сырой массы.

Содержание Pb, Co, Ni и Zn в почве, политой технической водой, было выше, чем в контроле, при этом их содержание не превысило значений ПДК (валовое содержание) для почв. В опытных растениях содержание Cu, Mn, Zn, Fe, Co, Pb, Cd, Ni было достоверно больше, чем в контрольных. Анализ распределения ТМ по органам и тканям ив показал, что Cd максимально депонируется в коре ствола, Mn – в листьях; Fe, Cu – в корнях; Zn, Pb – в корнях и листьях; Co – в стеблях и коре; Ni – в корнях и коре. Коэффициенты биологического поглощения ТМ растениями ив образуют ряд:  $Zn(8) > Mn(6-8) > Cd(6-7) > Cu(4-5) > Pb(2,1) > Co(1) > Ni(0,6) = Cr(0,5-0,6) > Fe(0,2)$ .

Таким образом, результаты камерального эксперимента показывают, что полив технической водой оказывает стимулирующее влияние на ростовые процессы ив, что особенно актуально при фиторемедиации бедных элементами питания субстратов в зоне воздействия комбината.

### Assessment of clastogenic effects in the ecosystems of Armenia using model test-object

Оценка кластогенных эффектов в экосистемах Армении с использованием модельного тест-объекта

Aghajanyan E.A., Simonian A.E., Avelyan R.E., Atoyants A.L.

Yerevan State University, Yerevan, Armenia

a.atoyants@rambler.ru

For the last years water resources in Armenia have been affected by intensive anthropogenic and technogenic impact. For the assessment of water quality by the use of bioindicator plants, the *Tradescantia* clone 02 was applied to examine the genotoxicity and clastogenicity of water pollution.

*Tradescantia* clone 02 is a natural hybrid between *Tradescantia occidentalis* Briffon ex Ridb. and *T. ohiensis* Raf. Clone is heterozygous for flower color (blue-dominant, pink-recessive). The *Tradescantia* micronucleus (Trad-MCN) bioassay is based on the scoring of the micronuclei (MN) frequency in pollen mother cells.

The aim of the present study was to evaluate of clastogenicity of water samples of Lake Sevan (Armenia) and rivers of its basin with application of Trad-MCN bioassay of *Tradescantia* clone 02. The plant cuttings with young inflorescences were dipped into the water samples. Micronuclei frequencies were determined in early tetrads of pollen mother cells and expressed as MCN/100 tetrads. Results were analyzed by the Student's t-test with the application the statistical program Statgraphics Plus 2.1.

On the results of testing was established a significant increase in frequency of occurrence MN in tetrads of microspores by the water samples from Gavaraget and Dzknaget rivers as compared with the control level and other studied samples. The high positive correlation between the MN frequency and the concentration of some chemical elements in the studied water samples (N<sup>0</sup>, Si, Al, P, Mn, Fe, Cu) was revealed. Note, by using the Comet assay also was shown a significant increase of the level of DNA damage in erythrocytes of fish from the Gavaraget and Dzknaget rivers compared to DNA damage in fish of Lake Sevan. Thus, it is shown the presence of genotoxic and clastogenic pollutants in water of these rivers.

The obtained results indicate that Trad-MCN assay of *Tradescantia* clone 02 may be useful for biotesting of natural aquatic ecosystems of Armenia.

### Миграция Ni и Cu из загрязненной почвы в надземные части *Pleurozium schreberi* и *Vaccinium vitis-idaea*

The migration of Ni and Cu from polluted soil in above-ground parts of *Pleurozium schreberi* and *Vaccinium vitis-idaea*

Бондаренко М.С.

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

MBondarenko@binran.ru

С целью разделения токсического воздействия на лесные экосистемы сернистого ангидрида и тяжелых металлов (ТМ), выбрасываемых в атмосферу комбинатом «Североникель» (г. Мончегорск), в 1992 г. в средневозрастных сосновых лесах фонового района Кольского полуострова был заложен полевой эксперимент по загрязнению почвы полиметаллической пылью, отобранной с электрофильтров цеха рудной плавки комбината.

Целью данной работы является изучение уровня накопления Ni и Cu доминирующими видами мохово-лишайникового и травяно-кустарничкового ярусов сосняка лишайниково-зеленомошного при поступлении ТМ из загрязненной почвы.

В 2014 г. на 50 учетных площадках с разной степенью нарушенности напочвенного покрова были отобраны образцы надземных частей *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt. и *Vaccinium vitis-idaea* L., а также лесной подстилки. Концентрации Ni и Cu в живых и мертвых частях *Pl. schreberi* и листьях *V. vitis-idaea*, а также их кислоторастворимых форм в подстилке определяли методом атомно-абсорбционной спектрометрии. Математическую обработку данных проводили с использованием пакета Statistica 10.0.

Показано, что на учетных площадках содержание Ni и Cu в живых частях *Pl. schreberi* варьирует в пределах 5,9–27,9 и 3,8–15,8 мг/кг сух. в-ва соответственно. Среднее содержание ТМ в мертвых частях мха достоверно больше по сравнению с таковым в живых частях [ $t=-(2,10-4,54)$ ,  $p=0,0001-0,039$ ]. Выявлены значимые связи между содержанием ТМ в живых и мертвых частях *Pl. schreberi* и концентрациями их кислоторастворимых форм в подстилке ( $r=0,59-0,74$ ,  $p<0,05$ ). В листьях *V. vitis-idaea* диапазон варьирования содержания ТМ более узкий: Ni – 2,0–7,5, Cu – 1,5–5,9 мг/кг сух. в-ва, причем средняя концентрация Ni в листьях достоверно больше, чем таковая Cu ( $t=2,29$ ,  $p=0,014$ ). Значимая связь между содержанием ТМ в листьях кустарничка и подстилке выявлена только для Ni, однако коэффициент корреляции невелик ( $r=0,29$ ,  $p<0,05$ ). Соотношение Ni:Cu в подстилке и надземных частях растений различается.

### Post fire regeneration of *Abies cephalonica* in Parnitha National Park

Послепожарное восстановление *Abies cephalonica* в Национальном парке Парнита

Tsagkari M., Christopoulou A., Arianoutsou M.

University of Athens, Athens, Greece

marou.tsagari@gmail.com

The present study forms part of the long-lasting observations of the post-fire regeneration of *Abies cephalonica* Loudon in the National Park of Parnitha after a highly severity fire, which occurred in June 2007 and burned 2/3 of the total fir forest. The aim of the work is to investigate the post-fire regeneration patterns of *Abies cephalonica*, the role of the unburned forest patches in the seed dispersal and the habitat characteristics that affect the emergence and survival of the seedlings. As the endemic greek fir forms high altitude coniferous forests, it has not been evolved under the selective force of fire and has non active post-fire regeneration mode. The sampling protocol included the installation of a network of three sites, each one starting from the limit of the unburned patches and extended 100m within the burned area and 50m in the unburned, in three different sampling locations which have not been undergone any post-fire management. In each site, were recorded all the biotic and abiotic factors capable in influencing the natural regeneration (herbaceous species, fallen and burnt logs etc). The results in 2014 showed that the three locations have a different degree of regeneration. One has zero presence of seedlings while the other two have an average seedling density of 0,015 per m<sup>2</sup> and 0,041 per m<sup>2</sup>. During the next year, we measured the survival of the marked seedlings (now 2 years old) and also record any new seedlings. The survival was very low; 28.5% and 4%, and only one new seedling was found. According to the results, the regeneration of fir is a slow process and the recolonization of burnt areas depends on the availability of unburned stands with reproductive mature individuals and the habitat characteristics. In Greece, the species *A. cephalonica*, even in protected areas, faces serious threats (e.g. climate change, hybridization). Successful management in these areas requires knowledge of the processes and the factors that influence natural regeneration.

### Фенологические исследования редких видов растений в Жигулевском заповеднике

Phenological research of rare plant species in Zhiguli Natural Reserve

Киселева Д.С.

Жигулевский государственный заповедник им. И.И. Спрыгина, Бахилова Поляна, Россия

das991834@yandex.ru

Жигулевский заповедник организован в 1927 году в среднем течении реки Волга на севере Самарской Луки.

Фенологические наблюдения являются составной частью мониторинга редких видов в заповеднике. Цель данной работы определить критические значения наступления фенофаз и выявить влияние погодных условий на них.

В 2014 – 15 гг. проводились фенонаблюдения за 3 редкими видами, включенными в Красную книгу Самарской области (СО) (*Anemonoides altaica* (С.А. Mey.) Holub, *Lotus zheguliensis* Klok., *Primula macrocalix* Bunge). Был проведен анализ данных Летописи природы за последние 10 лет.

*Anemonoides altaica* – таксон, находящийся под угрозой исчезновения в СО. Плиоценовый реликт доледниковой эпохи. Самое раннее начало цветения отмечено в апреле 2007 г. Предвегетационный период характеризовался повышенной температурой и большим количеством осадков. Средняя температура в апреле была близка к среднему многолетнему значению, а обилие осадков в апреле-мае повлияло на увеличение продолжительности цветения до 32 дней (среднее многолетнее 17 дней).

*Lotus zheguliensis* встречается небольшими группами в пойме, средневожжский эндемик. Таксон, сокращающий численность в СО. Среднее значение окончания цветения 23/08. В 2010 г. конец цветения был отмечен 16/09. Погодные условия 2010 г. оказались экстремальными – необычайная жара сопровождалась почти полным отсутствием осадков до 23 августа. Это повлияло на длительность цветения, которая составила 79 дней (среднее многолетнее значение 22 дня).

*Primula macrocalix* – редкий таксон с широким ареалом, в пределах которого встречается спорадически. Находится на южной границе ареала. Все фенодаты оказались близки к средним многолетним, экстремальные погодные условия не оказали заметного влияния на его сезонное развитие.

Исследования показали, что амплитуда между самой ранней и самой поздней датами наступления фенофаз составляет от 13 до 44 дней. Выявлено влияние экстремальных погодных условий на прохождение фенофаз у *Anemonoides altaica* и *Lotus zheguliensis*.

### **Влияние аэротехногенного загрязнения на растительный покров окрестностей пгт. Никель (Мурманская область)**

The effect of aerotechnogenic pollution on vegetation in urban settlement Nickel (Murmansk region)

Мюльгаузен Д.С., Панкратова Л.А.

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

*darja\_sergeevna22@rambler.ru*

Поселок городского типа Никель расположен на северо-западе Печенгского района Мурманской области, в 196 км от г. Мурманск. В поселке находится плавильный цех медно-никелевого комбината «Печенганикель», осуществляющего выплавку фанштейна. Одним из последствий его деятельности является аэротехногенное загрязнение прилегающих территорий. Целью данного исследования послужило изучение проявления аэротехногенного загрязнения в растительном покрове.

В целом для данной территории естественной растительностью на равнинах являются сосновые лишайниковые, зеленомошно-лишайниковые и кустарничково-зеленомошные леса, на возвышенностях – березовое редколесье, сменяющееся на вершинах с высотами более 300 м кустарничковой и лишайниковой тундрой. Однако в настоящее время возвышенные южные, юго-восточные и восточные окрестности поселка полностью или практически полностью лишены растительного покрова: небольшие куртины березы пушистой (*Betula pubescens* Ehrh.) с участием хвоща лугового (*Equisetum pratense* Ehrh.), вороники (*Empetrum nigrum* L.) и черники (*Vaccinium myrtillus* L.) в травяно-кустарничковом ярусе наблюдаются лишь по долинам ручьев или в небольших понижениях. Далее к востоку по мере удаления от источника загрязнения появляется березовое угнетенное редколесье, местами с пустошами с редкими фрагментами растительности. Крайне редко в этом направлении встречаются единичные угнетенные экземпляры сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), подверженной хлорозу и суховершинности. Западные равнинные окрестности лежат вне преобладающего ветрового потока, покрыты в основном смешанными сосново-березовыми или березово-сосновыми кустарничковыми и злаково-кустарничковыми (вышеупомянутые виды в напочвенном покрове + овсяница овечья (*Festuca ovina* L.)) лесами. Подобный тип растительной ассоциации свойственен и для северных окрестностей, защищенных от загрязнения массивом возвышенностей.

