



МАТЕРИАЛЫ **V Международной научной конференции**

**Донецкие чтения 2020:
образование, наука, инновации,
культура и вызовы современности**

Том 2

**Донецк
17 – 18 ноября 2020 г.**

Химико-биологические науки

Уважаемые коллеги!



Ставшая уже регулярной политематическая V Международная научная конференция «Донецкие чтения: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности», которая в нынешнем 2020 году проводится Донецким национальным университетом в дистанционной форме, приобретает все больший интерес в отечественном и зарубежном научно-образовательном пространстве. Постоянно расширяется состав ее участников, перечень выносимых на обсуждение проблем, тематика научных презентаций.

Спектр представляемых на конференции исследований позволяет констатировать дальнейшее расширение областей сотрудничества, творческого взаимодействия и научных обменов, а также качественное углубление интеграционных связей ученых и педагогов университета, научных организаций – участников академического консорциума «Научно-образовательный и инновационный комплекс ДонНУ», а также всей отрасли науки и образования Донецкой Народной Республики с научно-образовательным сообществом Русского Мира. Все более интенсивными, насыщенными и плодотворными становятся наши творческие контакты с учеными множества зарубежных государств.

Сборник трудов конференции является 9-томным изданием, включающим 13 книг. Свои доклады на конференцию по результатам выполненных фундаментальных и прикладных исследований в области актуальных проблем естественно-математических, технических и социально-гуманитарных наук прислали известные специалисты и молодые ученые из многочисленных научно-образовательных организаций, представляющие помимо Донецкой и Луганской Народных Республик – Российскую Федерацию, Республику Южная Осетия, Приднестровскую Молдавскую Республику, Республику Узбекистан, Социалистическую Республику Вьетнам. Как и в предшествующие годы, значительная часть освещаемых в докладах результатов является плодом совместных исследований международных научных коллективов.

Обращаясь с пожеланиями успешной работы конференции хочу выразить мнение, что ее проведение бесспорно будет способствовать решению новых важнейших фундаментальных и прикладных задач научного познания, внесет свой вклад в инновационное развитие, в дальнейшее укрепление творческих контактов ученых, педагогов, деятелей культуры и искусства стран-участниц!

Ректор,
доктор физико-математических
наук, профессор

С.В. Беспалова

Министерство образования и науки
Донецкой Народной Республики
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Донецкий национальный университет»

V Международная научная конференция

Материалы
конференции

Том 2

**ХИМИКО-
БИОЛОГИЧЕСКИЕ
НАУКИ**

Донецкие чтения 2020: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности

г. Донецк
17-18 ноября 2020 г.

Донецк
Издательство ДонНУ
2020

ББК Г.я431+Е.я431
УДК 54+57+61
Д672

Редакционная коллегия:

С.В. Беспалова (главный редактор), М.В. Фоменко (отв. секретарь),
В.А. Дубровина, В.И. Сторожев, О.С. Горецкий, А.И. Сафонов,
А.В. Белый, Н.Д. Щепина

Д672 Донецкие чтения 2020: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Материалы V Международной научной конференции (Донецк, 17-18 ноября 2020 г.). – Том 2: *Химико-биологические науки* / под общей редакцией проф. С.В. Беспаловой. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2020. – 386 с.

Ответственность за содержание статей, аутентичность цитат, правильность фактов и ссылок несут авторы статей.

Во второй том материалов V Международной научной конференции «Донецкие чтения 2020: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности» вошли исследования по актуальным проблемам химических и биологических наук. Рассматриваются вопросы аналитической химии, биохимии и органической химии, неорганической химии, физической химии, биофизики, ботаники, зоологии и экологии, физиологии и биохимии растений и грибов, физиологии человека и животных, медицины.

Освещенные в сборнике проблемы и направления их решения будут полезны научным работникам, преподавателям, студентам, аспирантам, докторантам, проводящим научные исследования в области химических и биологических наук.

ББК Г.я431+Е.я431
УДК 54+57+61

© Коллектив авторов, 2020

© Донецкий национальный университет, 2020

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Председатель:

Беспалова С.В., д-р физ.-мат. наук, профессор, ректор Донецкого национального университета (г. Донецк)

Заместитель председателя:

Бабурин С.Н., д-р юрид. наук, профессор, главный научный сотрудник Института государства и права РАН, Президент Международной славянской академии наук, образования, искусств и культуры, Президент Ассоциации юридических вузов (г. Москва)

Члены программного комитета:

Аваков С.Ю., д-р экон. наук, профессор, ректор Таганрогского института управления и экономики (г. Таганрог)

Андреев Д.А., канд. ист. наук, доцент, заместитель декана по научной работе исторического факультета Московского государственного университета (г. Москва)

Аноприенко А.Я., канд. техн. наук, профессор, ректор Донецкого национального технического университета (г. Донецк)

Беспалова Т.В., д-р филос. наук, руководитель Отдела государственной культурной политики Российского научно-исследовательского института культурного и природного наследия имени Д.С. Лихачева (г. Москва)

Болнокин В.Е., д-р техн. наук, профессор, гл. науч. сотр., руководитель Центра подготовки научных кадров ФГБУН «Институт машиноведения им. А.А. Благонравова» (г. Москва)

Воронова О.Е., д-р филол. наук, профессор, профессор кафедры журналистики, руководитель Есенинского научного центра Рязанского государственного университета имени С.А. Есенина, член Общественной палаты Российской Федерации, член Союза писателей и Союза журналистов России (г. Рязань)

Зайченко Н.М., д-р техн. наук, профессор, ректор Донбасской национальной академии строительства и архитектуры (г. Макеевка)

Качалов Р.Н., и.о. ректора ГОУ ВПО «Донецкая государственная музыкальная академия имени С.С. Прокофьева» (г. Донецк)

Кишкань Р.В., председатель Государственного комитета по экологической политике и природным ресурсам при Главе Донецкой Народной Республики (г. Донецк)

Ковалев А.М., д-р физ.-мат. наук, профессор, директор ГУ «Институт прикладной математики и механики» (г. Донецк)

Кожухов И.Б., д-р физ.-мат. наук, профессор, профессор кафедры высшей математики НИУ «Московский институт электронной техники» (г. Москва)

Минаев А.И., д-р ист. наук, профессор, ректор Рязанского государственного университета имени С.А. Есенина (г. Рязань)

Нечаев В.Д., д-р полит. наук, ректор Севастопольского государственного университета (г. Севастополь)

Полищук В.С., д-р техн. наук, директор ГУ «Научно-исследовательский институт «Реактивэлектрон» (г. Донецк)

Половян А.В., д-р экон. наук, профессор, Министр экономического развития Донецкой Народной Республики, и.о. зав. кафедрой менеджмента Донецкого национального университета (г. Донецк)

Приходько С.А., канд. биол. наук, ст. науч. сотр., директор ГУ «Донецкий ботанический сад» (г. Донецк)

Решидова И.Ю., канд. физ.-мат. наук, и.о. директора ГУ «Донецкий физико-технический институт им. А.А. Галкина» (г. Донецк)

Рябичев В.Д., д-р техн. наук, профессор, ректор Луганского национального университета имени Владимира Даля (г. Луганск)

Савоськин М.В., канд. хим. наук, ст. науч. сотр., директор ГУ «Институт физико-органической химии и углехимии им. Л.М. Литвиненко» (г. Донецк)

Скафа Е.И., д-р пед. наук, профессор, проректор по научно-методической и учебной работе Донецкого национального университета (г. Донецк)

Соболев В.И., д-р биол. наук, профессор кафедры здоровья и реабилитации Крымского Федерального университета им. В.И. Вернадского (г. Ялта)

Сторожев В.И., д-р техн. наук, профессор, проректор по научной и инновационной деятельности Донецкого национального университета (г. Донецк)

Тедеев В.Б., канд. техн. наук, профессор, ректор Юго-Осетинского государственного университета имени А.А. Тибилова (г. Цхинвал)

Третьяков В.Т., профессор, декан Высшей школы телевидения Московского государственного университета (г. Москва)

Шемякина Н.В., канд. экон. наук, доцент, и.о. директора ГУ «Институт экономических исследований» (г. Донецк)

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Аналитическая химия

УДК 543.42

ИЗУЧЕНИЕ ЭКСТРАКЦИИ БАВ ВОДОЙ И ВОДНО-ЭТАНОЛЬНЫМИ РАСТВОРАМИ БЕССМЕРТНИКА ПЕСЧАНОГО (ЛАТ.HELICHRYSUM ARENARIUM)

Абрамян М.К., д-р хим. наук, проф., *Кучменко Т.А.*

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»,
г. Воронеж, РФ

marina-abramyan99@mail.ru

Бессмертник песчаный – многолетняя трава, являющаяся лекарственным средством, применяющийся как в народной, так и в официальной медицине. Настой и отвар цветков бессмертника оказывает желчегонное, холекинетическое, холеретическое, противовоспалительное, антибактериальное, спазмолитическое и ранозаживляющее действие. Усиливают секрецию желчи, желудочного и панкреатического сока, повышают тонус желчного пузыря и способствуют оттоку желчи, оказывая спазмолитическое действие на гладкую мускулатуру сфинктеров желчного пузыря и желчевыводящих путей. Действие бессмертников связывают с флавонами и фенокислотами [1]. В состав растения входят: флавоноиды не менее 6 %: салипурпозиды, нарингенины, апигенины, кемпферолы и их гликозиды; горькие и дубильные вещества; тритерпеновые сапонины, скополетины, ситостерины; эфирные масла (0,05 %); органические кислоты; каротиноиды; полисахариды (3,5–5,5 %); витамин К, аскорбиновая кислота, соли, дубильные вещества, органические кислоты [2]. Приоритетным методом выделения биологически активных веществ из лекарственного сырья является экстракция.

Цель работы – изучить экстракцию БАВ из бессмертника песчаного водой и водно-этанольными растворами различной концентрации фотометрическим методом для разработки альтернативного метода детектирования полноты их экстракции пьезокварцевым микровзвешиванием.

В ходе эксперимента помещали измельченные цветки бессмертника песчаного ($m = 2$ г) в 5 пробирок, заливали дистиллированной водой (1 проба), 10%-ым (2 проба), 20%-ым (3 проба), 30%-ым (4 проба), 40%-ым (5 проба) водно-этанольным раствором ($V=40$ см³). Экстракцию проводили в темноте не менее 3-х часов периодически встряхивая. С целью контроля

накопления биологически активных веществ в экстрактах снимали спектры поглощения в диапазоне длин волн от 400 до 800 нм с шагом 2 нм.

Идентификацию БАВ и контроль за их накоплением в экстрактах бессмертника песчаного осуществляли с помощью дифференциальных спектров поглощения (рис. 1).

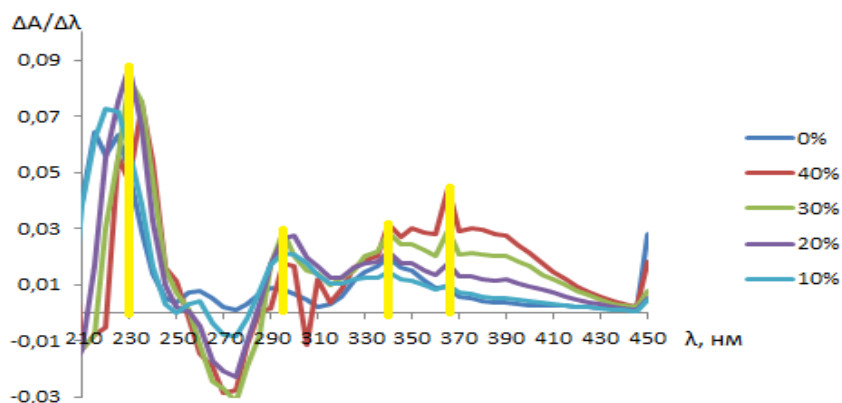


Рис. 1. Дифференциальные спектры экстрактов бессмертника песчаного *Helichrysum arenarium*

Установлено, что в экстрактах бессмертника песчаного присутствуют такие соединения, как: кумарины, флаваномы, флавоны, флавоноиды, флавонолы, эскулитины, кверцетины, нарциссины.

Сопоставлен состав полученных экстрактов бессмертника по методологии «отпечатков пальцев» в зависимости от содержания этанола в экстрагирующей смеси. Для этого выбрали в качестве локальных точек на спектрах оптические плотности для длин волн: 230, 295, 340, 365 нм. Рассчитаны параметры подобия Спирмена для набора значений функции в точке экстремума на спектрах, полученных для водного (0 %) и водно-этанольных экстрактов бессмертника песчаного.

Установлено, что коэффициент корреляции Спирмена равен 1.000. Связь между экстрактами функциональная. Из этого следуют, что группы БАВ, входящих в состав лекарственного растения, извлекаются одинаково в зависимости от концентрации растворителя.

Исследованы особенности извлечения идентификационных соединений водным и водно-этанольными растворами по оптической плотности при четырех характеристических длинах волн от концентрации этанола.

Построили графики зависимости оптической плотности от концентрации водного и водно-спиртовых растворов (рис. 2)

Установлено, что с увеличением доли этанола наблюдается увеличение содержания таких экстрагируемых соединений как: эскулитины, кумарины, кверцетины, флаваномы, дитерпеновые кислоты, флавоны, флавоноиды, флавонолы максимально поглощающих при разных длинах волн. То есть все типы соединений являются более гидрофобными, поэтому они лучше извлекаются при увеличении концентрации спирта.

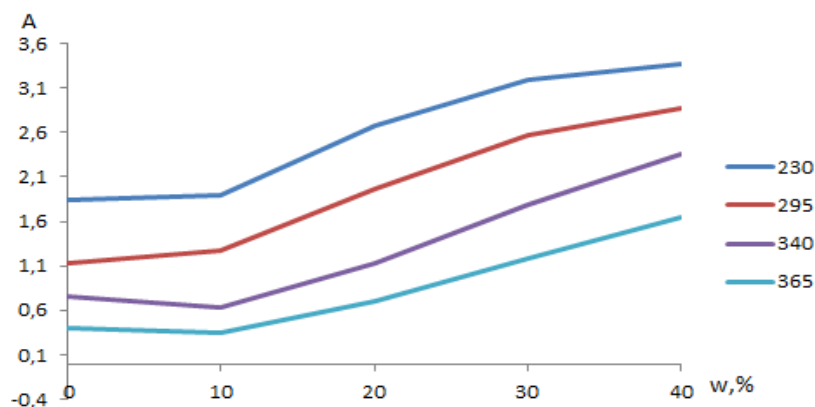


Рис. 2. График зависимость оптической плотности от концентрации водно-этанольного раствора (бессмертник песчаный)

Также была проанализирована масса экстрагирующихся веществ бессмертника, измеренных на приборе «MCNano WPQ-8». По сути измерения с применением высокочувствительных пьезовесов в микродозе экстракта определяли сухие вещества. Построен график зависимости массы нелетучих соединений бессмертника от концентрации спирта в экстрагенте (рис. 3).

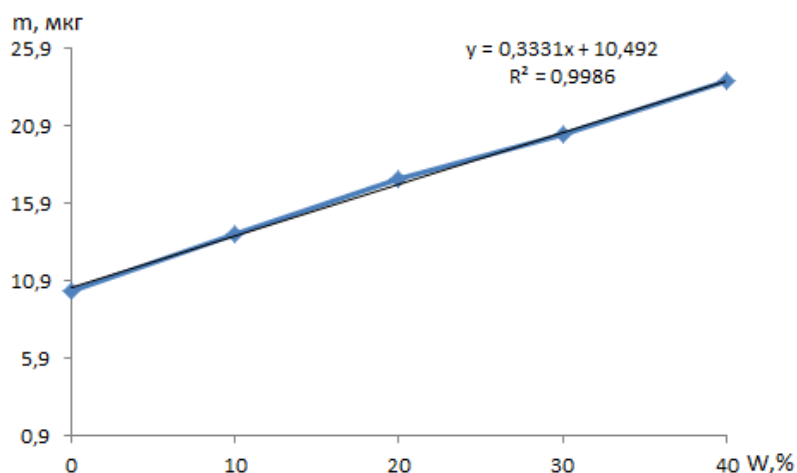


Рис. 3. График зависимости массы нелетучих соединений бессмертника песчаного от концентрации спирта в экстрагенте

Результаты пьезокварцевого микровзвешивания коррелируют с результатами молекулярной абсорбционной спектроскопии в видимой и ближней инфракрасной областях спектра. Погрешность измерений не превышает 15 %, что приемлемо для экспрессных внелабораторных измерений. Пьезокварцевые микровесы позволяют за 1 мин измерить сухие вещества в 8 экстрактах объемом 1 мкл и пригодны для разработки экспресс-мониторинга эффективности экстракции нелетучих соединений из лекарственных трав.

Список литературы

1. Бессмертник песчаный [Электронный ресурс]: PharmSpravka.ru. – URL: <http://www.pharmspravka.ru/entsiklopediya-lekarstvennyih-rasteniy/lekarstvennyie-rasteniya-b/bessmertnik-pesch.html> (Дата обращения 05.10.2020)
2. Проблема стандартизации растительного сырья, используемого в производстве биологически активных добавок к пище [Электронный ресурс]: www.Farosplus.ru.– URL: http://www.farosplus.ru/index.htm_problem_standart.htm (Дата обращения 05.10.2020).

УДК 541.123.81:664.162

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГИДРОФИЛЬНОСТИ ПОДСЛАСТИТЕЛЕЙ МЕТОДОМ ИЗОПИЕСТИРОВАНИЯ

Аркадьева А.В., Никулина А.В., канд. хим. наук

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»,
г. Воронеж, РФ
nik_a_68@mail.ru

Введение. Гидрофильность в пищевой продукции характеризует товарное свойство продуктов. Для оценки гидрофильности ПАВов известно использование изопиестического метода, которого также применим для сравнительной оценки влагоудерживающей способности.

Цель работы – оценка возможности применения изопиестического метода для определения гидрофильности подсластителей.

Основная часть. Сущность метода заключается в том, что предварительно высушенные образцы подсластителей (глюкоза, фруктоза, сахароза, сорбит, цикломат натрия, эритрит) помещали в изолированные сосуды (эксикаторы) с определенной активностью растворителя и выдерживали при постоянной температуре, периодически определяя массу вещества на аналитических весах [1]. Сорбция паров воды подсластителями при малой и средней области парциальных давлений увеличивалась линейно – происходила гидратация полярных групп подсластителей на поверхности кристалла. В области высоких значений парциальных давлений наблюдалось резкое возрастание индекса сорбции, так как протекала многослойная сорбция. Визуальным сигналом окончания эксперимента служил эффект «стеклования» на поверхности сахаров или постоянная масса. Время установления равновесия и появления эффекта «стеклования» от 30 минут до 7 часов.

По полученным данным рассчитана энергия Гиббса гидратации подсластителей, которую можно считать критерием гидрофильности, так как ее значения полностью соотносятся с литературными данными о влагоудерживающей способности подсластителей [2]. Рассмотрены возможности оценки гидрофильности подсластителей по их растворимости и другим методам, применяемым для оценки гидрофильности ПАВ –

упрощенному критерию гидрофильности, методам Гриффина, Дэвиса. Полученные данные не коррелируют с функциональными свойствами подсластителей.

Заключение. Энергия Гиббса гидратации подсластителей, определяемая изопиестическим методом, рекомендуется для оценки их гидрофильности.

Список литературы

1. Изопиестический метод исследования URL.: <https://www.lib.tpu.ru/fulltext/m/2012/m19.pdf> (Дата обращения 05.10.2020)
2. Сахарозаменители и подсластители URL.: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/30/1/jomtsipiptnznpiuvkv.pdf> (Дата обращения 05.10.2020)

УДК 504.54:543.42(477.62)

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИСПЕРСИОННОЙ МИКРОЭКСТРАКЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ Pd В ДОРОЖНОЙ ПЫЛИ МЕТОДОМ ЭТААС

Алемасова А.С., д-р хим. наук, проф., *Пенькова Ю.И.*
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
alemasovaa@gmail.com

Довольно неожиданной проблемой для экологической аналитической химии в последние десятилетия стало значительное поступление соединений Pd в дорожную пыль в мегаполисах и рекреационных чистых зонах вследствие использования автомобильных катализаторов дожигания выхлопных газов. Так, среднее содержание палладия в дорожной пыли мегаполисов составляет (в нг/г): Токио – 297, Рим – 303, Франкфурт – 73, Сан-Диего – 150.

Определить содержание Pd в сложной матрице минерализата дорожной пыли на фоновом уровне возможно методом электротермической атомно-абсорбционной спектроскопии (ЭТААС) с обязательным предварительным отделением и концентрированием Pd.

Практически отсутствуют теоретические положения выбора дисперсионной микроэкстракционной системы для концентрирования и ЭТАА определения элементов. Нами при выборе экстрагента предложено учитывать следующие факторы: 1) способность экстрагента селективно и полностью извлекать Pd(II) из растворов сложного многокомпонентного состава; 2) природа экстракционного и дисперсионного растворителя должны способствовать образованию мелкодисперсной эмульсии экстрагента, обеспечивать локализацию экстракта на дне конической

пробирки и обеспечивать оптимальный для последующего анализа объем экстракта после разделения фаз при минимальном объеме смеси растворителей; 3) соотношение термической устойчивости экстрагируемого соединения и самого реагента должно позволять термически стабилизировать аналит на низкотемпературных стадиях атомизации.

При выборе дисперсионной микроэкстракционной системы прогнозировали влияние различных компонентов данной системы с использованием термодинамического моделирования при помощи комплекса программ HSC Chemistry 5.1. Полученные результаты свидетельствуют о том, что природа и количество экстракционного и диспергирующего растворителей оказывают решающую роль на величину и форму аналитического сигнала Pd при его определении непосредственно в экстракте ЭТАА методом, однако практически не влияют на допустимую температуру стадии пиролиза. Природа донорного атома в реагенте-экстрагенте незначительно влияет на механизм образования свободных атомов Pd.

Для микроэкстракционного концентрирования Pd(II) с диспергированием экстрагента была исследована система, извлекающая палладий в виде диметилглиоксимата в кислой среде (2 М HCl), что позволяет использовать эту систему для концентрирования Pd из кислых вытяжек дорожной пыли. В качестве органического растворителя использовали хлороформ, в качестве диспергирующего – этанол. Соотношение растворителей в системе составляло 1:4.

Была исследована селективность экстракционного извлечения Pd(II) в предложенной системе с учетом сложной матрицы кислотного минерализата дорожной пыли. Валовое содержание элементов в дорожной пыли определяли атомно-эмиссионным методом с индуктивно-связанной плазмой. Макросостав дорожной пыли представлен в основном Al, K, Na, Fe, Ca и их соединениями, что соответствует элементному составу черноземов обыкновенных Донецкой области. Существенное влияние на степень извлечения оказали лишь ионы Al^{3+} и Fe^{3+} . Для маскирования последнего использовалась аскорбиновая кислота.

В пыли двух центральных магистралей г. Донецка, собранной в трехдневный сухой период в сентябре 2019 г., обнаружено 0,4 нг/г Pd(II), что свидетельствует о незначительном изменении фонового уровня Pd в Донецком регионе несмотря на интенсивное движение автомобильного транспорта. Косвенно это может свидетельствовать о недостаточном использовании в регионе автомобилей, оснащенных катализаторами дожигания выхлопных газов, т.е. об устаревшем автомобильном парке.

Предел обнаружения разработанной методики составляет 0,2 нг/г, что значительно ниже, чем для методик-прототипов (3–600 нг/г), а коэффициент обогащения занимает промежуточное значение. Относительное стандартное отклонение хуже, что может быть связано с

неотработанностью методики. По себестоимости и доступности реактивов разработанная методика превосходит методики-прототипы, в которых часто используют экзотические и малодоступные реагенты типа N-(6-морфолин-4-илпиридин-3-ил)-N'-фенилтиомочевины, и др. Селективность взаимодействия ионов Pd с диметилглиоксимом превосходит многие прототипы и описана в классических монографиях.

Таким образом, модификация электротермической атомно-абсорбционной методики путем ее сочетания с дисперсионным микроэкстракционным концентрированием позволила разработать селективную методику определения фоновых количеств Pd в сложной матрице кислотного минерализата дорожной пыли.

УДК 543.421

ПЕРМАНЕНТНЫЙ МОДИФИКАТОР НА ОСНОВЕ КОЛЛОИДНОГО РАСТВОРА ОКСИДА ВАНАДИЯ(IV) – ПРЕИМУЩЕСТВА И ОГРАНИЧЕНИЯ

Алемасова А.С., д-р хим. наук, проф., *Шептун И.Г.*
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
alemasovaa@gmail.com

Эффективность коллоидных форм химических модификаторов в электротермической атомно-абсорбционной спектроскопии (ЭТААС) изучена недостаточно, и возможности таких модификаторов при устранении матричных влияний реализованы не полностью. Вероятно, это обусловлено неустойчивостью коллоидных растворов и невозпроизводимостью данных при их использовании. В то же время модификатор коллоидный палладий (коллоидный раствор восстановленного палладия) демонстрирует значительные преимущества по сравнению с истинными растворами неорганических и органических модификаторов [1].

Представляется перспективным использование в качестве модификаторов коллоидные растворы соединений ванадия. Сам ванадий образует тугоплавкие карбиды, а его оксиды образуют коллоидные растворы, при нанесении которых на поверхность образуются равномерные пленки. Именно это свойство обуславливает перспективность применения соединений ванадия в качестве перманентных модификаторов. Ранее оксиды ванадия как перманентные модификаторы не использовались. Для получения раствора наночастиц оксида ванадия(IV) использовали обратную мицеллярную методику синтеза из ацетилацетоната ванадила. Для стабилизации использовали децилсульфат натрия, растворитель служил бутанол.

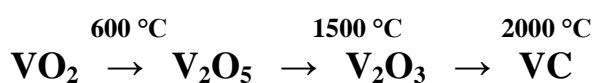
В полученных растворах при падении на них монохроматического светового пучка наблюдался конус Тиндаля, что подтверждает коллоидную природу растворов. Размер наночастиц оксида ванадия(IV) в коллоидных растворах регулировали посредством добавления различного количества дистиллированной воды (100, 50 и 20 мкл). Спектры поглощения растворов, полученных с добавлением различного количества воды, подтверждают факт получения коллоидных частиц различного размера.

В соответствии с законом Рэлея можно было ожидать, что при добавлении минимального количества воды 20 мкл размер частиц будет наибольшим. Метод просвечивающей электронной микроскопии подтверждает это предположение. Наименьший размер частиц (~ 150 нм) наблюдался для коллоидного раствора с добавкой 100 мкл воды, а наибольший (400–600 нм) – для раствора с минимальным количеством добавленной воды. Для коллоидного раствора с добавкой 50 мкл воды наблюдалось также образование кластера частиц, для них была характерна высокая и равномерная степень агломерации.

Рентгенофазовый анализ пасты, полученной упариванием коллоидного раствора оксида ванадия(IV), подтверждает наличие кристаллической фазы именно оксида ванадия(IV).

Для перманентных модификаторов важно, чтобы покрытие графитовой поверхности оставалось в кювете при ее нагреве как можно дольше. Исследование кривых атомизации показывает, что при каждой заданной температуре абсорбционность ванадия выше при атомизации из метаванадата аммония, который был взят для сравнительной оценки, чем из раствора оксида ванадия(IV). Следовательно, соединения ванадия и/или футеровка графитовой поверхности будут во втором случае удаляться из печи значительно хуже. Последнее может быть связано с хорошей смачиваемостью графитовой поверхности платформы, проникновением в поры графита и сдвигом равновесия высокотемпературной реакции образования карбида ванадия.