Таким образом, в настоящее время в окрестностях пгт. Никель наблюдается деградация растительности.

### **Биоиндикация городской среды на примере березы повислой**

Bioindication of the urban environment by *Betula pendula*

Сарсацкая А.С.

Кемеровский государственный университет, Кемерово, Россия

*sarsatskaya@mail.ru*

Одним из эффективных средств улучшения среды города является озеленение. Однако негативное влияние антропогенных факторов приводит к ослаблению растительности, снижению продуктивности, поражению болезнями и даже гибели насаждений. Поэтому становятся актуальными исследования, направленные на оценку качества окружающей среды методами биоиндикации.

Целью работы стало изучение различных показателей листьев березы повислой (*Betula pendula* Roth) в условиях г. Кемерово.

Поглотительную способность и хемотолерантность березы повислой изучали путем сравнительного анализа минерального остатка и содержания химических элементов в листьях фоновых и городских деревьев. С целью биоиндикационной оценки было проведено описание жизненного состояния зеленых насаждений.

Проведенный дисперсионный анализ выявил достоверные отличия по изучаемым биоиндикационным показателям, в начале и конце вегетационного периода ( $F_{1,45}=17,21$ ,  $p=0,016$ ). Масса зольных элементов и содержание сульфатной серы достоверно увеличивались в среднем в 1,5 раза за вегетацию.

Выявлены значимые корреляции между жизненным состоянием зеленых насаждений разных газодинамических зон и содержанием сульфатной серы ( $r=-0,38$ ,  $p<0,05$ ), между жизненным состоянием и минеральным остатком ( $r=-0,98$ ,  $p=0,024$ ).

Установлено достоверное снижение жизненного состояния насаждений и уменьшение площади листа берез вблизи транспортных магистралей почти на 30% по сравнению с контролем.

Таким образом, жизненное состояние и показатели роста и развития березы повислой можно успешно применять при биоиндикации городской среды.

**Мониторинг ценопопуляции *Delphinium pubiflorum* в Саратовской области**Monitoring of the cenopopulation of *Delphinium pubiflorum* in Saratov Region

Ермолаева Н.Н., Петрова Н.А.

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского, Саратов, Россия

dike08@rambler.ru

*Delphinium pubiflorum* (DC.) Turcz. ex Nuth – редкое растение Саратовской области. Эндемик. Приводим результаты трехлетних наблюдений за ценопопуляцией (ЦП) из Татищевского района Саратовской области.

Растения исследуемого вида произрастают рассеянно, в лугово-степном разнотравно-злаково-кустарниковом сообществе, на черноземовидной карбонатной довольно богатой почве, с лугово-степным умеренно-переменным увлажнением, на площади 325 м<sup>2</sup>.

Численность ЦП – от 32 до 167 особей. Особи размещаются в сообществе как скоплениями (расстояние между особями 30–69 см), так и отдельно стоящими экземплярами; большинство растений находится на расстоянии 70–129 см друг от друга.

ЦП живокости является малой, зрелой, с индексом восстановления, равным нулю. Ее состояние варьирует от средне- до слабодепрессивного. Онтогенетический спектр неполночленный, близкий к центрированному, с максимумом на молодых генеративных особях. Растения исследуемой ЦП характеризуются широкой амплитудой морфологической изменчивости.

Коэффициент плодоцветения в разные годы варьирует от 0,02% до 27,05%. Потенциальная семенная продуктивность (ПСП) живокости очень велика – от 6604 до 86181 семязачатков на одну особь разного онтогенетического состояния в разные годы. Реальная семенная продуктивность была максимальной в 2015 г. – 58–63%. Тогда как, в 2014 г. в ЦП семян практически не образовалось.

Ухудшению состояния популяции этого редкого вида в отдельные годы способствуют такие факторы, как негативное антропогенное воздействие, повреждение генеративной сферы растений насекомыми-фитофагами и неблагоприятные погодные условия.

**Особенности семенного размножения видов рода *Crambe* в условиях *ex situ***Seed reproduction features of genus *Crambe* species *ex situ*

Михайлова О.А.

Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Россия

eola\_tseza@mail.ru

При создании интродукционных популяций и сохранении генетического разнообразия редких видов вне природных мест обитания ключевое значение имеет семенное воспроизведение. В Ботаническом саду Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского введены в культуру 6 видов рода *Crambe* флоры Крыма, которые включены в региональные и международные охранные документы: *C. aspera* M. Bieb., *C. koktebelica* (Junge) N. Bush., *C. maritima* L., *C. mitridatis* Juz., *C. pinnatifida* R. Br., *C. tataria* Sebeok.

Виды рода *Crambe* – это многолетние и малолетние полурозеточные растения, формирующие монокарпические цветonoсные побеги. Синфлоресценция представляет собой кисть из кистей, в которой количество метамеров сильно варьирует у различных растений. Поэтому счетной единицей семенной продуктивности были элементарные соцветия, без последующего пересчета на особь.

Наиболее высокие показатели потенциальной семенной продуктивности были отмечены для *C. koktebelica* и *C. mitridatis* – 41,2±5,1 и 40,6±4,7 цветков соответственно, реальная семенная продуктивность составила 31,7±5,4 и 33,2±6,0 шт., процент плодоцветения – 76,9% и 81,7%. Наименьшее количество семян на элементарном соцветии и самый низкий процент плодоцветения у *C. pinnatifida* – 15,5±3,5 шт. и 40,5% соответственно.

Полевая всхожесть семян при подзимнем посеве варьировала от 19,5% (*Cr. tataria*) до 42,0% (*C. maritima*). При этом для всех видов была отмечена высокая энергия прорастания, практически равная окончательной всхожести. Лабораторная всхожесть при скарификации семян и стратификации в течение 1-го мес. не превысила 12,5%, а при удалении кожуры семени увеличилась до 76,0%.

Таким образом, виды рода *Crambe* в условиях *ex situ* имеют средние и высокие показатели семенной продуктивности и довольно низкую полевую всхожесть семян, что свидетельствует о необходимости выявления оптимальных условий для прорастания семян.

Материалы публикуются в рамках выполнения гос. задания Министерства образования и науки РФ с госбюджетным финансированием № 701/2015 по теме "Биоэкологические особенности интродуцированных и местных видов растений в условиях культуры в Предгорном Крыму".

**Репродуктивная фенологическая изоляция разновысотных популяций сосны Коха на центральном Кавказе (на территории Национального парка «Приэльбрусье»)**Reproductive phenological isolation of *Pinus kochiana* populations at different altitudes habitat in the central Caucasus (National park «Prielbrusye»)

Моллаева М.З.

Институт экологии горных территорий им. А.К. Темботова КБНЦ РАН, Нальчик, Россия

monika.011@yandex.ru

Сосна Коха (*Pinus kochiana* Klotzsch ex C. Koch) является одной из лесообразующих пород Центрального Кавказа, выступая эдификатором сосновых лесов. Объектом исследования были популяции сосны Коха,

произрастающие в национальном парке (НП) «Приэльбрусье». Изоляция, нарушая панмиксию, создает условия для формирования новой популяции и является важным фактором, способствующим дифференциации вида.

Цель работы выявить степень репродуктивной фенологической изоляции разновысотных популяций *P. kochiana* на территории НП.

Сбор материала проводили в период 12.05–4.07 2015 г. по общепринятой методике. В исследуемом районе заложено 8 стационарных пробных площадей (ПП) в пределах высот 1500–2500 м над ур. м. Вдоль Баксанского ущелья: ПП1 (В. Баксан, 1500 м), ПП3 (Тегенекли, 1900 м), ПП7 (Чегет, 2400 м), ПП8 (Терскол, 2500); по отрогам: ПП6 (Адыл-Су, 2350 м), ПП4 (Адыр-Су, 2000 м); по правобережью – ПП5 (Адыр-Су, 2350 м); по левобережью – ПП2 (Сылтран, 1900 м).

Максимальное значение степени репродуктивной фенологической изоляции ( $I_{ph}$ ) (99–100%) выявлено в популяциях, произрастающих по ущелью р. Баксан при разности альтитуд ПП 500 м и более. Локальные популяции сосны ПП4 (Адыр-Су, 2000 м), ПП2 (Сылтран, 1900 м) географически изолированы ( $I_{ph}=99–100\%$ ) как друг от друга, так и от остальных локальных популяций, произрастающих вдоль Баксанского ущелья, но при разности их альтитуд 350 м и более.

Таким образом, согласно предварительным результатам, эколого-географические условия исследуемой территории определяют репродуктивную фенологическую изоляцию популяций сосны Коха, основными факторами которой выступают климатические характеристики, связанные, в первую очередь, с перепадом высот в 500 и более метров над уровнем моря.

### Особенности естественного возобновления *Pinus kochiana* под пологом леса в Национальном парке «Приэльбрусье»

Natural regeneration features of *Pinus kochiana* under the forest canopy in the National park «Prielbrusye»

Саблирова Ю.М., Моллаева М.З.

Институт экологии горных территорий им. А.К. Темботова КБНЦ РАН, Нальчик, Россия

monika.011@yandex.ru

Экологическая устойчивость лесных экосистем в значительной степени определяется естественным лесовозобновлением. Цель работы – выявление особенностей возобновления *Pinus kochiana* Klotzsch ex C. Koch в различных типах леса в национальном парке (НП) «Приэльбрусье».

Для изучения возобновления в различных типах сосновых лесов заложены пробные площади (ПП) в пределах высот 1500–2500 м над уровнем моря. На ПП определяли таксационные характеристики древостоя и проводили геоботанические описания. Подрост разделяли по высоте на 4 группы: <0,5 м, 0,51–1,0 м, 1,01–1,51, >1,5 м; по качеству – на благонадежный, сомнительный, усохший.

На исследуемых ПП подрост размещен неравномерно, наблюдается его приуроченность к «окнам» насаждений, незадерненным участкам. В сосняке мертво-покровном и сосняке мшистом при сомкнутости 0,8–0,9 отмечено отсутствие подроста (встречаются единичные экземпляры), что связано с низким уровнем освещенности участков леса и хорошо развитым моховым покровом. В сосняке разнотравно-злаковом с сомкнутостью 0,3 также выявлено отсутствие подроста, что обусловлено высоким проективным покрытием травяного покрова. Среднее возобновление, оцененное по плотности подроста, выявлено в сосняке редкопокровном (7,5 тыс. шт./га), сосняке брусничном (7,3 тыс. шт./га) и сосняке черничном (7,1 тыс. шт./га), при сомкнутости древостоя на ПП 0,5–0,6.

В ряду уменьшения обеспеченности подростом типы сосняков располагаются следующим образом: с. редкопокровные > с. брусничные > с. черничные > с. мертвопокровные = с. мшистые = с. разнотравно-злаковые.

### Особенности накопления тяжелых металлов в листьях *Syringa josikaea* на урбанизированных территориях Кольского Севера

Features of heavy metal accumulation in leaves of *Syringa josikaea* in the urban areas of the Kola North

Шлапак Е.П.

Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина КНЦ РАН, Апатиты, Россия

evgeniashl@mail.ru

В Мурманской области вследствие развитого горно-промышленного комплекса наблюдается высокий уровень загрязнения окружающей среды, в том числе тяжелыми металлами. Одним из самых распространенных кустарников на Кольском Севере является *Syringa josikaea* Jacq. fil., ее доля в городах составляет от 1% до 30% от общего количества интродуцентов. Целью нашей работы было выявить особенности накопления тяжелых металлов (Ni, Cu) в листьях *Syringa josikaea* на озелененных объектах различного типа в промышленно-развитых городах Мурманской области (Мончегорск, Мурманск). Отбор растительных образцов проводился в конце вегетационного периода 2013 и 2014 гг.