Методом рентгенофазового анализа были исследованы термохимические превращения, протекающие с модификатором в графитовой печи. Температуры, при которых проводили исследование фазового состава поверхности графитовой платформы, соответствовали основным этапам нагрева электротермического атомизатора в ходе анализа, т.е. сушка, пиролиз и атомизация. На основании этих исследований схему термического превращения модификатора в графитовой печи можно представить следующим образом.



Т.е. в результате обжига на поверхности платформы образуется термостойкое покрытие карбида ванадия, температура плавления которого 2 800 °С.

Эффективность нового модификатора оценивали на примере атомно-абсорбционного определения легколетучих элементов индия и таллия. На основании кривых пиролиза можно утверждать, что предложенный модификатор более эффективно термически стабилизирует индий, чем метаванадат аммония и позволяет увеличить допустимую температуру на стадии пиролиза на 400 °С. Аналогичная картина наблюдается и для таллия, улетучивание которого без модификаторов наблюдается при очень низких температурах – всего 400 °С. Здесь прирост допустимой температуры еще более значителен и составляет 700 °С.

Предложенный модификатор оказывает влияние на чувствительность атомно-абсорбционного определения, которую принято выражать характеристической массой. Видно, что для безматричных растворов предложенный модификатор существенно улучшает чувствительность определения таллия с 20 до 13 пг, но незначительно влияет на чувствительность при определении индия.

Еще четче выражен эффект повышения чувствительности при определении индия и таллия в депрессирующей хлоридной матрице. При использовании коллоидного оксида ванадия характеристическая масса снизилась в 4–6 раз. В обоих случаях предложенный модификатор практически не влияет на сходимость результатов.

Коллоидный раствор оксида ванадия(IV), стабилизированный децилсульфатом натрия, устойчив в течение 30 дней. Ограничением может быть устойчивость сформированного покрытия на поверхности платформы, что нуждается в дальнейшем исследовании.

Таким образом, предложен и синтезирован новый перманентный модификатор – коллоидный раствор оксида ванадия(IV), изучен процесс его термохимического преобразования на разных этапах атомизации и установлены метрологические характеристики определения индия и таллия в его присутствии.

Список литературы

1. Волынский, А.Б. Систематический подход к устранению матричных влияний в электротермической атомно-абсорбционной спектрометрии: аналитическая химия: Автореф. ... дис. д-ра хим. наук: 02.00.02 / Волынский Анатолий Борисович. – Москва, 2001 – 47 с.

СОСАДИТЕЛЬНОЕ КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ ТАЛЛИЯ(I) В СИСТЕМЕ ФОСФОРНОВОЛЬФРАМОВАЯ КИСЛОТА – ТЕТРАБУТИЛАММОНИЙ БРОМИД

Добрыдин А.В.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР

av_dobrydin@mail.ru

Перспективным в экологическом контроле загрязнения соединениями таллия объектов окружающей среды является метод соосаждения, степень разработанности которого позволяет эффективно использовать его для серийных и массовых анализов. Кроме того, применение метода соосаждения позволяет отделить таллий от сопутствующих элементов, что позволяет снизить нижнюю границу определяемых содержаний таллия, уменьшить влияние компонентов матрицы и, тем самым, обеспечить надёжный контроль его содержания в воде на уровне и ниже ПДК.

Ранее авторами работы [1] была показана возможность использования хорошо коагулирующих и обладающих развитой поверхностью осадков $[(C_2H_5)_4N]_3[P(Mo,W)_{12}O_{40}]$ и $[(C_4H_9)_4N]_4[Si(Mo,W)_{12}O_{40}]$ в качестве коллектора микроколичеств таллия(I), образующихся при последовательном введении в анализируемый раствор гетерополикислоты и четвертичного тетраалкиламмониевого основания.

Целью работы являлась оптимизация условий соосадительного концентрирования микроколичеств таллия и оптимизация условий электротермического атомно-абсорбционного определения таллия в концентрате.

Объект исследования – условия соосадительного концентрирования таллия при использовании фосфорновольфрамовой кислоты в присутствии тетрабутиламмония, высокотемпературные процессы образования свободных атомов таллия в графитовых печах электротермических атомизаторов.

Предмет исследования – метрологические характеристики ЭТААС метода определения следовых количеств таллия в концентрате, полученном после соосадительного концентрирования с использованием системы фосфорновольфрамвая кислота – тетрабутиламмоний бромид, в сравнении с ранее используемыми разработанными методиками определения микроколичеств таллия в водах.

Таллий в природных объектах и, в частности, в природных водах может находиться в двух валентных состояниях (I) и (III). Установлено, что трёхвалентный таллий в данных условиях не осаждается. Таким

образом, возможно разделение Tl(I) и Tl(III). В связи с этим для определения общего содержания таллия в природных водах и растворах объектов окружающей среды, полученных после кислотного разложения, необходимо предварительное восстановление Tl(III) до Tl(I). Исследовали влияние различных восстановителей на степень извлечения таллия в концентрат (R), и установлено, что R составляет соответственно (в %): солянокислый гидроксилламин – 100; аскорбиновая кислота – 93; сульфат железа(II) – 90; хлорид олова(II) – 80; сульфит натрия – 60.

Из полученных данных видно, что наиболее эффективным восстановителем при прочих равных условиях, является гидроксилламин солянокислый.

Исследовано влияние кислотности среды на процесс концентрирования и отделения таллия в системе фосфорновольфрамовая кислота – бромид тетрабутиламмония (ФВК – БТБА). Установлено, что в интервале pH 1,0÷2,3 происходит количественное отделение и концентрирование Tl(I). Коэффициент концентрирования равен 25. На основании литературных данных о формах существования ФВК в водных растворах, полученных методом ЯМР ³¹P [2], предложен механизм осаждения Tl(I) в системе ФВК – БТБА, который можно представить следующим уравнением:



С целью оптимизации условий ЭТААС определения таллия с использованием программы HSC Chemistry 5.1 выполнено компьютерное термодинамическое моделирование (ТДМ) высокотемпературных процессов атомизации концентрата Tl[(C₄H₉)₄N]₂[PW₁₂O₄₀], растворённого в 1 М гидроксида натрия и в ацетонитриле.

Из результатов ТДМ высокотемпературных процессов атомизации таллия из концентрата, растворённого в 1 М растворе гидроксида натрия, следует, что при низких температурах 100–250 °С наблюдается образование и испарение кислородсодержащего соединения таллия – оксида TlO. Это молекулярное соединение существует в газовой фазе вплоть до 2 500 °С без разложения. Результатом этого может быть значительное подавление аналитического сигнала и резкое снижение чувствительности определения.

Наоборот, растворение концентрата таллия в ацетонитриле ведёт к появлению атомов таллия в свободном состоянии уже при 800 °С (верхняя подсистема) или при 1000 °С (нижняя подсистема). Причём в первом случае появление свободных атомов происходит при термодиссоциации гидрида таллия TlH в газовой фазе. А для подсистемы, где обеспечен контакт с углеродом стенки печи (низ), атомизация сводится к испарению восстановленного таллия из конденсированной фазы.

Максимально допустимые температуры по результатам моделирования не соответствуют реальности, ввиду того что эта

температура не может превышать 500 °С. Выше этой температуры наблюдаются потери таллия на предварительных стадиях.

Показано, что использование в качестве растворителя ацетонитрила позволяет предотвратить потери таллия на стадии пиролиза. Экспериментально доказана эффективность ацетонитрила в качестве растворителя концентрата $Tl[(C_4H_9)_4N]_2[PW_{12}O_{40}]$ для последующего ЭТААС определения таллия.

Разработана методика соосадительного концентрирования и атомно-абсорбционного определения таллия в различных типах вод на уровне и ниже ПДК.

Из результатов проверки правильности методом «введено-найдено» следует, что разработанная методика позволяет контролировать содержание таллия в различных типах вод с удовлетворительной для таких низких концентраций точностью ($S_r = 0,08-0,33$) [3]. Данная методика может быть использована для определения таллия и в других объектах после соответствующей пробоподготовки.

Список литературы

1. Трохименко О.М. Концентрирование микроколичеств таллия из водных растворов методом соосаждения / О.М. Трохименко, Н.Ф. Филиндаш, В.В. Трачевский // Тез. докл. III-й Всесоюзн. конф. по методам концентрирования в аналитической химии. – Черногоровка: Изд-во ИОФХ, 1990. – С. 75.
2. Поп, М.С. Гетерополи- и изополиоксометаллаты: монография. Пер. с англ. / М.С. Поп // Под ред. Э.Н. Юрченко. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1990. – 232 с.
3. ГОСТ 27384-2002. Вода. Нормы погрешности измерений показателей состава и свойств: дата введения 2004-01-01. – Москва.: Изд-во стандартов, 2004. – 14 с.

УДК 614.844.1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОРОШКОВ ДЛЯ ОГNETУШИТЕЛЕЙ

Ищенко А.В., канд. хим. наук, доц., *Сибирцева И.А.*

ГО ВПО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского», г. Донецк, ДНР
avi.chim22@mail.ru

Введение. Контроль качества работы огнетушителей является одной из основных задач в системе пожаротушения, так как сбой работы этих приборов в экстремальных ситуациях грозит самыми тяжелыми последствиями. С этим связана защита объектов народного хозяйства, защита окружающей среды и, главное, защита человеческих жизней.

Основная часть. Целью представленной работы является качественный и количественный анализ состава образца порошка, предназначенного для наполнения корпуса огнетушителя.

Огнетушащие порошки представляют собой мелкоизмельченные минеральные соли с различными добавками, препятствующими слеживанию и комкованию [1]. В качестве основы для огнетушащих порошков используют фосфорноаммонийные соли (моно-, диаммонийфосфаты, аммофос), карбонат и бикарбонат натрия и калия, хлориды натрия и калия и др. В качестве добавок - кремнийорганические соединения, аэросил, белая сажа, стеараты металлов, нефелин, тальк и др.

Важнейшим компонентом огнетушащих порошков является аэросил, который препятствует слеживаемости порошка и обеспечивает его способность к распылению при пожаре. В процентном отношении доля аэросила составляет всего 1,3–1,8 %, но он является не только важнейшим, но и дорогостоящим компонентом [2].

Для исключения фальсификации аэросила нами был выполнен качественный и количественный анализ порошков для пожаротушения, определены их некоторые физико-химические характеристики.

Проведение физико-химических исследований показало соответствие качественного и количественного состава анализируемых объектов заявленному составу и соответствие их техническим условиям. Тем не менее, стендовые испытания показали возможные сбои в работе огнетушителей с данным порошком.

Проблемы эксплуатации могли быть обусловлены несоответствием определенных физико-химических характеристик, в частности, текучести порошка, которая является одной из важнейших его характеристик. Текучесть порошка связана с такими характеристиками как дисперсность частиц и их форма, структурирование, агрегация, когезия, величина удельной поверхности, влажность и т.д.

Влажность значительно уменьшает текучесть порошка. Нами была определена влажность порошка гравиметрическим методом. Она составила 0,09% (в пределах технических условий), т.е. порошок очень сухой (пылит) и негигроскопичен.

Текучесть порошка обычно уменьшается с увеличением удельной поверхности и шероховатости частичек порошка и усложнением их формы. Последнее обстоятельство затрудняет относительное перемещение частиц. Текучесть порошка можно характеризовать скоростью заполнения единицы объема и массой порошка, высыпавшегося через отверстие заданного диаметра в единицу времени. От текучести порошка зависит работа огнетушителя, выброс порошка через выходное отверстие.

Нами были проведены исследования по определению текучести анализируемого порошка в соответствии с ГОСТ №20899-98 [3] при

помощи прибора Холла. Было получено, что порошок без воздействия выталкивающих газов обладает крайне низкой текучестью. Через воронки с выходным отверстием 2 и 5 мм текучесть порошка была нулевая.

Косвенным показателем текучести является насыпная плотность порошков и способностью их к сжимаемости. Поэтому следующим этапом работы было определение насыпной плотности уплотненного и неуплотненного образца по ГОСТовским методикам.

Функциями насыпной плотности порошка и насыпной плотности после утряски являются индекс сжимаемости и отношение Гауснера. Измерение способности порошка к текучести и его сжимаемости может быть выведено в виде отношения Гауснера (разделив плотность после утряски на кажущуюся плотность взрыхленного порошка) и уровня сжимаемости (вычтя из плотности после утряски кажущуюся плотность порошка и разделив результат на плотность после утряски, далее умножаем на 100 и получаем значение в процентах).

В свободнотекущем порошке взаимодействие между частичками менее значимо, и кажущаяся плотность и плотность после утряски будут ближе по значениям. В слаботекущих порошках разница возрастает. Из этого следует, что чем ближе отношение Гауснера к единице, тем лучше текучесть. У порошков со слабой текучестью это отношение обычно более 1,25.

Нами получено, что для данного анализируемого порошка отношение Гауснера составляет 1,7, а индекс сжимаемости равен 41,7 %, что подтверждает его слабую текучесть.

Проведение седиментационного анализа позволило выяснить причину снижения текучести порошка при соблюдении количественного и качественного состава в соответствии с техническими условиями. Было выявлено нарушение фракционного состава частиц, что и приводило к снижению текучести. Устранение этого несоответствия возобновило бесперебойную работу огнетушителей, заполняемых данным порошком.

Заключение. Таким образом, контроль качества огнетушащего порошка, предназначенного для заполнения порошковых огнетушителей, является первостепенной задачей для обеспечения бесперебойной работы прибора, должен выполняться в соответствии с установленными требованиями и нормами проверки.

Список литературы

1. Баратов А.Н. Огнетушащие порошковые составы / А.Н.Баратов, Л.П.Вогман. – Москва: Стройиздат, 1982. – 72 с.
2. Сабинин О.Ю. Огнетушащие порошки. Проблемы. Состояние вопроса/ О.Ю.Сабинин, С.М.Агаларова // Пожаровзрывобезопасность. – 2007. – Т. 16, №6. – С. 63-68.
3. ГОСТ 20899-98 (ИСО 4490-78) Порошки металлические. Определение текучести с помощью калиброванной воронки (прибора Холла).- М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 12 с.

ПЬЕЗОКВАРЦЕВОЕ МИКРОВЗВЕШИВАНИЕ АВАРИЙНО ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ НАД ПОВЕРХНОСТЬЮ ПОЧВЫ

Кочетова Ж.Ю., канд. хим. наук, доц.,

Григорьев Д.С., Григорян А.С.

ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского
и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, РФ
zk_vva@mail.ru

Введение. Аварийно химически опасные вещества (АХОВ) применяются в военной деятельности, на химических и нефтехимических предприятиях, в бумажно-целлюлозной и фармацевтической промышленности, при производстве минеральных удобрений. На отдельных химически опасных объектах одновременно могут находиться десятки тысяч тонн сжиженного аммиака и хлора. Ежедневно по трубопроводам, автомобильным и железнодорожным транспортом перемещаются огромные количества этих соединений, что в случае аварий несет потенциальную угрозу всему живому.

При прокладывании маршрута войск через зараженные участки масштабных территорий или возникновении чрезвычайных ситуаций важно быстро оценить уровень загрязнения объектов окружающей среды. Оценка химического заражения территорий проводят в основном с помощью методов хромато-масс-спектрометрии и цветных реакций, которые подразумевают отбор проб на локальных участках загрязнения с последующей идентификацией и количественным определением АХОВ. Такой подход нельзя назвать экспрессным и, кроме того, в условиях боевых действий или в режиме аварийных ситуаций подвергаются опасности здоровье и жизнь персонала экологических служб.

Основная часть. Современный уровень развития беспилотной летательной техники в комплексе с миниатюрными анализаторами газов позволяет роботизировать первую стадию химической разведки, целью которой является ответ на вопрос: заражена ли территория в локальных точках? При положительном ответе в зависимости от целей контроля принимается решение:

- 1) о выборе безопасного маршрута войск;
- 2) о подробном исследовании участка на месте аварии.

В качестве чувствительного элемента анализатора газов для дистанционного контроля почв ранее был предложен миниатюрный и экономичный пьезокварцевый резонатор (ПКР) АТ-среза [1]. При адсорбции массы Δm вещества собственная резонансная ПКР снижается на величину ΔF (рис. 1).

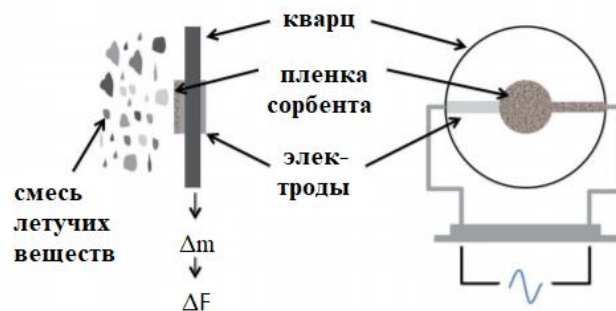


Рис. 1. Пьезокварцевый резонатор с сорбционным пленочным покрытием электродов (пьезосенсор)

Изменение частоты колебаний пьезокварцевого резонатора на 1 Гц (при базовой частоте колебаний ПКР $F_0=10$ МГц и площади электродов $19,6$ мм²) соответствует массе адсорбированных молекул $\Delta m = 8,58$ нг. Пьезокварцевые микровесы являются самыми чувствительными преобразователями из всех известных трансдюсеров сорбционного типа. Однако низкая сорбционная избирательность ограничивает их применение в анализе сложных газовых смесей неизвестного состава без предварительного разделения. В качестве сорбционных покрытий электродов ПКР применяют хроматографические твердые и жидкие фазы, которые выбирают экспериментально с учетом чувствительности, устойчивости, селективности к определяемому компоненту. Для детектирования паров хлора над почвами применяли полиэпихлоргидрин (ПЭХГ), хлороформный раствор которого с концентрацией $0,1$ мг/дм³ равномерно наносили на оба электрода ПКР микрошприцем с последующим высушиванием растворителя при комнатной температуре.

Пьезосенсор помещали в держатель ячейки детектирования, которая последовательно связана с генератором колебаний ПКР, микрочастотомером, компьютером для фиксирования и запоминания изменения частоты колебаний ПКР. Ячейка для детектирования летучих соединений в почве объемом $0,25$ дм³ выполнена в виде усеченного конуса из инертного материала. Открытой частью ячейка герметично устанавливается на почву так, чтобы летучие соединения самопроизвольно диффундировали к сенсору [2]. Фиксирование ΔF проводили после установления условного равновесия в ячейке детектирования, при этом изменение частоты колебаний пьезосенсора замедляется до 2 Гц/мин.

Для оценки чувствительности пьезосенсора на основе ПЭХГ к хлорсодержащим соединениям в качестве аналита-аналога АХОВ применяли хлорные таблетки, состоящие из кальциевых солей и хлорноватистой кислоты. Серию стандартных образцов высушенной до постоянной массы почвы готовили в интервале концентраций хлора $C = 1-50$ мг/кг с учетом того, что массовая доля активного хлора в таблетках составляет $50 \pm 5\%$. Построенная зависимость аналитического сигнала микровзвешивания от концентраций хлора представлена на рис. 2.

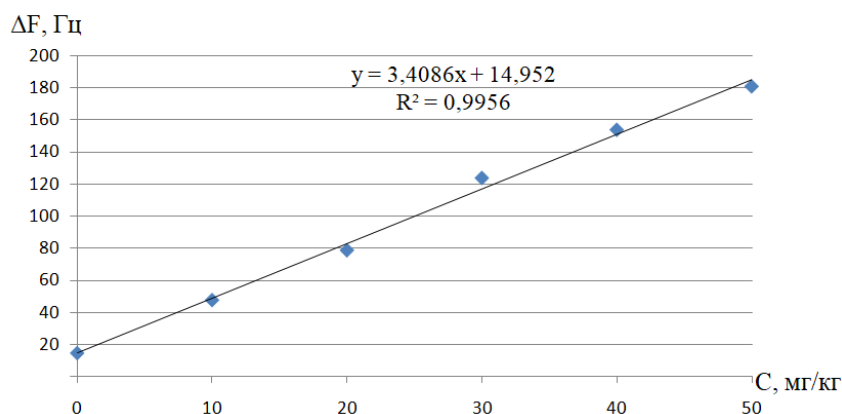


Рис. 2. Изотерма сорбции паров хлорноватистой кислоты над поверхностью почвы на пленочном покрытии электродов на основе полиэпихлоргидрина

Для оценки селективности метода моделировали возможные в реальных условиях ситуации: изменяли влажность почвы от 0 до 8 и 12 %, вносили в почву легкие нефтепродукты, растворы аммиака, этанола. Селективность микровзвешивания паров хлора на ПЭХГ рассчитывали как соотношения откликов пьезосенсора на хлор к сумме откликов на хлор и мешающий компонент. Пленка сорбента считается селективной по отношению к искомому компоненту, если $A \geq 0,8$ (таблица 1).

Таблица 1

Селективность сорбции паров хлора на пленочном покрытии электродов пьезокварцевых резонаторов из ПЭХГ (концентрация активного хлора в почве 10 мг/кг)

Компонент	H ₂ O	H ₂ O	NH ₃	Бензин	Бензин	C ₂ H ₅ OH
C, мг/кг	8 %	12 %	25	25	50	25
Селективность	0,8	0,6	0,5	0,9	0,8	0,4

Заключение. Определению хлора в почве не мешают легкие нефтепродукты и вода в небольших количествах. В сильно влажной среде (на уровне текучести почвы) в присутствии аммиака и этанола без предварительного разделения АОХВ предложенным способом определить невозможно. Способ рекомендуется применять для детектирования хлорсодержащих веществ в местах потенциальных утечек (хранилищах, станциях перекачки) при условии, что другие загрязнители в почве находятся в небольших количествах (на уровне фона) или отсутствуют.

Список литературы

1. Кочетова Ж.Ю. Применение беспилотных летательных аппаратов для дистанционного мониторинга загрязнения почв / Ж.Ю. Кочетова, С.В. Внукова, Д.С. Григорьев, Н.С. Калинин // Донецкие чтения 2019: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: матер. IV Междунар. научн. конф. (Донецк, 29-31 окт. 2019 г.). – Донецк: ДонНУ, 2019. – С. 20–23.
2. Кучменко Т.А. Газоанализатор с открытым входом на основе пьезосенсоров: патент на изобретение RU 2302627 C1 / Т.А. Кучменко, Ж.Ю. Кочетова, Ю.Е. Силина. - 10.07.2007. – Заявка № 2006102742/28 от 31.01.2006.

ПРИМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ СЕНСОРОВ ДЛЯ МИКРОВЗВЕШИВАНИЯ ПАРОВ АНИЛИНА В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ

*Лисицкая Р.П.*¹, канд. техн. наук, доц.,
*Кучменко Т.А.*², д-р хим. наук, проф.,
*Шабельский В.С.*¹

¹ФГКВОУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил
«Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского
и Ю.А. Гагарина»», г. Воронеж, РФ

²ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»,
г. Воронеж, РФ
lisitskaya_raisa@mail.ru

Введение. По межфазному распределению в сорбционных системах газ–пленка полимерных сорбентов разных классов накоплен обширный экспериментальный материал [1, 2]. Сведения о распределении анилина в таких системах практически отсутствуют. Среди легколетучих ароматических веществ, содержание которых в воздухе контролируется, анилин относится к группе устойчивых токсикантов (ПДК в воздухе рабочей зоны 0,1 мг/м³) с временем жизни более 2 ч [3].

Цель исследования – изучение сорбционных равновесий анилина на границе газ–тонкая пленка сорбента, создание эффективных и емких модификаторов электродов пьезокварца. В задачи исследования входили: оптимизация условий создания пленки сорбента с высокими эксплуатационными характеристиками, изучение кинетики сорбции анилина в статических условиях, расчет коэффициентов распределения анилина в системах с пленочными покрытиями на основе алкилоксидов методом пьезокварцевого микровзвешивания (ПКМ).

Основная часть. Изучена сорбция анилина в статических условиях на Ag–электродах пьезокварцевого резонатора (ПКР) АТ-среза с собственной частотой колебаний 10 МГц. В качестве модификаторов электродов ПКР применены алкилоксиды – триоктиламиноксид (ТОО) и триоктилфосфин оксид (ТОФО), зарекомендовавшие себя как эффективные экстрагенты и сорбенты органических соединений [4, 5].

Оптимизированы условия создания пленок сорбентов с высокими эксплуатационными характеристиками (выбор растворителя; условия сушки покрытия; масса модификатора; введение компонентов, стабилизирующих структуру пленки). Изучено влияние состава пленки на сорбционную емкость сорбента (a) и аналитический сигнал сенсора (ΔF). Для стабилизации пленок на основе органических оксидов в состав сорбентов введен полистирол (ПС) в весовых соотношениях 1:1 и 1:2.

Увеличение доли алкилоксида в смеси с ПС повышает эффективность сорбции и сорбционную емкость пленки. Покрытие на основе ТОФО и ПС отличается большим значением a , чем аналогичные по составу пленки на основе ТОАО и ПС. Введение ПС в пленки алкилоксидов повышает не только их емкость, но и механическую устойчивость, позволяет многократно использовать модифицированный ПКР (более 150 актов сорбции-десорбции).

Методом ПКМ изучено межфазное распределение анилина в системе газ-тонкая пленка сорбента алкилоксида при концентрациях паров 0,5–2 мг/м³, рассчитаны коэффициенты распределения аналита в системе, кинетические параметры (константы скорости сорбции k^+ и десорбции k^-). По полученным данным построены изотермы сорбции. При концентрациях, далеких от насыщения паров, изотермы описываются уравнениями прямых с угловым коэффициентом, равным константе скорости сорбции.

Установлен механизм сорбции анилина на пленках полярных сорбентов, что объясняется схемой взаимодействия в системе сорбат–сорбент (преимущественно за счет π -сопряжения бензольного кольца и неподеленной пары электронов в молекуле алкилоксида). Сорбция анилина на пленках ТОФО или ТОАО происходит на центрах с повышенной электронной плотностью сорбента к π -орбиталям бензольного кольца анилина.

Для количественного определения анилина в воздухе без дополнительной градуировки сенсора применены градуировочные графики.

Заключение. Разработан способ количественного определения анилина в воздухе с применением химических сенсоров на основе алкилоксидов в смеси с ПС. Достоверность результатов и точность определений проверены методом «введено-найдено». Способ позволяет определять анилин на уровне ПДК и рекомендуется для анализа воздуха рабочих мест. Относительная погрешность определения не превышает 6 % при среднеквадратичном отклонении 0,01–0,15.

Список литературы

1. Кучменко Т.А. Применение метода пьезокварцевого микровзвешивания в аналитической химии / Т.А. Кучменко.– Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. технол. акад., 2001. – 280 с.
2. Кучменко Т.А. Сорбция фенола и толуола на пленках алкилоксидов в режиме *in situ* / Т.А. Кучменко, Р.П. Лисицкая // Сорбционные и хроматографические процессы.– 2002. – Т. 2, № 4. – С. 432–437.
3. ГОСТ 5819–78. Реактивы. Анилин. Технические условия. – Введ. 1980–01–01. – М.: Изд-во стандартов, 1978. – 12 с.
4. Коренман Я.И. Экстракционное концентрирование оксидами триоктиламина и триоктилфосфина при определении дигидроксибензолов/Я.И. Коренман, Р.П. Лисицкая, А.В. Калач // Журн. аналит. химии.– 1999.– Т. 54, № 5. – С. 474–478.

5. Лисицкая Р.П. Органические оксиды – эффективные реагенты на природные загрязнители / Р.П. Лисицкая, А.А. Макаров, Т.А. Кучменко // Проблемы и инновационные решения в химической технологии (ПИРХТ-2019): матер. всеросс. конф. с междунар. уч. (Воронеж, 7–8 окт. 2019 г.). – Воронеж: ВГУИТ, 2019. – С. 360–361.