Выявлено, что более высокие концентрации Ni и Cu в листьях характерны для г. Мончегорск, в котором содержание исследуемых элементов в ассимилирующих органах *Syringa josikaea* преимущественно выше в скверах, чем на улицах. В г. Мурманск содержание Ni выше в листьях растений, произрастающих в скверах, а Cu – в магистральных посадках. Следует отметить, что состояние *Syringa josikaea* в обследуемых городах значительно

отличается. В г. Мурманск доля здоровых растений составляет от 1 до 18 %, в г. Мончегорск – от 14 до 35% в зависимости от объекта озеленения. Причиной большого количества ослабленных растений в г. Мурманск является старовозрастность посадок и отсутствие ухода.

Как показали исследования, содержание тяжелых металлов в определенных пределах не является фактором, оказывающим существенное влияние на состояние *Syringa josikaea* Jacq. fil. В большинстве случаев доминирующее влияние оказывают гидротермические, эдафические и другие экологические факторы.

**О жизненной стратегии тюльпана Геснера на севере Нижнего Поволжья**  
About vital strategy of *Tulipa gesneriana* in the northern part of the Lower Volga area

Петрова Н.А., Корнеев М.Г.

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского, Саратов, Россия

*Nasch-1@yandex.ru*

В 2013–2014 гг. исследовали 17 ценопопуляций *Tulipa gesneriana* L., расположенных на севере Нижнего Поволжья в непосредственной близости к северной и западной границам ареала вида. В качестве учетной единицы принимали особь генеративного онтогенетического состояния. Экоклин строили с использованием индекса виталитета ценопопуляций (IVC) по размерному спектру особей. Под онтогенетической стратегией понимали изменчивость морфологической целостности растений на экоклине. Морфологическую целостность растений оценивали с помощью индекса морфологической интеграции.

Жизненная форма эфемероида, к которой относится исследуемый вид, предполагает быстрое развитие и завершение вегетации в условиях низкой конкуренции и до наступления температурных стрессов середины лета. В фазу своего массового развития (цветения) в некоторых сообществах вид является доминантом и содоминантом травостоя, но непродолжительное время (SC-стратегия). Индекс размерной пластичности вида составил 1,64, что сопоставимо с индексами, рассчитанными для ряда видов травянистых растений – пациентов.

У тюльпана Геснера в исследованных ценопопуляциях наблюдается чередование стрессовой и защитной компонент в онтогенетической стратегии. Такой тип стратегии характерен для видов, проявляющих пациентность (S-стратегии). Сильный стресс усиливает детерминированность в развитии морфоструктур. Размерная пластичность в целом у вида была невысокой.

Таким образом, в исследованных популяциях для *T. gesneriana* характерна смешанная защитно-стрессовая стратегия, что часто наблюдается и для других охраняемых видов.

## XII. ИНТРОДУКЦИЯ РАСТЕНИЙ

### О натурализации *Robinia pseudoacacia* в лесостепном Приобье Naturalization of *Robinia pseudoacacia* in the forest-steppe in the Ob' River Area

Беланова А.П.

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, Новосибирск, Россия  
*boronina.a@inbox.ru*

В настоящее время отмечена натурализация и активное расселение в европейской части России североамериканского вида – *Robinia pseudoacacia* L. Цель исследования – изучение степени натурализации *R. pseudoacacia* в условиях лесостепного Приобья. Исследования проводились на территории дендрария Сибирского НИИ растениеводства и селекции, левобережной части Приобской лесостепи. Наблюдения проводились в течение двух вегетационных периодов (2013-2014 гг.). Объектом исследования служили насаждения *R. pseudoacacia*, возникшие в результате естественного возобновления. Семена маточных растений были получены в 1985 г. из Донецка и Барнаула. Цветение и плодоношение у материнских растений отсутствовало. Общая численность дочерних особей составила 40 экземпляров. *R. pseudoacacia* в условиях интродукции приняла жизненную форму факультативного стланика, у деревьев такая форма образуется при неблагоприятных условиях. На 1 м<sup>2</sup> насчитывалось от 1 до 3 корневых отпрысков, среди которых отсутствовали растения генеративной и сенильной фазы развития, преобладали ювенильные, имматурные и виргинильные. Такой левосторонний онтогенетический спектр при наличии только вегетативного размножения, указывает на глубокое омоложение (юношеская партикуляция). За пределы материнской группы молодые растения не выходили. Учитывая длительную долговечность и активное вегетативное возобновление можно говорить о закреплении *R. pseudoacacia* в месте посадки, однако отсутствие семенного возобновления и регулярное обмерзание побегов не позволяет виду расширить площадь произрастания. По степени натурализации *R. pseudoacacia* в лесостепном Приобье является колониофитом. Вид практически не используется в озеленение сибирских городов, его можно рекомендовать как высоко декоративный для единичных посадок в парках и скверах, с целью расширения видового разнообразия, однако следует учесть, что молодые побеги часто обмерзают и при отсутствии ухода растения склонны к образованию труднопроходимых колючих зарослей.

### История и современное состояние коллекции представителей семейства *Gesneriaceae* ботанического сада Петра Великого

History and current state of the collection of the *Gesneriaceae* plants in the Botanical Garden of Peter the Great

Гаврилова Д.В.

Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, г. Санкт-Петербург, Россия  
*gavrilovadianav@gmail.com*

Семейство *Gesneriaceae* всегда привлекало внимание исследователей и коллекционеров растений. Это связано с широким географическим распространением, разнообразием жизненных форм и экологических условий произрастания, а также и с высокими декоративными качествами представителей семейства *Gesneriaceae*. История коллекции семейства *Gesneriaceae* Ботанического сада Петра Великого имеет свои взлеты и падения, которые неотъемлемо связаны с историей и развитием самого Сада и всей его коллекции.

С начала XIX в. увеличивается интерес к семейству. Проводятся работы по его систематизации и описанию (Lindley, 1836; Don, 1837; Endlicher, 1839; De Candolle, 1839, 1845; Clarke, 1883, Fritch, 1893). Императорский ботанический сад в Санкт-Петербурге в это время уже имел богатейшие оранжерейные коллекции, которые непрерывно пополнялись. Многочисленные экспедиции, организованные Императорским садом по Бразилии, Ц. Азии, Китаю, Монголии, значительно обогатили коллекции гербария и живых растений. В 1855 году на должность директора Сада был приглашен Эдуард Людвигович Регель. До этого времени он работал управляющим Цюрихского Ботанического сада, и еще в Швейцарии Регель начал публикацию статей по систематике растений. Он прекрасно знал растения, внимательно принимал растительный материал от коллекторов из разных уголков мира, среди которых и находил новые, ранее не известные науке. Проводилась работа по описанию растений, в том числе и семейства *Gesneriaceae*. Регель, в годы своей работы в Саду, описал несколько родов. Это роды *Koellikeria*, *Kohleria*, *Seemannia*, *Lietzia*, *Rechstaineria*. Некоторые из них и сегодня присутствуют в коллекции.

На сегодняшний день коллекция семейства *Gesneriaceae* представлена 24 родами и 100 видами (из известных около 160 родов и 3200 видов). В ее состав входят многолетние травянистые растения Азии, Африки и Америки. Основным направлением в развитии коллекции семейства является увеличение видового состава, привлечение в коллекцию родов разных жизненных форм с целью дальнейшего изучения морфологии, роста и развития.

## Репродуктивная способность некоторых видов пряно-ароматических интродуцентов в условиях ЦЧР

The reproductive ability of some species of aromatic plant introductions in the conditions of Central Black Earth region of Russia

Гладышева О.В.

Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I, Воронеж, Россия

Russia\_1980@inbox.ru

Научная работа по изучению семенной продуктивности интродуцентов проводилась в течение четырех вегетационных сезонов 2011-2014 гг. на территории ботанического сада ВГАУ им. Б.А. Келлера.

Материалом нашего исследования служили свежесобранные семена видов: *Achillea filipendulina* Lam., *Dictamnus gymnostilis* Stev., *Dracocephalum moldavicum* L., *Lophantus anisatus* Benth., *Monarda citriodora* Cerv.ex Lag., *Nepeta mussinii* Spreng., *Ruta graveolens* L., *Satureja montana* L.

Коэффициент плодообразования (КП) у интродуцентов варьирует по годам, но наиболее высокий его процент наблюдается у растений третьего года жизни. Наибольший КП отмечен у *A. filipendulina* – 89,4%, наименьший, у *D. gymnostilis* – 62,3%.

Наиболее высокие показатели потенциальной (ПСП) и реальной (РСП) семенной продуктивности характерны для средневозрастных особей: *A. filipendulina*, *S. montana*, *M. citriodora* в пределах (ПСП от 28321,89±2634,37 до 719269,9±3794,031), (РСП от 20178,49±1872,58 до 587988,5±26480,84). Наименьшие показатели семенной продуктивности отмечены у *D. gymnostilis* (ПСП – 1011,11±19,005; РСП – 598,86±76,75).

Практически у всех изучаемых интродуцентов Коэффициент семенификации (КС) достаточно высокий от 66,9-89,4 %, за исключением *D. gymnostilis*, КС – 65,8%. Наиболее активное завязывание плодов наблюдается у видов *A. filipendulina*, *D. moldavicum* в пределах от 78,3-89,4 %.

Также следует отметить, что в результате изучения нами двух основных типов биоморф вида *N. mussinii*: особей с плагиотропным и ортотропным типом побегов, сравнительный анализ данных по семенной продуктивности показал, что ПСП и РСП, а также КС этих двух типов биоморф значительно варьирует.

Наибольшая семенная продуктивность и коэффициент семенификации отмечается у средневозрастных особей *N. mussinii* с ортотропным типом побегов (ПСП – 272160,3±43895,45; РСП – 196080,56±25554,80; КС – 72,0%), *N. mussinii* с плагиотропным типом побегов (ПСП – 23800,5±6434,79; РСП – 15931,4±4938,86; КС – 66,9%). Это связано с большим числом генеративных побегов, числом цветков в мутовках у растения этого типа биоморфы.

Наиболее ранние сроки семеношения изучаемых видов отмечены у *N. mussinii*, имеющего плагеотропный тип побегов в I-II декаде мая.

## Представители рода *Rosa* в Ботаническом саду Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского

The genus *Rosa* representatives in the Botanical Garden of Crimean University

Городня Е.В.

Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского, Симферополь, Россия

e.gorodnyaya@yandex.ru

Розы принадлежат к числу высокодекоративных кустарников, обладающих быстрым ростом, ярким, обильным и продолжительным цветением. Многие из них отличаются устойчивостью к низким температурам, засухе и грибным болезням.

В Ботаническом саду КФУ имени В.И. Вернадского (далее БС КФУ) интродукционная работа с розами ведется с 2004г. Целью работы является выявление представителей аборигенной и мировой флоры, представляющих интерес для интродукционного изучения и использования их в качестве исходных форм для селекции и создания на их основе отечественного сортимента для культивирования в условиях Предгорного Крыма.

На сегодняшний день коллекция роз БС КФУ насчитывает 12 видов, 2 формы и 210 сортов декоративных роз зарубежной и отечественной селекции из 11 наиболее популярных в декоративном садоводстве и промышленном цветоводстве садовых групп: чайно-гибридной, флорибунда, грандифлора, плетистой, полуплетистой, парковой, миниатюрной, полиантовой, почвопокровной, спрей, Роз Кордеса. Среди них есть как всемирно известные сорта (такие как 'Gloria Dei', 'Black Magic', 'Kardinal', 'The Fairy', 'Коралловый Сюрприз' и др.), так и новинки мировой и отечественной селекции.

В коллекции розария представлены 9 аборигенных крымских видов рода *Rosa*, относящихся к трем секциям: *Caninae* DC. (*R. canina* L., *R. corymbifera* Borkh., *R. eglanteria* L., *R. horrida* Besser ex Fisch., *R. micrantha* Borrer, *R. tomentosa* Smith.), *Jundzilliae* Среп. (*R. pygmaea* M.B., *R. taurica* Chrshan.) и *Pimpinellifoliae* (Ser.) Rehd. (*R. spinosissima* L.), а также 3 интродуцированных вида из Юго-Восточной и Малой Азии. Это *R. foetida* Herrm, из секции *Pimpinellifoliae*, а также *R. indica* L. и *R. chinensis minima* Roulet. (*Rosa rouletti*) из секции *Indicae* (*Chinensis*) Rehd. и 2 садовые формы (*Rosa foetida* Herrm. var. *persiana* (Lem.) Rehd. и *Rosa damascena* Mill. f. *trigintipetala*).

Коллекция постоянно пополняется сортами-новинками мировой и отечественной селекции, которые проходят комплексное сортоизучение и сортооценку в условиях Предгорного Крыма.

Материалы публикуются в рамках выполнения госзадания Министерства образования и науки РФ с госбюджетным финансированием № 701/2015 по теме "Биоэкологические особенности интродуцированных и местных видов растений в условиях культуры в Предгорном Крыму".

**Кипарисовик формозский (*Chamaecyparis formosensis*) в Батумском Ботаническом саду**  
Formosan Cypress (*Chamaecyparis formosensis*) at Batumi Botanical Garden

Джакели Д.С., Метревели М.В., Махарадзе К.Н.

Батумский Ботанический сад, Батуми, Грузия.

*juli.jakeli68@gmail.com, metreveliv@list.ru, qristine0707@gmail.com*

Кипарисовик формозский - *Chamaecyparis formosensis* Matsum. Английское название –Taiwan Cypress. Это эндемичный вид острова Тайвань. Обитает на горе Юйшань на высоте 1700-2900 м н.у.м., где создает смешанные леса вместе *Chamaecyparis obtuse* var. *formosana*, *C. formosensis*, *Calocedrus formosana*, *Cunninghamia konishii*, *Taiwania cryptomerioides*, *Tsuga chinensis*.

Кипарисовик формозский в 2010 году Международным Союзом Охраны Природы (IUCN) оценен категорией «находящиеся в опасности» (EN). Основными угрозами исчезновения кипарисовика формозского в местах его распространения являются эксплуатация древесины для строительства традиционных зданий, медленный рост половозрелых экземпляров и длинный жизненный цикл.

В Батумский Ботанический сад кипарисовик формозский интродуцирован в 1958–1959 годах семенами из совхоза «Южные Культуры» Краснодарского края. Деревья растут группой (7 экземпляров) на северном склоне восточноазиатского отдела в условиях нормального освещения, на легкой питательной почве. Высота 56 - летних экземпляров достигает 15 м, с диаметром ствола 83 см и объемом кроны 12м × 9м. Состояние хорошее.

Рост побегов начинается в апреле, заканчивается в апреле – августе. Пылит в марте – апреле. Семена созревают в сентябре-октябре. Всхожесть семян составляет 15%. Хорошие результаты получили черенкованием с применением биостимуляторов: 0,01% кислоты индолилуксусной и 0,05% лигногумата.

Один молодой экземпляр посажен вдоль центрального маршрута восточноазиатского отдела в группе с *Taiwania cryptomerioides*, *Cunninghamia lanceolata* *Magnolia lialiliflora*, состояние хорошее.

**Особенности антэкологии представителей рода *Magnolia* (*Magnoliaceae*) в условиях культуры  
российского Дальнего Востока**

The features of anthecology of the *Magnolia* species in culture in the Russian Far East

Каменева Л.А.

Ботанический сад-институт ДВО РАН, Владивосток, Россия

*kameneval2013@mail.ru*

Проведены комплексные исследования 10 таксонов из рода *Magnolia* в условиях культуры ФГБУН Ботанического сада-института ДВО РАН (г. Владивосток, Приморский край, Дальний Восток): *M. kobus* DC., *M. kobus* var. *borealis* Sarg., *M. x kewensis* Pearce, *M. obovata* Thunb., *M. officinalis* Rehd. et Wils., *M. salicifolia* (Sieb. et Zucc.) Maxim., *M. sieboldii* K. Koch., *M. sieboldii* subsp. *japonica* K. Ueda, *M. x soulangiana*, *M. tripetala* L. Были изучены фазы фенологического развития, вопросы биологии цветения и плодоношения, выявлен видовой состав насекомых опылителей, для *M. kobus* и *M. sieboldii* описаны этапы органогенеза генеративных органов.

Результаты исследования показали, что соответствие фенологических фаз магнолий вегетационному периоду растений юга Приморского края, говорит о перспективности интродукции. Исследование этапов органогенеза показало, что в условиях юга Приморского края закладка генеративных органов у *M. kobus* происходит с 2-3 декады июля по первую декаду сентября, а у *M. sieboldii* – со 2-3 декады августа по 1-2 декаду сентября. Большинство изученных таксонов ежегодно цветут (апрель – август) и плодоносят (сентябрь - октябрь), *M. x kewensis* и *M. x soulangiana* характеризуются единичным цветением. У *M. sieboldii* и *M. sieboldii* subsp. *japonica* в условиях интродукции отмечено вторичное цветение в осенний период. Предварительные результаты показали, что роль опылителей магнолий на юге Приморского края выполняют представители сем. *Alleculidae* (*Apis* sp., *Bombus* sp.) и сем. *Scarabaeidae* (*Lasiopsis* sp.).

Несмотря на обильное цветение и плодоношение большинства изученных таксонов, семенная продуктивность магнолий низкая (3.09 - 58.2 %). Основными причинами низкой продуктивности магнолий в условиях юга Приморского края, является специфические условия окружающей среды во время вынужденного покоя генеративных почек (-16<sup>0</sup>С, -24<sup>0</sup>С), а также в период цветения и начала заложения генеративных органов (10<sup>0</sup>С, 16.9<sup>0</sup>С), и как следствие формирование пыльцы с низкой жизнеспособностью (2.1 - 39.4%).

## Картографирование ландшафтного дендрария в Ставропольском ботаническом саду им. В. В. Скрипчинского

Mapping of landscape arboretum in Stavropol Botanical garden

Котенко Ю.В.

Ставропольский ботанический сад им. В.В. Скрипчинского, Ставрополь, Россия

kotenko.julya@yandex.ru

Основные работы по закладке дендрария проводились в 1961-1963г. Дендрарий устроен по методу филогенетических комплексов. На данный момент многие родовые комплексы прошли все биологические стадии своего развития. На данный момент задачу сохранения видового биоразнообразия необходимо дополнить графическими документами, указывающими точное местоположение каждой отдельной особи. Решением этой задачи – является подеревное картографирование территории дендрария.

Для выполнения поставленной задачи, был принят метод инструментальной подеревной съемки всех имеющихся древесных экземпляров, разработанный на кафедре садово-паркового строительства МГУЛа. Основой, для применения данного метода, послужило наличие в архиве СБС копий топографических планов территории ботанического сада (М 1:500).

Подеревное картографирование ландшафтного дендрария ботанического сада проводилось в несколько этапов: подготовительный этап, период полевых работ, камеральная обработка полученных данных. Подготовительный этап заключался в подготовке бумажной основы для проведения полевых работ. Топопланы выполнены в масштабе 1:500, согласно геодезическим стандартам (система координат, условные знаки), содержат в себе сведения о существующей на момент съемки ситуации. Документы хранились в архиве в виде рукописных копий, что в современной ситуации потребовало перенесения этой информации в электронный вид. Листы топосъемки были отсканированы. В последующем, все контуры были обведены в графическом редакторе AutoCad.

Первый этап полевых работ заключался в подеревном нанесении на топоплан каждого древесно-кустарникового экземпляра. Второй - в уточнении видовой принадлежности.

Камеральная обработка, полученных в ходе полевых работ данных, заключалась в детальной прорисовке плана. На этом этапе была проведена большая работа с инвентарным списком живых растений. Итог: по отделу Gymnospermae – 2 семейства, 10 родов, по отделу Magnoliophyta 43 семейства, 107 видов.

## Рост и развитие *Silybum marianum* в условиях интродукции на Среднем Урале

Growth and development *Silybum marianum* in the introduction to the Middle Urals

Кошелева Е.А.

Ботанический сад УО РАН, Екатеринбург, Россия

eakosheleva@mail.ru

Расторопша пятнистая (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.) – ценное лекарственное растение Средиземноморья, обладающее гепатопротекторным, антиоксидантным, иммуномоделирующим и иммуностимулирующим действием. В настоящее время исследуемое растение стало популярно на фармацевтическом рынке. В связи с этим, становится актуальным вопрос интродукции расторопши пятнистой в других регионах.

Исследование проводили на территории Ботанического сада УрО РАН, г. Екатеринбург. Посев проводился на делянках площадью  $1 \times 8 \text{ м}^2$  с нормой высева 9 семян на  $1 \text{ м}^2$ . Расстояние между растениями составляет 30 см, а в междурядьях – 50 см.

В результате исследования было установлено, что в условиях культуры *S. marianum* развивается как однолетнее растение. При интродукции *S. marianum* выделено 5 возрастных состояний: проростки, ювенильное, имматурное, виргинильное, генеративное. Проростки представлены двумя семядольными листьями округлой формы, которые разрастаясь, приобретают обратнойцевидную форму.

Ювенильное состояние представлено розеточным побегом, несущим два настоящих листа обратнойцевидной формы и две семядоли. Листья сидячие с зауженным основанием, край листа зубчатый. На поверхности листа появляются белые разводы. Жилкование листа усложняется: от центральной жилки отходят 7-8 боковых жилок. Имматурное состояние представлено розеточным побегом, состоящим из 4-5 бесчерешковых листьев обратнойцевидной формы. Начиная со второй пары настоящих листьев, края листьев становятся волнистыми. На поверхности листовой пластинки четко виден «мраморный» зелено-белый рисунок. На нижней стороне листа наблюдается опушение, на верхней стороне – единичные волоски.

Для виргинильного состояния характерно развитие розеточного побега, на котором располагается 8-14 листьев. С 3-го листа развивается черешок. Генеративные особи *S. marianum* представлены крупными полурозеточными растениями высотой 100-180 см с одним главным генеративным разветвленным побегом. Стебель имеет бело-войлочное опушение. Листья среднего яруса крупные, имеют длинный черешок, верхние – сидячие, стеблеобъемлющие с острыми колючками. В течение фазы бутонизации образуются боковые побеги с корзинками. В связи с этим, фаза цветения продолжительная, начинается с зацветания корзинки на главном побеге и заканчивается пока не отцветут все корзинки боковых побегов. Одновременно с фазой цветения корзинок

боковых побегов, начинается фаза плодоношения для корзинок главного побега. В результате образуются плоды – семянки, различающиеся по окраске семенной кожуры.

Таким образом, в условиях Среднего Урала исследуемый вид ведет себя как однолетник, проходя онтогенез за один вегетационный период.

### Совершенствование технологии вегетативного размножения декоративных форм ели черенкованием

Improving the technology of vegetative propagation of ornamental forms of the Fir

Крючкова А.А.

Российский государственный аграрный университет им. К.А. Тимирязева, Москва, Россия

*an.kruc@icloud.com*

Для поддержания широкого ассортимента декоративных форм представителей рода *Picea*, ценных в садово-парковом строительстве, необходимо совершенствование технологии вегетативного размножения.