УДК 541.123

АНАЛИЗ ТАБЛЕТИРОВАННЫХ АМИНОКИСЛОТНЫХ ПРЕПАРАТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭКСТРАКЦИИ ПОЛИМЕРАМИ

Мокшина Н.Я.¹, д-р хим. наук, доц.,
Пахомова О.А.², канд. хим. наук, доц.,
Нечепоренко Д.А.¹

¹ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Россия

²ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина», г. Елец, Россия
moksnad@mail.ru

Введение. Ежегодно расширяется перечень лекарственных форм, содержащих аминокислоты в свободной и связанной форме. Эффективность препаратов на основе смесей аминокислот и их замещенных основана на анаболическом и антиоксидантом воздействии на организм. Поэтому разработка эффективных методик селективного определения аминокислот в сложных объектах без деструкции матрицы является актуальной задачей.

В работе проанализированы таблетированные препараты «Гистидин», «Пролин» и «Метионин» различных производителей. Для определения аминокислот в лекарственных средствах нами разработаны методики, включающие экстракцию аналитов водорастворимыми полимерами и их определение в водной фазе электрофоретическим (КЭ) или спектрофотометрическим (УФ) методами.

Основная часть. «Зеленая» экстракция предполагает применение в качестве экстрагентов нетоксичных водорастворимых высокомолекулярных соединений, синтезированных, в частности, из винильных мономеров. Двухфазные водные системы на основе безопасных для биологических объектов синтетических водорастворимых полимеров применяются для решения важных экологических и технологических задач [1, 2].

Анализ включает предварительную подготовку образцов (удаление мешающих веществ, перевод определяемых компонентов в раствор), экстракционное извлечение и определение аминокислот непосредственно в экстрактах или в водной фазе. Для экстракции применяли синтезированные с заранее заданными свойствами полимеры поли-N-

винилпирролидон (ПВП), поли-N-винилкапролактан (ПВК), поливинилформамид (ПВФ), поли-N-винилимидазол (ПВИ).

Экстракцию аминокислот проводили по известной методике [3]. В качестве высаливателя применяли сульфат или хлорид аммония, межфазное равновесие достигалось в течение 7–10 мин. Для установления оптимальных режимов экстракции эксперименты проводили при разных соотношениях водно-солевой и органической фаз (r) и концентрациях полимеров. Рассчитывали коэффициенты распределения (D) и степень извлечения (R , %) аналитов, результаты метрологически обрабатывали. При увеличении концентрации полимеров выше $0,12 \text{ г/см}^3$ не происходит существенного увеличения экстракции аминокислот. Содержание аминокислот в водной фазе после экстракции определяли электрофоретически или спектрофотометрически при характеристических длинах волн [1–3].

Экспериментально установлено, что для эффективного извлечения аминокислот наиболее эффективно соотношение объемов фаз $r = 10:1$. При других соотношениях степень извлечения аминокислот не превышает 60 %. Наиболее высокие экстракционные характеристики метионина, пролина и гистидина наблюдаются для систем на основе ПВФ (табл.).

Таблица

Наиболее эффективные экстракционные системы для извлечения и определения аминокислот в водных растворах

Аминокислота	Экстрагент/ высаливатель	Метод определения	Степень извлечения, %
Метионин	ПВК/ NH_4Cl	УФ (209 нм)	87
	ПВИ/ $(\text{NH}_4)\text{SO}_4$	УФ (209 нм)	94
	ПВФ/ $(\text{NH}_4)\text{SO}_4$	КЭ	95
Пролин	ПВИ/ $(\text{NH}_4)\text{SO}_4$	УФ (450 нм)	91
	ПВФ/ $(\text{NH}_4)\text{SO}_4$	КЭ	93
Гистидин	ПВК/ NH_4Cl	УФ (211 нм)	94
	ПВФ/ $(\text{NH}_4)\text{SO}_4$	КЭ	94
	ПВИ/ $(\text{NH}_4)\text{SO}_4$	УФ (211 нм)	96

Заключение. Разработана методика анализа лекарственных препаратов, содержащих гистидин, пролин и метионин, включающая экстракцию аналитов водорастворимыми полимерами и их определение в водной фазе. Полученные результаты сопоставимы с заявляемым производителями содержанием аминокислот почти во всех анализируемых в препаратах, за исключением продукции фирмы «ОЗОН», где количество метионина несколько занижено.

Список литературы

1. Шкинев В.М. Экстракция биологически активных веществ в двухфазных водных системах на основе поли-N-винилпирролидона / В.М. Шкинев, Н.Я. Мокшина, Ю.В. Хохлов, Б.Я. Спиваков / Доклады академии наук. – 2013. – Т. 448, № 4. – С. 427-429.

2. Сополимеры N-винилкапролактама с 1-винил- и 1-мета-крилоил-3,5-диметилпиразолом в качестве сорбентов незаменимых α -аминокислот в жидко- и твердофазной экстракции / Г.В. Шаталов, М.С. Лавлинская, Н.Я. Мокшина, О.А. Пахомова, В.А. Кузнецов / Журн. прикл. химии. – 2016. – Т. 89. Вып. 1. – С. 112-118.
3. Мокшина Н.Я. Экстракция аминокислот и витаминов. – Воронеж: Воронеж. гос. технол. акад. 2007. – 246 с.

УДК 543.422

ЭКСТРАКЦИОННО-СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ N-МЕТИЛАНИЛИНА И ФЕРРОЦЕНА В БЕНЗИНЕ

Рокун А.Н., канд. хим. наук, доц., *Степкина Д.И.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
rokun@mail.ru

Одним из самых распространённых видов автомобильного топлива является бензин. Однако из-за исчерпаемости запасов нефти бензины становятся более низкого качества.

Для улучшения качества бензина используются различные присадки. Чаще всего в бензинах присутствуют одновременно несколько присадок, в том числе N-метиланилин (N-ММА) и ферроцен. Данные присадки эффективно повышают октановое число бензина, но при сгорании образуют оксиды и другие соединения, которые откладываются на поршневой части двигателя, свечах зажигания и приводят к их преждевременному изнашиванию.

Для оперативного контроля качества моторных топлив на содержание железосодержащих присадок и N-ММА необходимы экспрессные и безопасные методы.

Стандартная методика определения N-ММА в автомобильных бензинах с помощью капиллярной газовой хроматографии имеет ограничения по углеводородному составу исследуемых проб и требует дорогостоящего оборудования [1]. Стандартная методика спектрофотометрического определения ферроцена с сульфосалициловой кислотой является длительной, включает нагревание проб бензина с серной кислотой и пероксидом водорода [2].

Широко распространенным и доступным методом является молекулярная абсорбционная спектрофотометрия в видимой области.

Известные цветные реакции для N-ММА основаны на образовании окрашенных продуктов его окисления различными реагентами. При этом очень часто образуется смесь продуктов окисления, происходит полимеризация. Другие азотсодержащие, а также металлоорганические

соединения также могут давать окрашенные продукты окисления в этих условиях.

Разработанная ранее методика спектрофотометрического определения N-ММА в бензине [3] включает его извлечение из бензина раствором фосфорной кислоты и дальнейшее спектрофотометрическое определение с диоксидом свинца в кислой среде. Методика не является селективной, требуется предварительное разделение N-ММА и ферроцена.

С целью разработки селективной методики определения ферроцена и N-ММА в бензине нами было предложено использование цветной реакции ферроцена и N-ММА с солями железа(III). При экстракции проб бензина растворами солей железа(III) в водной фазе образуются окрашенные соединения. Максимум поглощения продукта взаимодействия с ферроценом находится в области 640 нм, а с N-ММА – в области 740 нм. Сам реагент практически не поглощает в данной области спектра.

При выборе оптимальных условий проведения фотометрической реакции изучено влияние различных факторов, обеспечивающих наибольшую контрастность изменения окраски: рН раствора реагента, концентрации реагента, времени контакта фаз, компонентного состава бензинов, природы комплексообразователей. Применяли спектрофотометрическое детектирование аналитического сигнала. Отсутствие систематической погрешности в результатах определений ферроцена и N-ММА установлено на модельных растворах бензина методом «введено-найдено». Разработанная методика опробована при анализе бензинов различных марок.

Разработанная методика отличается высокой селективностью, экспрессностью, доступностью реагентов и оборудования, соответствует принципам «зеленой химии».

Список литературы

1. ГОСТ Р 54323-2011. Бензины автомобильные. Определение N-метиланилина методом капиллярной газовой хроматографии. М., 2011. – 3с.
2. ГОСТ 32514-2013. Бензины автомобильные Фотоколориметрический метод определения железа. М., 2019. – 11 с.
3. Степкина Д.И. Экстракционно-фотометрическое определение N-метиланилина в бензине / Д.И. Степкина, А.Н. Рокун // Химические проблемы Донбасса: матер. Республик. науч. Конф. студентов, аспирантов и молодых ученых (Донецк, 21-23 мая 2019 г.). – Донецк : ДонНУ, 2019. – Т. 2 : Химико-биологические науки. – С. 26.

ЖИДКИЕ АНИОНООБМЕННИКИ И ВОДОРАСТВОРИМЫЕ ЭКСТРАГЕНТЫ В МЕТОДАХ ИЗВЛЕЧЕНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТИОЦИАНАТНЫХ КОМПЛЕКСОВ МОЛИБДЕНА(V)

Симонова Т.Н., канд. хим. наук, доц., **Добрыдин А.В.**,
Алемасова А.С., д-р хим. наук, проф.
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
simonovatn@yandex.ru

**К 90-летию со дня рождения заслуженного профессора
Донецкого национального университета, профессора,
доктора химических наук
Шевчука Ивана Алексеевича**

Проведено сравнительное изучение экстрагентов: четвертичного аммониевого основания на примере тиоцианата триэтилтретбутиламмония с повышенной экранизацией атомов азота и водорастворимых спиртов, полимера ПЭГ для извлечения и определения тиоцианатного комплекса молибдена(V). Обсуждены вопросы механизма экстракции, состава соединений, оптимальных условий метрологические характеристики гибридных методик определения аналита в питьевой воде.

В аналитической и технологической практике для повышения селективности извлечения и определения широко применяют экстракцию тиоцианатных комплексов молибдена(V). В качестве экстрагентов молибдена применяют алкиламины, четвертичные аммониевые соли (ЧАС), смесь бутанола и хлороформа, изоамилового спирта и четырёххлористого углерода. Наряду с селективностью, полнотой извлечения и других факторов при выборе экстрагента учитывают его экологичность и опасность. Одним из перспективных направлений является применение двухфазных водных систем (ДВС) на соответствующих принципах «зелёной» экстракции.

Исследована экстракция тиоцианатных комплексов молибдена(V) тиоцианатом триэтилтретбутиламмония (BSCN) [2] и водорастворимыми экстрагентами [3–5]. Выбор экстрагента BSCN обусловлен анионообменной функцией и повышенной экранизацией атомов азота, которая в солях алкиламинов и ЧАО влияет на избирательность извлечения разнозарядных анионных форм. При выборе селективных экстрагентов учитывают факторы, обуславливающие устойчивость экстрагируемых соединений: заряд ацидокомплекса, стерические факторы, сольватацию и др. [1]. Тиоцианатные комплексы молибдена хорошо извлекаются тиоцианатом ЧАС, водорастворимыми экстрагентами этанолом, изопропанолом (ИПС) и ПЭГ-1500. Степень извлечения (R,%) тиоцианата молибдена составляет: BSCN – 100, этанолом – 95, ИПС – 98, ПЭГ-1500 – 98. Применение методов ПМР, ЭПР, ИК-спектроскопии, молекулярной спектрофотометрии (таблица) позволило получить полную информацию о механизме экстракции и составе экстрагируемых соединений.

Механизм экстракции. Константы экстракции

Экстрагент	Механизм экстракции. Методы	Состав экстрагируемого соединения	$\lg \bar{K}_{\text{ex}} \pm \frac{S \cdot t_p}{\sqrt{n}}$
Трицетилтретбутил-аммоний тиоцианат $[(\text{CH}_3)_3\text{CN}(\text{C}_{16}\text{H}_{33})_3]\text{SCN}$ (BSCN)	<p style="text-align: center;">Анионообменный</p> $m\text{BSCN}(\text{o}) + \text{Me}(\text{SCN})_n^{\text{m}\cdot}(\text{в}) \leftrightarrow \text{B}_m\text{Me}(\text{SCN})_n(\text{o}) + m\text{SCN}^{\cdot}(\text{в})$ <p>Молекулярная абсорбционная спектрофотометрия $\lambda_{\text{max}} = 470$ нм. ЭПР (пик с g-фактором $1,940 \pm 0,002$). Метод сдвига равновесий.</p>	$\text{B}_2\text{MoO}(\text{SCN})_5$	$5,03 \pm 0,05$
Изопропанол $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ (ИПС)	<p style="text-align: center;">Гидратно-сольватный</p> $\{\text{M}_2(\text{Mo}(\text{SCN})_5 \cdot m\text{H}_2\text{O})\}(\text{в}) + \text{M}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}(\text{в}) + \text{H}_2\text{O} \cdot \text{C}_3\text{H}_7\text{OH}(\text{o})$ $\leftrightarrow \{\text{M}_2(\text{Mo}(\text{SCN})_5 \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot \text{C}_3\text{H}_7\text{OH})\}(\text{o}) + \text{M}_2\text{SO}_4 \cdot (m+k)\text{H}_2\text{O}(\text{в}),$ где $\text{M} = \text{NH}_4^+$ или H^+ ИК-спектроскопия Молекулярная абсорбционная спектрофотометрия $\lambda_{\text{max}} = 470$ нм. Анализ насыщенной органической фазы ЯМР ^1H-спектроскопия. Система SAS (версия 6.04) и математическая модель $\Sigma[\text{H}_2\text{O}] = [\text{H}_2\text{O}]_{\text{своб.}} + k_1[\text{NH}_4^+] + k_2[\text{Mo}^{\text{V}}]$ Метод сдвига равновесий. Газовая хроматография.	$\text{M}_2(\text{Mo}(\text{SCN})_5 \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot \text{C}_3\text{H}_7\text{OH})$, где $\text{M} = \text{NH}_4^+$ или H^+	$4,54 \pm 0,03$

Для тиоцианата ЧАС наблюдается анионообменный механизм экстракции, а для изопропанола – гидратно-сольватный. В органическую фазу извлекается ассоциат состава $V_2MoO(SCN)_5$, а для изопропанола $M_2(Mo(SCN)_5 \cdot H_2O \cdot C_3H_7OH)$. Константа экстракции для ассоциата $V_2MoO(SCN)_5$ составляет $1,07 \cdot 10^5$, а для $M_2(Mo(SCN)_5 \cdot H_2O \cdot C_3H_7OH)$ – $3,47 \cdot 10^4$, что связано с образованием более устойчивого ассоциата для ЧАС. Высокая устойчивость ассоциата позволяет использовать разбавленные растворы экстрагента BSCN 0,01–0,05 моль/л по сравнению с ИПС. Варьирование концентрации лиганда и природа высаливателя $(NH_4)_2SO_4$ влияет на селективность извлечения молибдена(V) в связи с образованием тиоцианатных комплексов металлов различной устойчивости и образованием высокозарядных сульфатных комплексов $[Sc(SO_4)_3]^{3-}$, $[Fe(SO_4)]^{3-}$, $[Zr(SO_4)_4]^{4-}$ и др.