Цель исследований – усовершенствование технологии укоренения черенков декоративных форм ели. Исследования проводили в 2014 году на территории лаборатории плодородства РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева. Изучали влияние сроков черенкования (20 апреля, 20 мая и 20 июня) и регуляторов роста («Рибав экстра» и новый препарат «2у» в концентрациях 2 мл/л и 5 мл/л) на укоренение черенков *Picea abies* ‘Nidiformis’, *Picea glauca* ‘Conica’ и *Picea glauca* ‘Sanders Blue’.

Черенки получали с заготовленных в утренние часы ветвей из средней части кроны от *Picea glauca* ‘Conica’ возрастом 20 лет, *Picea glauca* ‘Sanders Blue’ – 10 лет и *Picea abies* ‘Nidiformis’ – 15 лет. Черенки резали в день заготовки так, чтобы у его основания оставался участок многолетней древесины. Далее они согласно схеме опыта вымачивались 12 часов в препаратах. На следующий день черенки высаживались в грядки с небольшим уклоном. Субстрат – верховой торф с перлитом (1:1).

Благодаря туманообразующей установке поддерживалась оптимальная в период укоренения дневная температура в пределах 20-26 °С, при ночном минимуме 10 °С, влажность воздуха в пределах 70-90%.

Результаты: 1) оптимальный срок для черенкования – 20 апреля, корни у 65% черенков появились примерно через 70 дней (30 июня); 2) черенки, полученные 20 мая, дали худший результат; 3) черенкование 20 июня не дало положительных результатов, предполагается, что черенки могут образовать корни после перезимовки, т.к. более чем у 40% черенков наблюдалось калюсообразование; 5) различия между влиянием препаратов «Рибав экстра» и «2у» не обнаружено; 4) новый препарат «2у» в концентрации 2 мл/л показал лучший результат на *Picea glauca* ‘Conica’ и *Picea glauca* ‘Sanders Blue’; повышение концентрации препарата «2у» до 5 мл/л не выявило заметного увеличения прироста массы корней.

### Анализ состояния древесных пород в составе городского озеленения Центрального района г. Сочи

Analysis of wood species as a part of urban landscaping in the Central district of Sochi

Кунина В.А.

Всероссийский научно-исследовательский институт цветоводства и субтропических культур, Сочи, Россия

*cvetovodstvo@vniisubtrop.ru*

Озеленение улиц – характерный объемно-пространственный элемент городской структуры, по состоянию которого судят об уровне озеленения города. Для этих целей используют наиболее устойчивые растения – *породы, рекомендуемые для преимущественного применения*. В районе Сочи это 213 пород.

Объекты исследований – древесно-кустарниковые растения в составе озеленения улиц Центрального района г. Сочи. В течение 2014 г. проведено обследование насаждений, в результате которого учтено 309 пород (12181 экз.).

Флористический анализ выявил преобладание интродуцентов из Восточной Азии (45,7%), Средиземноморья (23,5%) и Северной Америки (17,7%), что соответствует сложившимся представлениям об устойчивости пород из этих флористических областей. Анализ возрастной структуры показал преобладание средневозрастных растений (10–50 лет), что свидетельствует о стабильности городских насаждений на ближайшие десятилетия.

Результаты анализа растений самосеяного происхождения свидетельствуют как о высокой адаптивной способности таких пород, так и о возможности появления в будущем новых для региона инвазивных видов. Санитарное состояние исследуемых насаждений в целом удовлетворительное, но полученные данные говорят об отсутствии агротехнически обоснованной системы ухода за объектами городского озеленения.

Для дальнейшего углубленного исследования выделены семь доминирующих пород из разных биохозяйственных групп: *Cupressus sempervirens* L., *Platycladus orientalis* (L.) Franco, *Magnolia grandiflora* L., *Liquidambar styraciflua* L., *Ligustrum lucidum* Aiton, *Spiraea cantoniensis* Lour. и *Trachycarpus fortunei* (Hook.) H.Wendl.

**Интродукция некоторых декоративных травянистых растений в условиях Апшерона**

Introduction of some ornamental herbaceous plants in Apsheron area

Мамедов Т.С., Гюльмамедова Ш.А.

Институт Дендрологии НАН Азербайджана, Баку, Азербайджан

shalala.g@mail.ru

В Азербайджанской республике в годы независимости наряду с экономическим развитием проводятся широкие озеленительные работы в направлении охраны генофонда, увеличении биоразнообразия и сохранения экологического равновесия. В условиях Апшерона при отсутствии естественных лесных насаждений парки, сады и бульвары г. Баку являются одним из основных факторов оздоровления условий жизни городского населения и обогащения архитектурного облика города. Сады и парки Азербайджана – величайшее социальное богатство народа. Многие цветочно-декоративные оформления прошлых лет не подходят к новым формам планировки наших городов и жилищ. Возникает необходимость создания новых композиций из цветочно-декоративных растений в озеленении по стилю ландшафтной архитектуры. С этой целью в Институте Дендрологии Национальной Академии Наук Азербайджана в лаборатории «Ландшафтной архитектуры» проводится научно-исследовательская работа по изучению биоэкологических особенностей некоторых декоративных травянистых растений интродуцированных из разных стран и местной флоры в условия Апшерона и их использованию в ландшафтной архитектуре.

Объектами исследования используются различные виды и сорта из следующих семейств и родов: *Liliaceae* Dumort. – *Tulipa* L. – 20 сортов, *Hyacinthus* L. – 4 сорта, *Lilium* L. – 5 сортов; *Iridaceae* Juss. – *Gladiolus* L. – 5 сортов, *Iris* L. – 3 вида; *Amaryllidaceae* Jaume st. Hil. – *Narcissus* L. – 2 сорта, *Hippeastrum* Herb. – 5 видов; *Euphorbiaceae* Juss. – *Euphorbia* L. – 2 вида; *Asteraceae* Dumort. – *Chrysanthemum* L. – 5 видов, *Dahlia* Cav. – 3 вида; *Theaceae* D. Don – *Camellia* L. – 1 вид и др. В научно-исследовательской работе на территории Дендрария и в различных местах города Баку были созданы композиции из вечнозелёных деревьев и кустарников, декоративных травянистых растений. При создании композиций были использованы 2 стиля: регулярный и ландшафтный. В композициях регулярного стиля были созданы различные геометрические формы, а в ландшафтном стиле – оригинальные формы композиций, такие как «Цветы», «Бута», «Карта Азербайджана», «Тюльпан» и т.д. При создании композиций учитывались время цветения, цвет и форма цветков, их качество, размеры, высота различных видов и сортов растений. В композициях были учтены биоэкологические особенности и декоративные качества растений. В последнее время при создании цветников большое внимание уделяется луковичным и клубневым растениям. В научно-исследовательской работе изучены биоэкологические особенности луковичных и клубневых растений и использованы при создании композиций. Проведенной в Институте Дендрологии научно-исследовательской работе впервые в условиях Апшерона разработаны научные основы создания цветочных композиций и их использования по декоративным качествам, а также определена их устойчивость к экологическим факторам. Выявлено, что исследованные растения хорошо адаптируются в условиях Апшерона и рекомендуются для использования при создании композиций в парках и садах.

**Древесные растения восточноазиатской флоры в озеленении города Челябинска**

East Asian woody plants in landscaping the city of Chelyabinsk

Морозюк Ю.А.

Челябинский государственный университет, Ботанический сад, Челябинск, Россия

Yuliya\_m1990@bk.ru

В интродукции города Челябинска присутствуют виды древесно-кустарниковых растений различных флористических царств, областей и провинций. Для исследования выбраны древесные растения из восточноазиатской флористической области, в которую входят две провинции, включающие территорию российского Дальнего Востока – Маньчжурская и Сахалино-Хоккайдская. Изучение древесных интродуцентов проводилось методом модельных выделов, разработанным Н.Г. Ильминских методом детального флористического обследования и традиционным маршрутным методом. Полевая работа документирована гербарием (CSUH).

Выявлено, что в городе Челябинске (включая коллекции ботанического сада ЧелГУ, частных участков и коллективных садов в черте города) интродуцировано 68 видов древесных и кустарниковых растений восточноазиатской флоры, кроме того, за последние два-три года интродуцировано еще около 30 видов (которые при анализе пока не могут быть учтены). Среди них 36 видов – это кустарники, деревья представлены 21 видом, древесные и полудревесные лианы – соответственно 9 и 2-мя видами. При этом практически все виды сохраняют при интродукции ту жизненную форму, которая свойственна им на родине, что свидетельствует о высокой степени их натурализации и акклиматизации. У пяти видов (*Padus maackii* (Rupr.) Kom., *Pyrus ussuriensis* Maxim., *Sorbaria sorbifolia* (L.) A. Br., *Spiraea japonica* L. fil., *Rosa rugosa* Thunb.) отмечен самосев. Наиболее крупные таксономические группы среди представителей восточноазиатской дендрофлоры в городе: *Rosaceae* (11 родов, 17 видов), *Hydrangeaceae* (3 рода, 5 видов), *Salicaceae* (2 рода, 5 видов), *Araliaceae* (2 рода, 3 вида), *Aceraceae* (1 род, 6 видов), *Pinaceae* и *Cupressaceae* (по 2 рода и 3 вида).

Древесные растения восточноазиатской группы способны обогатить озеленительный ассортимент города Челябинска, хотя их доля в настоящее время не значительна, что связано, на наш взгляд, с субъективными причинами привлечения в интродукцию посадочного материала с Дальнего Востока.

### **Интродукция фрезии на Черноморском побережье Краснодарского края** Introduction of Freesia on the Black Sea coast of Krasnodar Region

Пашенко О.И.

Всероссийский научно-исследовательский институт цветоводства и субтропических культур,  
Сочи, Россия  
*pashenko-o@rambler.ru*

Фрезия гибридная распространена в культуре с конца 19 века, в Россию была завезена из Голландии в 1963 г. Основным отличительным свойством ее является способность цветения в зимний и ранневесенний период при довольно низких температурах в закрытом грунте. Разнообразие окраски цветов, изящная форма соцветий, приятный и нежный аромат делают фрезью одной из самых распространенных цветочных культур.

В течение 2011-2015 гг. во влажно-субтропической зоне Черноморского побережья Краснодарского края проведены исследования культуры фрезии в условиях необогреваемых теплиц. Было изучено 44 сорта, 65 гибридных форм, 17 – комбинаций. С целью выделения сортов источников с хозяйственно-ценными признаками проведен анализ данных по фенологии, устойчивости к вредителям и болезням.

Ежегодно в динамике развития растений проводятся исследования функционального состояния фотосинтетического аппарата листьев разных генотипов по параметрам медленной индукции флюоресценции хлорофилла.

Проведены исследования по применению «лазерной стимуляции» семян и клубнелуковиц с целью изучения возможностей использования этого фактора для увеличения коэффициента вегетативного размножения и лучшего качества посадочного материала.

Изучено наследование признаков в потомстве от 26 комбинаций межсортовых скрещиваний форм разного уровня пloidности. Выращены новые гибридные сеянцы, отобраны и размножены перспективные формы, проведено конкурсное испытание. В 2014 г передано для включения в Госреестр РФ 2 сорта (Бриз и Меланж), в 2015 подготовлена документация для передачи в Госсортоиспытание 2-х сортообразцов фрезии (М-Р-5 и Л-10-3).

### **Декоративные травянистые многолетние растения во внутриквартальном озеленении г. Челябинска**

Ornamental herbaceous perennials in Chelyabinsk intradistrict greenery

Розанова А.А., Меркер В.В.

Челябинский государственный университет, Челябинск, Россия  
*a.rozanna@mail.ru*

В процессах изменения флоры на территориях городского ландшафта участвует спонтанная интродукция декоративных травянистых растений.

Предмет нашего исследования – озелененные придомовые территории жилых кварталов многоэтажной застройки г. Челябинска. Выполнена инвентаризация видового состава травянистых многолетников, в аннотированный список включены виды, отмечавшиеся в 2005-2015 гг. Встречаемость вида оценивалась показателями: обыкновенно – вид выращивается на 7-10 культурных местообитаниях из каждых 10, довольно часто – на 4-7, редко – на 1-3. При географическом анализе для видов отмечался только географический элемент (долготная группа). Полевая работа документирована гербарием (CSUH).