Разработаны альтернативные гибридные методики экстракционно-атомно-абсорбционного и экстракционно-фотометрического определения молибдена в питьевой воде. Предложенные методики отличаются от известных стандартных методик экономичностью, чувствительностью, сходимостью (S_r меньше в два раза), экспрессностью (20 минут), экологической безопасностью. Экстрагент регенерируется отгонкой, концентрированные растворы высаливателя подвергаются очистке и возвращаются в производство.

Список литературы

1. Шевчук И.А. Экстракция органическими основаниями (Ионные ассоциаты): монография / И.А. Шевчук. – Киев: «Виц.шк.», 1978. – 172 с.
2. Шевчук И.А. Экстрагенты с анионообменной функцией и повышенной экранизацией атомов азота для извлечения металлов / И.А. Шевчук, Т.Н. Симонова, А.В. Добрыдин // Украинский химический журнал. – 2000. – Т. 66, № 4. – С. 92-94.
3. Шевчук И.А. Экстракционное извлечение и определение молибдена, циркония, палладия с водорастворимыми спиртами / И.А. Шевчук, Т.Н. Симонова, Е.С. Гонтарь, А.Н. Рокун // Химия и технология экстракции. – РХТУ им. Д.И. Менделеева. – М., 2001. – С. 136-144.
4. Симонова Т.Н. Селективная экстракция тиоцианатных комплексов металлов с применением двухфазных водных систем / Т.Н. Симонова, А.Н. Федотов, В.А. Дубровина, М.В. Мусаева, В.Ю. Портнянский // Известия ВУЗов. Химия и хим. технология. – 2014. – Т. 57, № 4. – С. 32-38.
5. Двухфазные водные системы в разработке новых альтернативных методов извлечения, разделения и определения драгоценных и сопутствующих металлов в природных и промышленных объектах / Симонова Т.Н., Дубровина В.А., Алемасова А.С. // Сборник статей. Международная научно-практическая конференция «Инновационные перспективы Донбасса», г. Донецк, 20-22 мая 2015 г. – Донецк: ДонНТУ, 2015. – Т.4. – С. 94-98.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАЗДЕЛЬНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАРГАНЦА И ЖЕЛЕЗА В ОДНОМ ТИТРОВАНИИ

Стецик В.В., канд. хим. наук, доц.,

Цыбулько В.А., канд. физ.-мат. наук, доц., *Колотова Е.В.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР

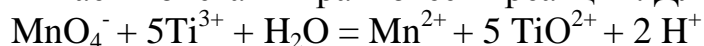
v.stetsik@donnu.ru

Введение. При анализе сплавов и других материалов наряду со спектральными методами возможно применение и титриметрии, которая в ряде случаев способна обеспечить большую точность, доступность и более низкую стоимость по сравнению со спектральным анализом. В настоящей работе с применением системы компьютерной математики (СКМ) *Maple* проведен расчет и анализ кривой редоксиметрического титрования смеси соединений марганца и железа, получаемых обычно в процессе пробоподготовки содержащих эти элементы материалов. Кривая построена по массиву рассчитанных точек с последующим объединением их в кривую с применением специальной функции по методике, описанной в работе [1]. Отметим, что в среде *Maple* применяется и ускоренный способ построения кривых после исключения из системы уравнений лишних неизвестных [2], но для редоксиметрического титрования он не рекомендуется вследствие очень большой громоздкости получаемого уравнения, по которому непосредственно строится кривая титрования. При пробоподготовке материалов с участием сильных окислителей эти металлы переводят в перманганат-ион и железо(III) и в этих состояниях их можно определить титриметрически и, как показано ниже, даже в одном процессе титрования.

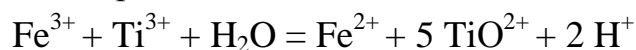
Основная часть. Предлагаемую модельную титриметрическую систему можно представить следующим образом:

100 мл (0.05 М KMnO_4 + 0.05 М $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ + 2 М H_2SO_4) + $V_{\text{мл}}$ 0.1 М TiCl_3 .

При титровании вначале титрантом восстанавливается более сильный окислитель KMnO_4 (стандартный потенциал для пары окисленной и восстановленной форм марганца в кислой среде 1.51 В) и только после его достаточно полного восстановления будет восстанавливаться железо(III), поскольку для пары $\text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+}$ стандартный электродный потенциал намного ниже (0.771 В). Необходимые константы взяты из справочников [3, 4]. Вначале на основе стандартных потенциалов пар рассчитываем константы равновесия реакций. Для системы



константа равновесия равна $1.9 \cdot 10^{119}$, т. е. равновесие очень сильно смещено вправо. А для процесса



константа равновесия равна $2.2 \cdot 10^{11}$. Эта константа намного меньше предыдущей, но вполне достаточна по величине для использования прямой реакции в титровании. Составим систему алгебраических уравнений на основе двух констант равновесия, выражений материального баланса по марганцу, по железу, по титану, по катионам водорода и на основе условия электронейтральности.

$$\begin{aligned}
 &1) [\text{Mn}^{2+}] \cdot [\text{TiO}^{2+}]^5 \cdot [\text{H}^+]^2 / ([\text{MnO}_4^-] \cdot [\text{Ti}^{3+}]^5) = 1.9 \cdot 10^{119}, \\
 &2) [\text{Fe}^{2+}] \cdot [\text{TiO}^{2+}] \cdot [\text{H}^+]^2 / ([\text{Fe}^{3+}] \cdot [\text{Ti}^{3+}]) = 2.2 \cdot 10^{11}, \quad 3) [\text{MnO}_4^-] + [\text{Mn}^{2+}] = \text{C1}, \\
 &4) [\text{Fe}^{3+}] + [\text{Fe}^{2+}] = 2\text{C2}, \quad 5) [\text{Ti}^{3+}] + [\text{TiO}^{2+}] = \text{C4}, \\
 &6) [\text{H}^+] = 2\text{C3} + 2[\text{Mn}^{2+}] + 2[\text{Fe}^{2+}], \quad 7) [\text{K}^+] + 2[\text{Mn}^{2+}] + 2[\text{TiO}^{2+}] + [\text{H}^+] + \\
 &\quad + 3[\text{Ti}^{3+}] + 2[\text{Fe}^{3+}] + 3[\text{Fe}^{2+}] = [\text{MnO}_4^-] + 2[\text{SO}_4^{2-}] + [\text{Cl}^-].
 \end{aligned}$$

Расчет проведен с учетом разбавления раствора в колбе для титрования за счет добавленного объема титранта, что учтено соотношениями $\text{C1} = 0.05 \cdot 100 / (100 + V)$, $\text{C2} = \text{C1}$, $\text{C3} = 2 \cdot 100 / (100 + V)$, $\text{C4} = 0.1 \cdot V / (100 + V)$. В расчете сделано приближение, что серная кислота полностью диссоциирует по двум ступеням, что не может существенно изменить результаты. Далее обозначаем концентрации ионов через $x1$, $x2$, $x3$ и так далее и вводим систему уравнений в СКМ *Maple*. Но для эффективного ускорения вычислений в программе *Maple* необходимо до первой точки эквивалентности (250 мл) пренебречь в суммах величиной $[\text{Ti}^{3+}]$ (уравнения 5 и 7), поскольку в этом диапазоне восстановитель содержится в недостатке и вследствие очень большой константы равновесия значение $[\text{Ti}^{3+}]$ на много порядков меньше по сравнению с другими величинами в суммах. При объеме титранта более 250 мл для ускорения вычислений в суммах надо пренебречь величиной $[\text{MnO}_4^-]$ (уравнения 3 и 7). Изменяя объем титранта, можно найти концентрации ионов в каждой точке. Учитывая возможности СКМ *Maple* при каждом значении объема титранта с помощью функции подстановки *subs* находим электродные потенциалы и строим графическую зависимость электродного потенциала E от объема титранта V (кривая титрования на рис. 1).

Заметим, что введение формул для вычисления электродных потенциалов в основную систему уравнений неэффективно, поэтому дополнительно к основной системе уравнений надо использовать функцию *subs*.

Визуальная оценка показывает, что оба четких скачка на кривой титрования пригодны для раздельного титриметрического определения обоих компонентов. Максимальный индекс крутизны на втором скачке равен $3 \cdot 10^4$ В на литр, а на первом скачке – еще выше на два порядка. Высота каждого скачка также достаточна для индикаторного титрования. Первую конечную точку (КТТ) титрования, соответствующую оттитровыванию перманганата, можно определить по его обесцвечиванию. Для фиксации второй КТТ можно применить роданид аммония (или щелочного металла). После обесцвечивания перманганата надо в колбу для титрования добавить роданид и титровать до обесцвечивания его красного комплекса с железом.

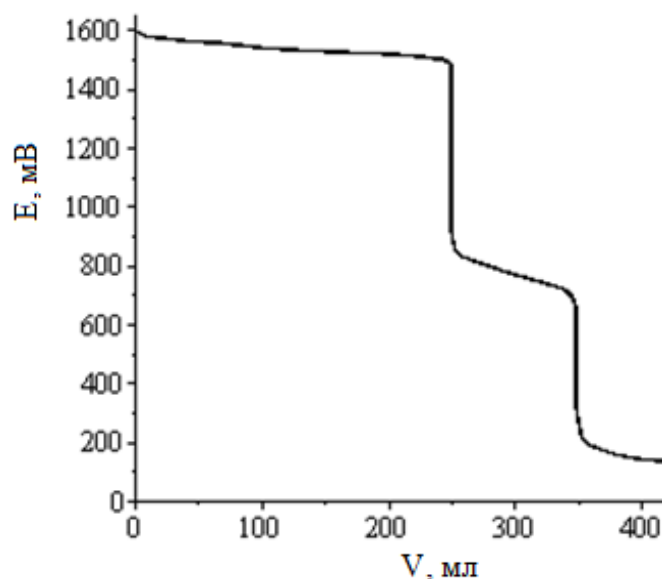


Рис. 1. Кривая окислительно-восстановительного титрования 100 мл смеси (0.05 М KMnO_4 + 0.05 М $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ + 2 М H_2SO_4) раствором 0.1 М TiCl_3

Разумеется, для регистрации второй КТТ можно применить и другие индикаторы со значением E^0 около 0.4 В.

Заключение. Применение в качестве титранта сильного восстановителя Ti^{3+} дает то преимущество, что в этом случае суммарный скачок электродного потенциала очень велик (если в титруемой смеси содержится сильный окислитель) и на нем может поместиться больше качественных ступенчатых скачков и можно соответственно провести больше точных отдельных определений в одном титриметрическом опыте. Разумеется, работа с таким сильным восстановителем требует соблюдения определенных условий (в частности, инертной атмосферы). Таким образом, преимущества работы с этим сильным восстановителем имеют принципиальный характер, а специальные условия при работе с ним на постоянной основе легко выполнимы.

Список литературы

1. Стецик В.В. Расчет и анализ ионных равновесий в аналитической химии / В.В. Стецик. – Харьков: ФЛП Мезина В. В., 2017.– 213 с.
2. Стецик В.В. Построение кривых титрования в среде Maple ускоренным методом / В.В. Стецик, А.С. Лыков, В.А. Цыбулько // Збірник центру наукових публікацій «Велес». – Київ, 31 серпня: Центр наукових публікацій, 2020. – С. 146-154.
3. Новый справочник химика и технолога. Химическое равновесие. Свойства растворов / Под ред. С.А. Симановой.– С.- Пб.: АНО НПО «Профессионал», 2004.– 998 с.
4. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии / Ю.Ю. Лурье.– М.: Химия, 1989. – 448 с.

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ФЕРМЕНТАТИВНЫЙ ГИДРОЛИЗ ЛИПИДОВ ТВОРОЖНОЙ МАССЫ

Тимохина В.В., Никулина А.В., канд. хим. наук, доц.
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»,
г. Воронеж, РФ
nik_a_68@mail.ru

Введение. Известен простой и экспрессный метод идентификации сливочного и пальмового масел с применением ферментативно-алкалометрического способа, основанный на проведении медленного гидролиза в неоптимальных условиях [1]. Однако, этот метод неприменим для анализа творожных масс из-за незначительного количества жира в них.

Цель работы – изучить гидролиз липидов творожной массы на основе сливочного и пальмового масел с целью получения максимальной скорости реакции при комнатной температуре.

Основная часть. Скорость ферментативного гидролиза оценивали по количеству выделившихся при расщеплении жиров кислот методом потенциометрического титрования. В качестве фермента использовали панкреатическую липазу с активностью 6000, масса творожной массы 5 г, гидролиз проводили при комнатной температуре 22 ± 1 °С. Изучено влияние следующих факторов: желчи как активатора ферментативного гидролиза, времени гидролиза и массы добавляемой липазы.