Известно, что видовой состав культивируемых растений, особенно выращиваемых горожанами самостоятельно при озеленении придомовых территорий, не остается постоянным. На сегодняшний день выявлено 142 вида, относящихся к 44 семействам сосудистых растений. Отмечено 38 видов (из 24 семейств) аборигенной флоры, при этом 4 вида – из Красной книги Челябинской области (*Anemoidium dichotomum*, *Paeonia anomala*, *Linum perenne*, *Allium nutans*).

Наиболее часто в «самодетельном» озеленении встречается 31 вид (21,8%), довольно часто – 53 вида (37,3%), пока редко – 58 (40,8%).

Распределение культивируемых видов многолетних растений по основным хорологическим группам показывает преобладание евразийских видов (33 вида, 23,2%). Представлено практически равное количество азиатских и европейских видов (26 видов (18,3%) и 25 (17,6%) соответственно). Довольно многочисленны североамериканские виды – 23 (16,2%). Невысока доля видов культурного происхождения (10,6%, это 15 садовых гибридов). Малочисленны европейско-кавказские виды – 7, их доля равна 4,9%. Голарктический элемент составляет 3,5% (5 видов). Кроме того, – 3 сибирских вида (2,1%) и по 2 вида (1,4%) сибирско-азиатских и евразийско-североамериканских. Успешно используются в культуре 1 эндемичный крымский вид (*Cerastium biebersteinii*) и 6 кавказских (4,2%) – *Brunnera macrophylla*, *Symphytum caucasicum*, *Centaurea dealbata*, *Pyrethrum roseum*, *Telekia speciosa*, *Galega orientalis*.

**Интродукция барбариса Юлиана (*Berberis julianae*) в условиях Апшерона**Introduction of *Berberis julianae* in Apsheron area

Салахова Э.Х.

Институт дендрологии НАН Azerbaijan, Баку, Azerbaijan

Elnara.Salaxova@rambler.ru

В связи с интенсивным расширением площадей зеленого строительства Апшерона, стали широко применяться в озеленительных работах некоторые виды барбариса. Один из этих вид *Berberis julianae* Schneid. — кустарник, вид рода *Berberis* семейства *Berberidaceae*.

Родом из Центрального Китая (Гуанси, Гуйчжоу, Хубэй, Хунань и Сычуань). В горы поднимается на высоту 1000-1500 м над уровнем моря. В культуре с 1900 года. Впервые был описан в 1984 году ботаником У. Кентом.

Барбарис Юлиана – Вечнозелёный кустарник выпрямленной формы с очень плотной, густоветвистой почти шаровидной кроной с возрастом ветви дугообразно свисают вниз. Вечнозеленый кустарник 0,5-2 м., в ареале до 3-4 м. высоты. Крона густоветвистая, очень плотная, почти шаровидная. Ветви прямостоячие, серовато-желтые. Побеги желтоватые, ребристые, голые. Колочки до 4 см длины, трехраздельные, мощные, жесткие. Листья 3-10 см. длины, около 2,5 см. ширины, овально-ланцетные или обратнойцевидно-ланцетные, тупые или коротко заостренные, густопильчатые, с 12-20 мелкими, шиповато-колючими зубцами с каждой стороны, голые, жесткие, кожистые, сверху темно-зеленые, глянцево-лоснящиеся, снизу палевые и слабо блестящие. Корневая система состоит из мощного слаборазветвленного и широко распростёртого основного корня. Цветки 1 см. диаметром, желтые, снаружи иногда красноватые, собранные по 8-15 штук в пучки. Цветоножки до 1,5 см. длины. Плоды 0,8-0,9 см. длины, продолговатые, сине-черные, с плотным белым восковым налетом, с коротким столбиком. Цветет в июне. Теневынослив, засухоустойчив, растёт на почве от умеренно сухой до влажной, рекомендуется для садов парков и городских насаждений. Высаживаются в местах, защищённых от ветра. Неприхотлив. Цветет и плодоносит в средней полосе, но в суровые зимы может подмерзать. Морозостоек до минус 29 °С. В культуре с 1907 года. Высокодекоративен. Широко распространен.

Предпочитает солнечные и полутенистые места. Растёт на почве от умеренно сухой до влажной, как на кислой, так и на щелочной.

**Пионы (*Paeonia*) в ботаническом саду УНЦ РАН***Paeonia* in the Botanical Garden of the Ufa Scientific Center

Реут А.А., Миронова Л.Н.

Ботанический сад-институт Уфимского научного центра РАН, Уфа, Россия

cvetok.79@mail.ru

В настоящее время коллекция Ботанического сада-института (БСИ) Уфимского научного центра РАН представлена 260 таксонами травянистых и 20 – древовидных пионов. Ниже приводятся характеристики некоторых наиболее декоративных видов, интродуцированных в условиях БСИ, перспективных для зеленого строительства в средней полосе России.

*P. hybrida* Pall. Растение высотой до 40 см. Стебли гладкие, тонкие, уклоняющиеся. Цветоносы высотой 30-35 см, одноцветковые. Цветки открытые, небольшие, диаметром до 6 см, с сильным ароматом. Цветет в начале мая 10-13 дней. Семена созревают в июле. Семена темно-коричневые. Дает самосев. *P. peregrina* Mill. Растение высотой 40-50 см. Стебли прочные, гладкие, ребристые, не прямые. Цветоносы одноцветковые, высотой 35-37 см. Одновременно цветут до 2 чашевидных цветков, диаметром 7,0-7,5 см, с приятным ароматом. Цветет в мае-июне 12-15 дней. Созревание семян происходит в августе-сентябре. Семена округлые, сине-черные. *P. officinalis* L. Растение высотой до 65 см. Стебли гладкие, прочные. Цветоносы одноцветковые, высотой до 55 см. Цветки широко раскрытые, верхушечные, диаметром до 9 см, высотой до 4 см, со специфическим запахом. Цветет в мае-июне 12-14 дней. Созревание семян происходит в августе-сентябре. Семена продолговатые, темно-синие. *P. mlokosewitschii* Lomak. Растение высотой 50-60 см. Стебли гладкие, прочные, слегка красноватые. Цветоносы одноцветковые, высотой 50-55 см. Одновременно цветут до двух небольших цветков, диаметром до 7 см, со слабым ароматом. Цветет в мае-июне в течение 10 дней. Семена созревают в конце августа - сентябре. Семена круглые, темно-синие. *P. lactiflora* Pall. Растение высотой 65-75 см. Стебли гладкие, тонкие, ветвящиеся в верхней части. Высота цветоносов составляет 55-65 см. Они многоцветковые, на 1 стебле – 3-4 цветка. Цветки небольшие, до 5 см в диаметре, простые, аромат специфический. Цветет в июне в течение 12-14 дней. Семена созревают в сентябре. Семена коричневатобурые, продолговатые. Дает самосев.

**Перспективы использования растений флоры Кавказа Главного ботанического сада РАН**

Perspectives for the use of the Caucasian plants cultivated in Main Botanical Garden of RAS

Соколова В.В.

Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, Москва, Россия

soka22@mail.ru

Флора Кавказа является богатым и уникальным источником для интродукции хозяйственно-ценных, редких, эндемичных и декоративных видов. Большинство декоративных растений, возделываемых в России,

завезены из зарубежных стран, хотя огромный потенциал отечественных видов используется лишь в незначительной степени. В результате многолетних исследований в Главном ботаническом саду было испытано 1108 видов интродуцированных древесных и травянистых видов кавказской флоры.

Большинство растений из коллекции, насчитывающей 174 вида, можно рекомендовать для различных целей. Из раноцветущих травянистых видов декоративны и устойчивы: *Allium paradoxum* (Bieb.) G. Don fil., *Arum orientale* Bieb., *Dentaria quinquefolia* Bieb., *Scilla caucasica* Miscz., *Galanthus caucasicus* (Baker) Grossh., *Fritillaria kotschyana* Herb., *Helleborus caucasicus* A. Br. Не уступают по декоративным достоинствам признанным сортам такие летнецветущие растения как *Delphinium schmalhauseni* Albov, *Digitalis ciliata* Trautv., *Echinops ruthenicus* Bieb., *Filipendula vulgaris* Moench, *Polemonium caucasicum* N.Bush., *Salvia verticillata* L., *Telekia speciosa* (Schreb.) Baumg., *Astrantia biebersteinii* Trautv., *Galium rubioides* L., *Stachys macrantha* (C. Koch) Stearn, *Geranium platypetalum* Fisch. & C.A. Mey., *Origanum vulgare* L., *Gadellia lactiflora* (Bieb.) Schulkina, *Polygonatum multiflorum* (L.) All., *Scopolia caucasica* Kolesn. ex Kreyer, *Campanula lactifolia* L., *Nepeta grandiflora* Bieb. Быстро разрастаются почвопокровные виды: *Helianthemum ovatum* (Viv.) Dun., *Hedera pastuchowii* Woronow, *Geranium depilatum* Somm. & Levier.

Многие древесные растения Кавказской флоры могут быть популярны и востребованы в садово-парковом строительстве. В культуру Нечерноземной зоны могут быть успешно введены *Acer pseudoplatanus* L., *Sorbus persica* Hedl., *Rhamnus imeretina* Booth, *Carpinus betulus* L., *Cotinus coggygria* Scop., *Prunus spinosa* L., *Philadelphus caucasicus* Koehne, *Fagus orientalis* Lipsk, *Pyrus caucasica* Fed., *Sorbus caucasica* Zinserl., *Staphylea pinnata* L., *Tilia begoniifolia* Stev., *Taxus baccata* L.

### Особенности интродукции Стевии в Удмуртской Республике

On the introduction of Stevia in the Udmurt Republic

Филиппова А.Р., Федоров А.В., Зорин Д.А.

Отдел интродукции и акклиматизации растений Удмуртского НЦ УрО РАН, Ижевск, Россия

*AlbinaPhilippova@gmail.com*

Стевия является важнейшим источником получения стевиозида, применяемого в пищевой промышленности в качестве заменителя сахара. Стевия (*Stevia rebaudiana* Bertoni) – субтропический травянистый многолетний полукустарник семейства *Asteraceae*. В зоне умеренного климата выращивается как однолетняя культура.

Опыты закладывали в условиях открытого грунта в г. Ижевске. Изучено влияние срока и способа размножения на особенности роста, развития и урожайность стевии. Посев семян и нарезку черенков проводили одновременно, в следующие сроки: 01.03 (контроль), 11.03, 21.03, 31.03 и 10.04.

Преимущественное развитие надземной части отмечено у растений вегетативного размножения, у них были выше показатели длины главного побега на 13 %, количество листьев (на 44,9 %) и их площадь (на 29,6 %) по сравнению с растениями, полученными из семян.

По урожайности растений стевии семенного и вегетативного способов размножения в 2013-2014 гг. существенных различий не выявлено. Наибольшая урожайность получена у растений позднего срока посева (черенкования).

Определено содержание макро- и микроэлементов в надземной части растения. Наибольшее содержание элементов минерального питания отмечается в листьях, чем в стеблях: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в 1,1-1,8; K<sub>2</sub>O в 1,1-1,4; Ca в 1-2,5; Mg в 1,1-2,5; Zn в 3-3,8; Cu в 1-2,5; Fe в 2,4-5,9; Mn в 8,8-16,4 раза.

Оценка содержания аскорбиновой кислоты в листьях стевии генеративного и вегетативного размножения выявила определенные различия между вариантами. Срок и способ размножения оказали существенное влияние на содержание витамина С. Наибольшее содержание витамина С в 2014 г. отмечено у растений генеративного происхождения (58,6 мг/100 г), что на 70 % выше в сравнении с растениями вегетативного способа размножения.

Условия Удмуртской Республики позволяют выращивать стевию в однолетней культуре с получением урожайности – 9-13,3 ц/га. В связи с малой эффективностью и низкой приживаемостью семян при однолетнем способе выращивания в условиях Удмуртской Республики рекомендуем использовать вегетативный способ размножения методом зеленого черенкования, а оптимальным сроком черенкования - первую декаду апреля.

### Коллекция растений закрытого грунта Батумского ботанического сада

Collection of greenhouses at the Batumi Botanical Garden

Чаидзе Ф.Э., Челидзе Н.З., Цхоидзе Т.К.

Батумский ботанический сад, Батуми, Грузия

*feride\_tchaidze@mail.ru*

Сохранение и обогащение биологического разнообразия имеет стратегическое значение для устойчивого развития общества. Интродукция, как раздел экспериментальной ботаники и географии растений, остается основным направлением деятельности ботанических садов. Особенно актуальным является вопрос введения в культуру новых растений в связи с глобальным изменением климата, наметившимся в последние десятилетия.

Коллекция растений Батумского ботанического сада в основном состоит из субтропических видов различных областей мира, развитию которых способствует тёплый влажный климат Черноморского побережья Аджарии. Сдвиг в направлении привлечения растений из влажно субтропических областей земного шара произошел благодаря работам А. Н. Краснова. Анализ местной растительности на фоне данных экологических условий позволил ему наметить основные пути дальнейшей интродукции и положить блестящее начало широкому привлечению экзотов.

В 1913 году специальная комиссия по строительным вопросам во главе директора Батумского ботанического сада проф. А. Н. Краснова постановила, наряду с другими объектами, построить оранжерею для тропических растений.

По итогам проведённой в Батумском ботаническом саду инвентаризации растений в 1983–1985 годах, коллекция растений закрытого грунта насчитывала 700 видов и разновидностей. В коллекции широко были представлены представители родов бегонии, орхидей, кактусов, агав, съедобного банана, ананаса, кофе, томатного и дынного деревьев и много других.

С 1990 годов, тяжёлое экономическое положение в стране, отрицательное влияние оказало и на процесс интродукции растений. Однако, благодаря энтузиасту и любви к своему делу, сотрудникам Сада удалось максимально сохранить это вековое сокровище интродуцированных растений.

В настоящее время коллекционный фонд оранжереи Батумского ботанического сада содержит растения 32 семейств, 51 рода, 82 видов, разновидностей, форм, растений тропиков и субтропиков почти со всех континентов Земного шара.

Фенологические наблюдения над перечисленными видами, проводившиеся в 2010 – 2015 годах, показали возможность более широкого использования этих растений в условиях закрытого грунта, а некоторых, и в открытом грунте Черноморского побережья Аджарии и более рационального использования этих видов в различных отраслях хозяйства: лесном, декоративном, парфюмерном, лекарственном, медоносном, пищевом.

## УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ

- Afonin M.A. .... 142, 144  
Aghajanyan E.A. .... 151  
Arianoutsou M. .... 152  
Atoyants A.L. .... 151  
Avalyan R.E. .... 151  
Brenner W.G. .... 84  
Christopoulou A. .... 152  
Erastova D.A. .... 30  
Glushchenko A.M. .... 50  
Kovaleva T.A. .... 144  
Nosov A.M. .... 96  
Okun M.V. .... 37  
Ordynets A.V. .... 37  
Pawlowski K. .... 73, 84  
Rimgaile-Voicik R. .... 133  
Rydin C. .... 73  
Shchepin O.N. .... 45  
Shen H.L. .... 96  
Sherimbetov S.G. .... 140  
Simonian A.E. .... 151  
Spirin V.A. .... 37  
Tsagakari M. .... 152  
Yang L. .... 96  
Абдулганиева Э.Ф. .... 97  
Абдурахманова З.И. .... 97, 98  
Аверьянова А.Л. .... 142  
Авсиян А.Л. .... 47  
Агеев Д.В. .... 24  
Айрапетян А.М. .... 60  
Алейников А.А. .... 98, 109, 130  
Александрова А.В. .... 32  
Алексеев П.И. .... 142  
Алешина Д.Г. .... 149  
Алиев Х.У. .... 98  
Андреев Г.В. .... 147  
Андреев М.П. .... 42  
Андреева М.В. .... 99  
Андреева С.А. .... 48  
Анненкова Н.В. .... 48  
Антонова И.С. .... 113, 128  
Антонова Л.Д. .... 24  
Анцышкина А.М. .... 63  
Апанасова Н.В. .... 92  
Арепьева Л.А. .... 99  
Аристова М.К. .... 24  
Асадулаев З.М. .... 98  
Астахова М.А. .... 99  
Афанасьева А.Л. .... 149  
Ашик Е.В. .... 100  
Аюшева Е.Ч. .... 101  
Бабушкина Е.В. .... 147  
Басаргин Е.А. .... 101  
Баяхметов Е.Ж. .... 7  
Беланова А.П. .... 157  
Беляева Н.Г. .... 102  
Бердникова О.С. .... 70  
Билая Н.А. .... 100  
Бисикалова Е.А. .... 102  
Благиных В.В. .... 44  
Благодатнова А.Г. .... 48  
Бобровский М.В. .... 112  
Богданова Я.А. .... 134  
Богомолова Е.В. .... 13  
Болдина О.Н. .... 51  
Болотник Е.В. .... 56  
Болтенков Е.В. .... 94  
Большаков С.Ю. .... 25  
Бондаренко М.С. .... 151  
Бондарцева М.А. .... 13  
Борисов А.Ю. .... 69  
Боровик Т.С. .... 57  
Бородулина В.П. .... 134  
Боронникова С.В. .... 7  
Бочарников М.В. .... 103  
Брицкий Д.А. .... 57  
Булдакова Е.В. .... 103  
Бурдо А.Ю. .... 49  
Бурченко Т.В. .... 150  
Варгот Е.В. .... 135  
Вахрушева Л.П. .... 97  
Веденеев А.М. .... 28, 29, 40  
Веклич Т.Н. .... 149  
Величко Н.В. .... 49  
Венжик Ю.В. .... 84  
Вишнякова М.А. .... 87  
Владимиров И.Н. .... 129  
Вознесенская Е.В. .... 56  
Войцеховская О.В. .... 67, 72, 73,  
76, 84  
Волкова Е.А. .... 104  
Волкова Т.С. .... 50  
Волобуев С.В. .... 25, 37  
Вржосек Э.В. .... 94  
Высоцкая Л.Б. .... 83  
Гавинова А.Н. .... 104  
Гаврилова Д.В. .... 157  
Гаврилова О.А. .... 57  
Гаврилова О.П. .... 26  
Гагарина Л.В. .... 26  
Галимова П.М. .... 105  
Геникова Н.В. .... 105  
Герасимова Ю.В. .... 27  
Гладышева О.В. .... 158  
Глухова Е.М. .... 106  
Гмошинский В.И. .... 27, 35  
Гниловская А.А. .... 143  
Головачев А.Ю. .... 48  
Гомжина М.М. .... 28  
Гончарова О.Н. .... 28  
Горик В.В. .... 134  
Горина М.В. .... 71  
Горнов А.В. .... 105  
Горнов Д.А. .... 57  
Горнова М.В. .... 106  
Городня Е.В. .... 158  
Горшков В.В. .... 104  
Грабовский А.А. .... 143  
Гришин С.Ю. .... 139  
Гришуткин О.Г. .... 135  
Грохлина Т.И. .... 106  
Губина А.В. .... 58  
Гудилова Е.С. .... 107  
Гультяева Е.И. .... 24, 43  
Гурина А.А. .... 107  
Гусев Е.С. .... 48, 52  
Гусев Н.Ф. .... 63  
Гусева А.А. .... 58  
Гусева М.А. .... 149  
Гуторова О.В. .... 92  
Гюльмамедова Ш.А. .... 162  
Далинова А.А. .... 71  
Дёмина А.В. .... 29  
Демченко К.Н. .... 67, 74, 75, 76  
Десницкий А.Г. .... 47  
Джакели Д.С. .... 159  
Джапова Р.Р. .... 104  
Диярова Д.К. .... 72  
Дмитриева В.А. .... 72, 84  
Добрякова К.С. .... 5, 76  
Докшина А.Ю. .... 135  
Дудка В.А. .... 29  
Дусаева Г.Х. .... 108  
Дутова З.В. .... 108  
Евкайкина А.И. .... 73, 76  
Егидарова Е.Ю. .... 51  
Егорова И.Н. .... 51  
Егорова Н.Н. .... 59  
Емельянов В.В. .... 79, 81, 85  
Емельянова М.С. .... 49  
Ермолаева Н.Н. .... 154  
Ершова А.Н. .... 70  
Ершова Е.А. .... 109  
Ершова Е.Г. .... 118, 144  
Ефименко А.С. .... 98, 109  
Ефимов П.Г. .... 6, 10  
Ефремова Е.Ф. .... 110  
Железова С.Д. .... 110  
Желудева Е.В. .... 30  
Жернаков А.И. .... 69, 77  
Жондарева Я.Д. .... 52  
Жуков В.А. .... 69, 77  
Журбенко М.П. .... 17  
Зайцев Г.А. .... 60  
Зайцева Ю.Г. .... 73  
Зверев А.В. .... 111