Желчные кислоты являются эмульгаторами жиров. Начальная скорость ферментативной реакции в присутствии желчи превышает более чем в 10 раз скорость гидролиза без желчи. Оптимальный объем для проведения ферментативного гидролиза липидов в выбранных условиях – 1 см³ желчи.

Активность липазы как фермента определяется скоростью реакции нулевого порядка (0,7122 и 0,7143 для творожных масс на основе сливочного и пальмового масел соответственно). Близость значений объясняются одинаковым механизмом гидролиза и практически идентичными продуктами реакции. Различия в образовании продуктов наблюдаются в интервале 0–4 с и после 1 мин реакции.

Максимальная скорость гидролиза в выбранных условиях достигается при введении 0,1 г ферментативного препарата. При дальнейшем увеличении массы скорость реакции меняется незначительно.

Заключение. Оптимизированы условия проведения ферментативного гидролиза липидов творожной массы, установленные зависимости могут быть использованы в анализе.

Список литературы

1. Никулина А.В., Парыгина Т.И. Применение ферментативно-алкалометрического способа для идентификации сливочного и пальмового масел // Вестник ВГУИТ. – 2018. – Т. 80, № 1. – С. 240-244.

КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ ФЛОРОГЛЮЦИНА ПОЛИМЕРНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Харитонов Л.А.¹, канд. хим. наук, доц.,

Пугачева И.Н.², д-р тех. наук, доц., *Коробов Н.А.¹*

¹ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия им. проф. Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», г. Воронеж, Россия

²ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», г. Воронеж, Россия

h_l_a@mail.ru

Введение. Флороглюцин (1,3,5-тригидроксибензол) представляет собой органическое соединение, которое применяется в производстве лекарственных препаратов, взрывчатых веществ и в аналитической практике, как лабораторный реагент для количественного определения, например, пятиуглеродных моносахаридов. При попадании в природные водоемы со сточными водами легко окисляется, резко ухудшая их экологическое состояние и органолептические свойства воды. Даже невысокие концентрации производного фенола оказывают неспецифическое спазмолитическое воздействие на бронхи, сосуды, кишечник и желчный пузырь человека.

Одним из способов выделения и концентрирования гидроксibenзолов является твердофазная экстракция с применением в качестве экстрагентов сорбентов (модифицированные пенополиуретан и целлюлоза), полученных на основе отходов при производстве полимерных материалов [1].

Цель работы – разработка эффективного способа извлечения и концентрирования флороглюцина из водных сред для применения при контроле нормативных требований по остаточному содержанию фенольных соединений, к числу которых относят флороглюцин.

Основная часть. Нами изучено сорбционное концентрирование флороглюцина целлюлозой, обработанной концентрированным раствором серной кислоты. Для получения модифицированного кислого сорбента (МКС) измельчали хлопковое волокно (отход производства целлюлозы), заливали раствором кислоты. Полученную массу перемешивали и высушивали в сушильном шкафу, затем измельчали до мелкодисперсного порошкообразного состояния [2].

Гидроксил, входящий в состав флороглюцина, является сильным электронодонорным заместителем, поэтому 1,3,5-тригидроксибензол проявляет слабые кислотные свойства. Для сорбционного извлечения таких соединений, правильно подобранное значение pH при их извлечении из водных объектов является одним из основных факторов. На

заключительной стадии подготовки МСК остатки кислоты нейтрализовали раствором гидроксида натрия.

Для оценки эффективности концентрирования применяли степень извлечения (R , %), учитывающую потери микропримеси на стадии концентрирования

$$R = (C_0 - C) \cdot 100 / C,$$

где C_0 и C – концентрация флороглюцина в водном растворе до и после концентрирования, мг/дм³.

Содержание флороглюцина в равновесном водном растворе после расслаивания фаз устанавливали фотометрически по реакции с диазотированной сульфаниловой кислотой (КФК-2МП, $\lambda = 400$ нм).

Коэффициент концентрирования флороглюцина (при условии практически полного извлечения, $R = 94\text{--}99\%$) вычисляли по формуле

$$m = m_{\text{вод}} / m_{\text{с}},$$

где $m_{\text{вод}}$ и $m_{\text{с}}$ – массы водной фазы и сорбента, г.

Изучено влияние продолжительности контакта фаз, соотношения водной фазы и сорбента, рН на эффективность сорбционного извлечения флороглюцина модифицированной целлюлозой. Время достижения сорбционного равновесия находили по кривым, описывающим зависимость степени извлечения из водной пробы от продолжительности контакта фаз (τ , мин). Степень извлечения трехатомного фенола возрастает при увеличении τ до 20 мин, дальнейшее повышение продолжительности контакта фаз не влияет на степень извлечения.

Установлено, что максимальные значения степени извлечения флороглюцина (97–98 %) достигаются при применении модифицированной целлюлозы в количестве 0,5–0,6 % от массы исходного раствора, при этом создается необходимое значение рН 2-3. С увеличением массы сорбента и рН степень извлечения и коэффициент концентрирования уменьшаются.

Заключение. Разработан способ концентрирования флороглюцина из водных сред, включающий сорбцию модифицированной целлюлозой. Предложенный способ может быть рекомендован для концентрирования флороглюцина при контроле очищенных сточных вод, сбрасываемых в водоёмы. Способ характеризуется низкими пределами обнаружения, экспрессностью.

Список литературы

1. Зарцына С.С., Харитоновна Л.А., Калинкина С.П. Совершенствование технологии очистки сточных вод пищевых предприятий / С.С. Зарцына, Л.А. Харитоновна, С.П. Калинкина / Вода и экология. – 2007, № 4. – С.48-53.
2. Никулин С.С., Пугачева И.Н. Применение отходов текстильной промышленности для получения порошкообразных наполнителей / С.С. Никулин, И.Н. Пугачева // Химия и химическая технология. Известия вузов, 2012. – Т. 55. вып. 5. – С. 104-107.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАРГАНЦА В МИКРОУДОБРЕНИИ НА ОСНОВЕ ЕГО КОМПЛЕКСОНАТА

Щепина Н.Д.¹, канд. хим. наук, доц.,
Рокун А.Н.¹, канд. хим. наук, доц.,
Алемасова А.С.¹, д-р. хим. наук, проф.,
Мысник И.В.², канд. хим. наук, доц.

¹ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР

²ГУ «Научно-исследовательский институт «Реактивэлектрон», г. Донецк, ДНР
shnatalina@mail.ru

Введение. Государственным учреждением «Научно-исследовательский институт «Реактивэлектрон» (г. Донецк) совместно с кафедрой аналитической химии ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет» разработано микроудобрение на основе комплекса марганца(II) с трилоном Б. Экспериментальные образцы прошли успешные испытания в тепличных хозяйствах Донбасса [1].

Для контроля качества микроудобрений необходимо проводить определение содержания марганца. Стандартной методики определения содержания марганца в данном виде микроудобрений нет.

Для определения содержания марганца в микроудобрении нами предложены атомно-абсорбционный метод анализа и метод перманганатометрического титрования с потенциометрической фиксацией конечной точки титрования.

Целью данной работы было исследование влияния матричных помех и способов их устранения при пламенном атомно-абсорбционном определении марганца в концентрате микроудобрений на основе комплексоната марганца, разработка атомно-абсорбционной методики определения содержания марганца и методики перманганатометрического титрования с потенциометрической фиксацией конечной точки титрования.

Основная часть. Сложность определения марганца в концентрате микроудобрений вызвана тем, что многокомпонентная матрица негативно влияет на предел обнаружения и на метрологические характеристики методики. В связи с этим требуется подготовка пробы путем ее минерализации, способом сухого или мокрого озоления. Традиционно при анализе удобрений, содержащих органические вещества, используют длительную и трудоемкую пробоподготовку, включающую стадии выпаривания, озоления и растворения сухого остатка в серной кислоте. При такой методике, которая требует от 3 до 16 часов, практически не возможен поточный контроль продукции. Кроме того, используются различные токсичные реактивы.

Матричные влияния при атомно-абсорбционном определении марганца в концентрате микроудобрений могут вызывать: высокая плотность концентрата (1200–1230 г/л); высокая концентрация аналита (25–30 г/л); марганец связан в устойчивый монокхелатный комплекс с трилоном Б ($\lg\beta = 14,04$) [2]; наличие 1,5-кратного избытка вещества-комплексообразователя; наличие органических соединений, вследствие чего неселективное поглощение.

Для устранения влияний, вызванных высокой плотностью и высокой концентрацией марганца в концентрате микроудобрений, раствор разбавляли. Для устранения влияния комплексообразования в исследуемые и градуировочные растворы добавляли кислоту с тем, чтобы конечный рН был равен 1.

Исследование влияния различных кислот на атомно-абсорбционное определение марганца в матрице микроудобрений показало, что хлористоводородная кислота существенно не влияет на абсорбционный сигнал марганца. Азотная кислота при концентрации равной 0,1 моль/л, практически не оказывает влияния на абсорбционный сигнал марганца, но повышение концентрации приводит к снижению сигнала. Наиболее депрессирующее влияние на атомно-абсорбционный сигнал марганца проявляет серная кислота. Вероятной причиной этого является повышение вязкости раствора, что делает его кинетически более инертным. Таким образом, для разрушения комплексоната марганца с целью его последующего атомно-абсорбционного определения более предпочтительно использовать хлористоводородную кислоту.

Влияние избытка трилона Б на абсорбционность марганца исследовали с добавлением и без добавления хлористоводородной кислоты. Было установлено, что избыток трилона Б снижает аналитический сигнал марганца на 10 % и более, а добавление хлористоводородной кислоты ($\text{pH} \leq 1$) практически полностью устраняет этот негативный эффект даже в присутствии четырёхкратного избытка трилона Б.

Исследование влияния состава ацетилен-воздушного пламени на абсорбционный сигнал марганца в матрице микроудобрений показало, что наиболее оптимальный состав пламени соответствует содержанию 10 – 12 % об. ацетилена, т.е. окислительному составу пламени. При росте содержания ацетилена абсорбция марганца падает.

Определение марганца методом перманганатометрии с потенциометрической фиксацией конечной точки титрования основано на реакции окисления двухвалентного марганца раствором марганцовокислого калия до трехвалентного в нейтральной среде в присутствии пирофосфорнокислого натрия. Реакция проходит строго стехиометрически. Точку эквивалентности устанавливают потенциометрически.

Определение массовой концентрации марганца в концентрате микроудобрения проводили по следующей методике: отбирали аликвоту

предварительно разбавленного в 30 раз концентрата микроудобрения в стакан, содержащий раствор пирофосфорнокислого натрия. Устанавливали рН раствора, равный 7 и титровали раствором марганцовокислого калия с помощью потенциометрической установки с парой электродов: платиновый – вольфрамовый до максимального скачка потенциала. Параллельно проводили контрольный опыт. Предварительные исследования показали, что двукратный избыток трилона Б не оказывает существенного влияния на определение марганца.

Проведенные исследования легли в основу разработки экспрессных (без предварительной пробоподготовки) методик определения содержания марганца в микроудобрении на основе этилендиаминтетраацетата марганца(II) – атомно-абсорбционной и перманганатометрического титрования с потенциометрической фиксацией конечной точки титрования. Результаты определения марганца в стандартном и опытном образцах микроудобрения представлены в таблице.

Таблица

Результаты определения содержания марганца в концентрате микроудобрения «РЭТЭК» (n = 4; P = 0,95)

Объект исследования	рН	ρ, г/см ³	Найдено			
			атомно-абсорбционным методом по разработанной методике		Потенциометрическим методом	
			$\bar{C} \pm \frac{t \cdot S}{\sqrt{n}}$, г/дм ³	S _r	$\bar{C} \pm \frac{t \cdot S}{\sqrt{n}}$, г/дм ³	S _r
Стандартный раствор микроудобрения С (Mn)= 30 г/дм ³)	7,07	1,185	29,8±1,4	0,03	29,9±0,5	0,01
Испытуемый образец	7,13	1,171	29,5±1,4	0,03	29,7±0,5	0,01

Видно, что найденное с помощью разработанных методик значение концентрации марганца в стандартном и испытуемых образцах, соответствует содержанию и заявленному качеству удобрения.

Сравнение результатов двух методик определения марганца в концентрате микроудобрения (атомно-абсорбционной и потенциометрического титрования), проведенное по F- и t-критериям, показало, что разница между дисперсиями не значима, и обе величины можно отнести к одной и той же выборке.

Заключение. Обе разработанные методики отличаются простотой, экспрессностью, отсутствием длительной, трудоемкой пробоподготовки и могут применяться для контроля качества микроудобрений на основе

комплексоната марганца(II). Следует отметить, что методика, основанная на перманганатометрическом титровании с потенциометрической фиксацией конечной точки титрования отличается лучшей воспроизводимостью ($S_r = 0,01$), но более трудоемка. Атомно-абсорбционная методика определения отличается простотой и экспрессностью (время определения – 15-20 минут).

Список литературы:

1. Сыщиков Д.В., Удодов И.А., Погибко В.М., Сыщикова О.В. Перспективы применения комплексных хелатных микроудобрений в почвенно-климатических условиях Донбасса / Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства: Сб. науч. тр. По материалам V Международной науч. экол. конф. / сост. В.В. Корунчикова; под. ред. И.С. Белюченко. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – С.179-182.
2. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. М.: Химия, 1979. – 480 с.