- Землянская И.В. .... 40  
Землянский В.А. .... 111  
Зибзеев Е.Г. .... 123  
Зорин Д.А. .... 165  
Зубарева М.Д. .... 39  
Зунг В.В. .... 74  
Зябирова М.М. .... 112  
Иванова А.Н. .... 73, 84  
Иванова Е.В. .... 149  
Иванова Н.В. .... 112  
Ивасенко Ж.В. .... 93  
Игнатенко Р.В. .... 31  
Игнашов П.А. .... 113  
Ильина Е.Л. .... 67, 74, 75  
Исмаилов А.Б. .... 31  
Кадетов Н.Г. .... 99, 113  
Казакова Н.Л. .... 113  
Казанцева Е.С. .... 117  
Казарцев И.А. .... 24  
Казьмина Е.С. .... 136  
Кайбелева Э.И. .... 93  
Калашникова К.А. .... 32  
Каменева Л.А. .... 159  
Камынина Н.А. .... 59  
Канцерова Л.В. .... 114  
Каплевский А.А. .... 114  
Капустин Д.А. .... 52  
Каталан П. .... 12  
Кашутина И.Н. .... 115  
Кирилова И.А. .... 115  
Кирпа-Несмян Т.Н. .... 75  
Кирцидели И.Ю. .... 17  
Кирюшкин А.С. .... 67, 74, 75  
Киселева Д.С. .... 152  
Киселева О.А. .... 60  
Китаева А.Б. .... 76  
Климова Е.А. .... 76  
Кляйн О.И. .... 77  
Кобзева А.А. .... 32  
Ковалёва К.А. .... 116  
Кожин М.Н. .... 136, 144  
Кокаева Л.Ю. .... 38  
Колганихина Г.Б. .... 44, 45  
Колкер Т.Л. .... 33  
Конорева Л.А. .... 18, 42  
Копейна Е.И. .... 116  
Копцева Е.М. .... 118  
Копылов-Гуськов Ю.О. .... 6  
Кораблёв А.П. .... 117  
Корзников К.А. .... 117  
Коркишко Д.В. .... 118  
Корнеев М.Г. .... 156  
Корнейкова М.В. .... 41  
Королева Н.Е. .... 116  
Королева О.В. .... 77  
Коростелева Т.П. .... 118  
Корчиков Е.С. .... 33  
Костина О.В. .... 147  
Котенко Ю.В. .... 160  
Коцербуба В.В. .... 8  
Кочергина А.Г. .... 118  
Кочубей А.А. .... 119  
Кошелева Е.А. .... 160  
Красильников В.П. .... 7  
Кривина Е.С. .... 52, 53  
Крюкова Е.А. .... 34  
Крючкова А.А. .... 161  
Кудоярова Г.Р. .... 83  
Кузнецова И.В. .... 53  
Кузьмина Е.А. .... 119  
Кузьмина Е.Ю. .... 119  
Кулаева О.А. .... 69, 77  
Кулакова Д.А. .... 120  
Куликова А.И. .... 94  
Куликова Е.Я. .... 99  
Куликова Н.А. .... 77  
Куликовский М.С. .... 47, 48, 50,  
53, 54  
Кунина В.А. .... 161  
Курагина Н.С. .... 35  
Курицкая Е.В. .... 94  
Курской А. Ю. .... 137  
Кучаева Л.Н. .... 74  
Лавренов Н.Г. .... 120  
Лазников А.А. .... 98  
Ланцов В.А. .... 148  
Лапина А.М. .... 100  
Ласточкин В.В. .... 85  
Лебедева М.В. .... 121  
Леонова Н.А. .... 120  
Леонова Н.Б. .... 111  
Леострин А.В. .... 137  
Лилицкая Г.Г. .... 52  
Литягина С.В. .... 82  
Лопез-Альварез Д. .... 12  
Лучникова М.Д. .... 65  
Лянгузова И.В. .... 149  
МаксUTOва Н.В. .... 121  
Мальшева А.А. .... 53  
Мальцев Е.И. .... 48, 54  
Мамедов Т.С. .... 162  
Маркес И. .... 12  
Матвеев А.В. .... 35  
Матвеева Т.В. .... 11  
Махарадзе К.Н. .... 159  
Мезина Н.С. .... 7  
Мелькумов Г.М. .... 36  
Мельников Д.Г. .... 7, 148  
Меркер В.В. .... 163  
Метревели М.В. .... 159  
Миронова Л.Н. .... 164  
Мистрова А.А. .... 147  
Митина Г.В. .... 42  
Михайлова О.А. .... 154  
Михайлова Ю.В. .... 8, 85  
Мойсейчик Е.В. .... 122  
Моллаева М.З. .... 154, 155  
Морозова О.В. .... 19  
Морозюк Ю.А. .... 162  
Музыка В.А. .... 36  
Мурадян А.Г. .... 60  
Мурасева Д.С. .... 78  
Мюльгаузен Д.С. .... 153  
Нагнибеда Н.Н. .... 8  
Нафикова А.Р. .... 78  
Недовесова Т.А. .... 123  
Немерешина О.Н. .... 63  
Нечаева Ю.С. .... 7  
Нешатаева В.Ю. .... 117  
Никитина В.Н. .... 49  
Николаева Е.В. .... 49  
Нилова И.А. .... 79  
Новикова Т.И. .... 73  
Новожилов Ю.К. .... 21  
Носов Н.Н. .... 8  
Нуралиев М.С. .... 5  
Нуркаева М.Р. .... 60  
Овчаренко М.С. .... 123  
Оганджян А.А. .... 9  
Огнева И.Н. .... 48  
Олонова М.В. .... 7, 12  
Ольхова М.А. .... 107, 127  
Ондар М.М. .... 124  
Осмоловская Н.Г. .... 74  
Павленко Е.В. .... 61  
Павлова О.А. .... 49  
Пагода Я.О. .... 61  
Панкратова Л.А. .... 153  
Парахина Е.А. .... 138  
Паршин-Елисеев Н.В. .... 150  
Пашенко О.И. .... 163  
Пестеров А.О. .... 123  
Петров И.А. .... 62  
Петрова М.В. .... 121  
Петрова Н.А. .... 154, 156  
Петрова Н.В. .... 148  
Петрова С.Е. .... 61, 62  
Петруненко Е.А. .... 124  
Пинаевская Е.А. .... 125  
Пляшник Н.В. .... 63  
Подунай Ю.А. .... 48  
Покровская Ю.С. .... 79  
Полубоярова Т.В. .... 73  
Понизовская В.Б. .... 37  
Попкова Е.Г. .... 38  
Попова К.Б. .... 125  
Попова С.С. .... 145  
Попченко М.И. .... 138  
Потапов К.О. .... 38  
Преловская Е.С. .... 129  
Прибыткова Л.Н. .... 57  
Приказюк Е.Г. .... 79  
Пришневская Я.В. .... 7  
Прокопьев И.А. .... 80

Прокопьева Ю.П. ....	85	Смышляева О.И. ....	144	Халгинова Б.В. ....	101
Просьянникова И.Б. ....	45	Соколова В.В. ....	164	Ханина Л.Г. ....	106, 112
Псурцева Н.В. ....	33, 77, 81	Соколова О.С. ....	128	Ханов З.М. ....	39
Пузанский Р.К. ....	80, 81	Соколова Т.А. ....	128	Харчук И.А. ....	47
Пунина Е.О. ....	8	Сорокань А.В. ....	78	Хафизова Г.В. ....	11
Пушкарева Л.А. ....	95	Софронов А.П. ....	129	Цхоидзе Т.К. ....	165
Пшегусов Р.Х. ....	39	Ставрова Н.И. ....	104	Цыганов В.Е. ....	69, 76, 77, 82
Разарёнова К.Н. ....	147	Стаменов М.Н. ....	64	Цырендоржиева О.Ж. ....	64, 107, 127, 131
Рахимова Н. ....	9	Старовойтова М.Ю. ....	129	Чаидзе Ф.Э. ....	165
Рахимова Н.К. ....	126	Стаучан Е.А. ....	40	Чалкина В.С. ....	65
Ревушкин А.С. ....	57	Степанчикова И.С. ....	29	Чапоргина А.А. ....	41
Редькина В.В. ....	54	Сукристик В.А. ....	130	Челидзе Н.З. ....	165
Репкина Н.С. ....	84	Таланова В.В. ....	84	Чередниченко О.В. ....	134
Реут А.А. ....	164	Тарасова В.Н. ....	31	Черепанов И.В. ....	10
Решетникова Н.М. ....	112	Тарханов С.Н. ....	125	Черкасова Е.И. ....	95
Рогазинская–Таран А.А. ....	39	Терехина Н.В. ....	139	Чернышова Т.Н. ....	140
Рогачева О.В. ....	135	Тиммерс Т. ....	76	Чесноков С.В. ....	42
Родионов А.В. ....	8	Титов А.Ф. ....	79	Чиркова Т.В. ....	79, 85
Розанова А.А. ....	163	Титова А.П. ....	70	Чоглокова А.А. ....	42
Романова М.А. ....	73	Титова Г.Е. ....	88	Чубарова Ю.М. ....	100
Романюк Д.А. ....	81	Тиходеева М.Ю. ....	107, 110	Чунаев А.С. ....	70
Ручинская Е.В. ....	105	Тихонович И.А. ....	69, 77	Чэнь Т. ....	85
Рыжкова Н.И. ....	126	Ткачев Е.В. ....	10	Шаварда А.Л. ....	80, 81
Рябинина З.Н. ....	63	Толоконцев Д.В. ....	83	Шайдаюк Е.Л. ....	24, 43
Рябухина М.В. ....	63	Топчиева Л.В. ....	79	Шамбуева Г.С. ....	51
Саблирова Ю.М. ....	155	Торопова Е.В. ....	105	Шамров И.И. ....	90
Сазанова К.В. ....	74, 81	Трекозова А.В. ....	83	Шахматов А.С. ....	55
Сайтова Е.С. ....	127	Тренкеншу Р.П. ....	52	Шевченко Е.Н. ....	112
Салахова Э.Х. ....	164	Трошкина В.И. ....	139	Шевченко Н.Е. ....	133
Салимова Д.Р. ....	71	Трусов Н.А. ....	95	Шейн А.А. ....	80
Санникова Н.С. ....	119	Тумакова Е.А. ....	104	Шелудякова М.Б. ....	11
Сарсацкая А.С. ....	153	Тюрин А.В. ....	98, 130	Шершова Н.В. ....	43
Свердлин А.Б. ....	10	Тютерева Е.В. ....	72, 84	Шиков А.Е. ....	85
Семенищенков Ю.А. ....	127	Уваров С.А. ....	131	Шипоша В.Д. ....	12
Сеник С.В. ....	77	Уон К.Д. ....	131	Шишатская Е.А. ....	65
Сергеева И.В. ....	112	Фатерыга А.В. ....	10	Шишигин А.С. ....	44
Серова Т.А. ....	82	Фатерыга В.В. ....	10	Шишкина А.А. ....	44, 45
Сидельникова М.В. ....	39	Федоров А.В. ....	165	Шишова М.Ф. ....	80, 81, 85
Симакин Л.В. ....	98	Федосов В.Э. ....	132	Шлапак Е.П. ....	155
Синькевич И.А. ....	82	Федосова А.Г. ....	41	Шойдак С.С. ....	48
Синькевич М.С. ....	83	Фенько А.А. ....	84	Элбакян А.А. ....	60
Скуратов И.В. ....	34	Феокистов Д.С. ....	11	Юдакова О.И. ....	93, 95
Смирнов В.Э. ....	112, 117	Филиппова А.Р. ....	165	Юдина В.Н. ....	45
Смирнов П.Д. ....	147	Филиппова Г.В. ....	80	Юдова Д.А. ....	145
Смирнова С.В. ....	54	Фищенко Н.Ю. ....	48	Яцына А.П. ....	46
Смольнякова Ю.А. ....	40	Фролов Д.А. ....	132		

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

I. СИСТЕМАТИКА И ФИЛОГЕНИЯ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ.....	5
II. МИКОЛОГИЯ И ЛИХЕНОЛОГИЯ.....	13
III. АЛЬГОЛОГИЯ.....	47
IV. АНАТОМИЯ И МОРФОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ.....	56
V. КЛЕТОЧНАЯ И МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ И МЕТАБОЛИЗМ РАСТЕНИЙ И ГРИБОВ.....	67
VI. ЭМБРИОЛОГИЯ И РЕПРОДУКТИВНАЯ БИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ.....	87
VII. ГЕОБОТАНИКА.....	97
VIII. ГЕОГРАФИЯ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ.....	134
IX. ПАЛЕБОТАНИКА.....	142
X. БОТАНИЧЕСКОЕ РЕСУРСОВЕДЕНИЕ.....	147
XI. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ОХРАНА РАСТЕНИЙ.....	149
XII. ИНТРОДУКЦИЯ РАСТЕНИЙ.....	157
УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ.....	167

**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**  
**III (XI) Международной Ботанической Конференции молодых ученых**  
**в Санкт-Петербурге**  
**4 – 9 октября 2015 года**

**PROCEEDINGS**  
**of III(XI) International Botanical Conference**  
**of Young Scientists in Saint-Petersburg**  
**4 – 9 October 2015**

Редколлегия:

к.б.н. П.Г. Ефимов (отв. редактор),  
М.С. Бондаренко, к.б.н. Г.Ю. Виноградова, к.б.н. С.В. Волобуев, к.б.н. Л.В. Гагарина,  
к.б.н. Е.О. Головина, к.б.н. Е.Л. Ильина, Ю.Г. Калугин, к.б.н. А.П. Кораблев, А.В. Леострин,  
к.б.н. Н.В. Петрова, С.С. Попова, К.В. Сазанова, С.В. Смирнова, к.б.н. А.В. Степанова,  
к.б.н. Е.В. Тютерева

Подписано в печать 22.09.2015. Формат 60x84/8  
Отпечатано с готового оригинал-макета в типографии ООО «КопиСервис».  
Печать ризографическая. Заказ № 1/0922.  
П. л. 21.50. Уч.-изд. л. 21.50. Тираж 300 экз.

---

ООО «КопиСервис»  
Адрес: 197376, Санкт-Петербург, ул. Проф. Попова, д. 5, литер А  
тел.: (812) 327 5098