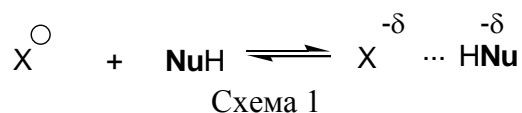
УДК 547.717

ПОВЕДЕНИЕ АНИОНОВ ТЕТРААЛКИЛАММОНИЕВЫХ СОЛЕЙ В РЕАКЦИИ НУКЛЕОФИЛЬНОГО РАСКРЫТИЯ ЭПОКСИДНОГО ЦИКЛА

Бахтин С.Г., канд. хим. наук, *Синельникова М.А.*
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
s.bahtin@donnu.ru

Эпоксиды представляют собой привлекательные строительные блоки для получения множества органических соединений различной сложности. Высокая активность оксиранов объясняется повышенной напряженностью трехчленного цикла, а также наличием реакционных центров – атомов углерода фрагмента $^{+\delta}\text{C}-\text{O}-\text{C}^{\delta+}$. Основные реакции этого класса соединений обычно протекают под действием различных нуклеофильных протондонорных реагентов (**NuH**) и позволяют получать различные гомо- и гетерофункциональные производные, многие из которых широко используются в промышленности и быту. Среди оксиранов эпихлоргидрин (ЭХГ) является одним из наиболее важных эпоксидов, поскольку его реакции с реагентами **NuH** позволяют как наращивать углеродную цепь, так и вводить функциональные заместители к трем соседним атомам углерода.

Известно, что некаталитические реакции оксиалкилирования реагентов **NuH** имеют чрезвычайно низкие скорости и ускоряются в присутствии различных кислотных или основных катализаторов. В качестве последних чаще всего используются такие органические основания как соли тетраалкиламмония R_4NX . Их использование позволяет проводить реакцию с достаточно высокой скоростью и региоселективностью (> 90 %). Каталитическое действие R_4NX в ряде случаев объясняется в рамках механизма общего основного катализа, когда анион X^- , выступающий в качестве основания, активирует протондонорный реагент за счет переноса его протона (схема 1):



Наши предыдущие экспериментальные и теоретические исследования однозначно показали, что каталитическое действие R_4NX состоит в первоначальном взаимодействии аниона X^- с оксираном (механизм переноса аниона **NuH** ионной парой, схема 2):

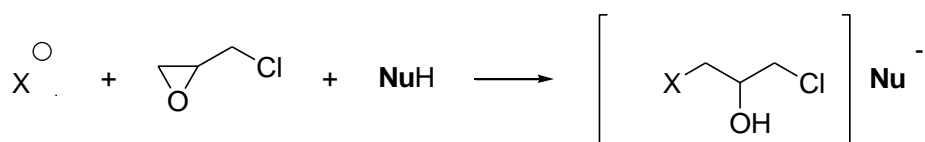


Схема 2

С другой стороны, раскрытие эпоксида под действием аниона X^- , представленное схемой 2, не может быть простой реакцией, поскольку она является тримолекулярной. Для описания нуклеофильного раскрытия оксирана под действием X^- необходимо определить, какая из электрофильных компонент, присутствующих в реакционной системе – «свободный» ЭХГ или связанный протонодонором, принимает участие в реакции. На основании этого можно предположить два возможных пути взаимодействия аниона X^- с оксираном (схема 3):

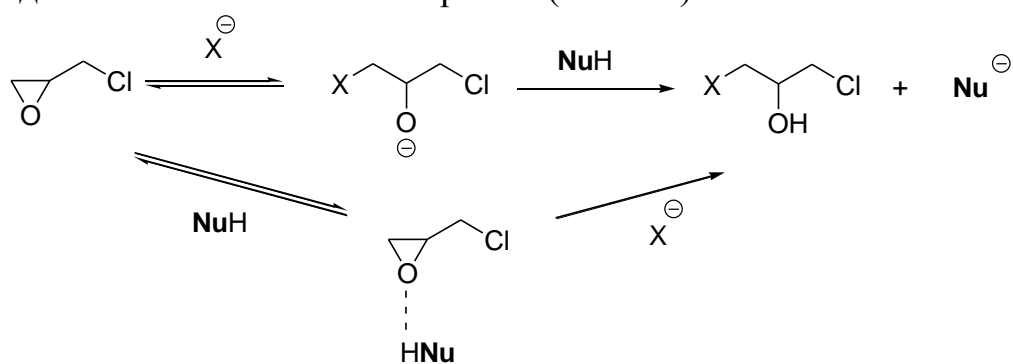


Схема 3

Поэтому дальнейший интерес представляет более глубокое изучение этой стадии раскрытия эпоксида под действием R_4NX .

В качестве объектов исследования были выбраны реакционные системы « $(C_2H_5)_4N^+X^-$ – 4-нитрофенол (**NuH**) – ЭХГ». В ходе исследования использовались различные методы исследования: кинетические (потенциометрическое кислотно-основное титрование протонодонорного реагента; УФ-спектроскопическое определение накопления аниона протонодонора), структурные (УФ- и ЯМР-контроль строения образующихся соединений).

В ходе исследований было обнаружено, что в исследуемой реакции осуществляется активация оксирана протонодонорным реагентом; анион соли тетраалкиламмония, в отличие от третичных аминов, расходуется на стадии взаимодействия с ЭХГ, реагируя с неактивированным оксираном по механизму S_N2 с образованием хлоргидриновых эфиров. Впервые показано, что увеличение концентрации протонодонора приводит к замедлению скорости расхода R_4NX , что можно объяснить дезактивацией нуклеофила X^- за счет связывания реагентом **NuH**.

ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ ВЫСВОБОЖДЕНИЯ ФУРАЦИЛИНА ИЗ ГИДРОГЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ СОПОЛИМЕРА МАЛЕИНОВОГО АНГИДРИДА

Завязкина Т.И., Тюрина Т.Г., д-р хим. наук, проф.
ГУ «Институт физико-органической химии и углехимии
им. Л.М. Литвиненко», г. Донецк, ДНР
tatzavyazkina@gmail.com

Системы доставки лекарственных препаратов с контролируемым высвобождением являются перспективным направлением развития фармакологии [1]. Среди прочих задач весьма актуально получение лекарственных средств с пролонгированным действием, к которым относятся, в частности, раневые повязки, мягкие линзы и т.д.

В данной работе исследовали свойства гидрогелей на основе сополимера малеинового ангидрида и поливинилацетата (МА-ВА), содержащих фурацилин (5–нитрофурурола семикарбазон, НФС), которые могут служить моделью системы доставки лекарственных веществ.

Для получения гидрогелей использовали смесь ПВС : МА-ВА = 4 : 1 с предварительной механообработкой смеси полимеров и без нее. Механообработку проводили в вибрационном аппарате 75Т-ДрМ (прилагаемая нагрузка 339–550 Н) в течение 2 мин. Смесь растворяли в воде (~ 6 %), вводили НФС в воде или диоксане, с содержанием 0,02 или 0,25 % мас. НФС соответственно, и инициатор (персульфат аммония, ПСА) в количестве 0,75 % мас. Полученный раствор поливали на полистирольные подложки и сушили, ступенчато поднимая температуру от 40 до 80 °С, а затем дополнительно выдерживали при 100 °С в течение 1 часа.

Для изучения высвобождения НФС из гидрогеля пленки помещали в дистиллированную воду, отбирали пробы через фиксированные промежутки времени и регистрировали электронные спектры растворов при 298 К с помощью спектрофотометра «Specord UV-VIS» в области 300–750 нм. Результаты исследования представлены в табл. 1 и на рис. 1.

Таблица 1

Зависимость массовой доли высвобожденного НФС от условий получения гидрогелей

Образец	Механо-обработка	Растворитель НФС	Содержание НФС в пленке, % мас.	Доля НФС, перешедшего в р-р
1	–	Вода	0,094	0,96
2	2 мин	Вода	0,261	0,42
3	–	Диоксан	1,455	0,62

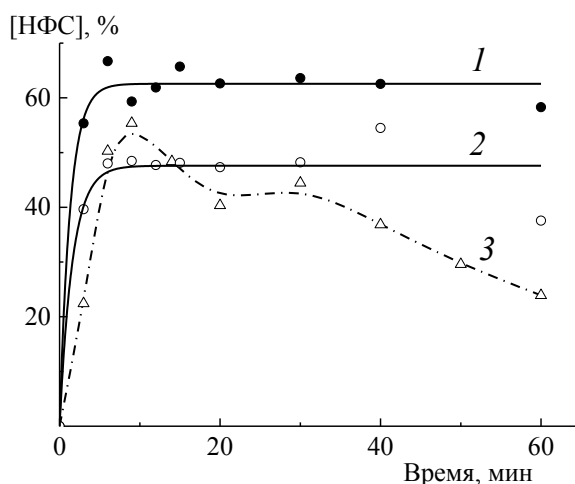


Рисунок 1. Количество вышедшего в раствор НФС относительно его содержания в геле для образцов 3 (1, 2) и 2 (3) при проведении эксперимента в темновом режиме (1) и на свету (2, 3)

Было найдено, что на оптическую плотность растворов НФС, по которой определяли его количество в растворе, влияет облучение солнечным светом и наличие полимеров в водном растворе (рис. 2), а также продолжительность облучения (рис. 3).

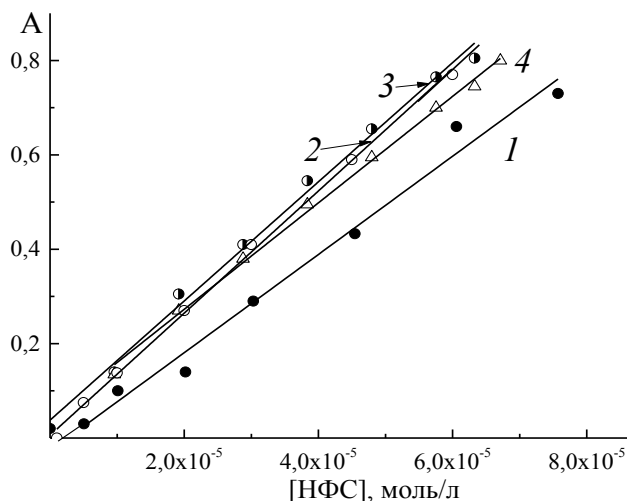


Рис. 2. Зависимость оптической плотности A от концентрации НФС для его растворов без добавок (1, 2) и в присутствии 0,014 % МА–ВА (3) или ПВС (4), в темновом режиме (1) и на свету (2–4)

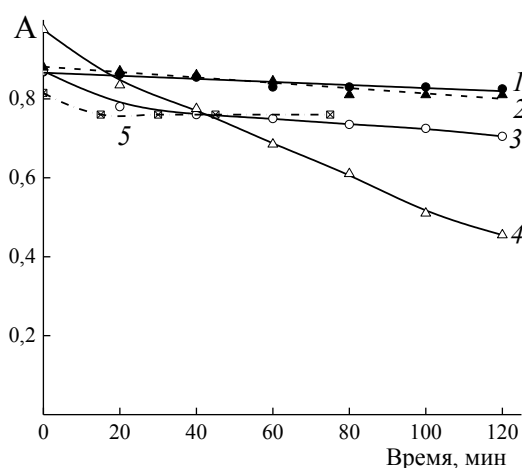


Рис. 3. Изменение оптической плотности от времени выдержки растворов НФС ($6,39 \cdot 10^{-5}$ моль/л) без добавок (1, 3), в присутствии 0,014 и 6 % МА–ВА (2, 4) и 0,014 % ПВС (5), в темноте (1, 2) и на свету (3–5)

Как видно из полученных результатов, коэффициент экстинкции водного раствора в темноте меньше, чем на свету (рис. 2), причем в последнем случае на эту величину незначительно влияет присутствие полимеров в количестве, выделяющемся из сетки при полученной доле геля 94–96%. Без облучения солнечным светом оптическая плотность раствора НФС в течение 2 ч изменяется незначительно, в том числе и в присутствии МА–ВА (рис. 3). Напротив, при наличии освещения A снижается как для водного раствора НФС, так и в присутствии добавок полимеров. Особенно значительно влияние МА–ВА, которое усиливается с

ростом концентрации сополимера. Можно полагать, что под действием света протекает процесс разложения НФС, что подтверждают результаты ПМР спектроскопии.

Таким образом, в результате работы получены гидрогелевые пленки, наполненные фурацилином, однако требуется как отработка метода их получения, так и процесса высвобождения лекарственного вещества.

Список литературы

1. Gupta, P. Hydrogels: from controlled release to pH-responsive drug delivery / P. Gupta, K. Vermani, S. Garg // Drug Discovery Today. – 2002. – Vol. 7, No 10. – P. 569–579.

УДК 661.666.232;54-732

СИНТЕЗ ТРЕХМЕРНЫХ (3D) ГИБРИДНЫХ СТРУКТУР ГРАФЕН / УНТ

Заритовский А.Н., канд. хим. наук, *Котенко Е.Н.*,
Демко Я.В., *Глазунова В.А.*

ГУ «Институт физико-органической химии и углехимии им. Л.М. Литвиненко»,
г. Донецк, ДНР
zaritovski@gmail.com

Введение. Наблюдающуюся в последние годы интенсификацию исследований в области синтеза трехмерных композитных графеновых наноструктур, содержащих углеродные нанотрубки (УНТ), связывают как с появлением новых характеристик получаемых гибридных материалов, так и с синергизмом свойств, присущих каждому из участвующих в процессе компонентов.

Благодаря установленным свойствам, синтезированные гибридные 3D материалы продемонстрировали перспективность их широкого использования в устройствах хранения / преобразования энергии, в качестве носителей катализаторов для топливных элементов, электрохимических сенсоров (биосенсоров глюкозы), высокоэффективных сорбентов для удаления из воды ионов тяжелых металлов, очистки водных акваторий от нефти и органических загрязнителей при ликвидации техногенных катастроф.

Основная часть. К настоящему времени описаны многообразные методы построения архитектурных ансамблей, включающих трехмерные гибридные композиции графенов и УНТ.

Все они отличаются принципиально разными подходами к синтезу гибридов и могут быть разбиты на два общих метода – метод «сборки», согласно которому синтезируют графен и УНТ отдельно, а затем собирают

их вместе и метод «на месте», когда УНТ выращивают непосредственно на графеновых структурах [1].

Метод «сборки» предполагает самосборку гибридов физическим или химическим путями. Процесс «сборки», как правило, проще, чем изготовление «на месте», но приводит к получению материалов более низкого качества.

Эти ограничения были устранены при использовании метода «на месте», предусматривающего выращивание УНТ *in situ* на графене или одновременное выращивание графена и УНТ.

Синтез гибридов графена и УНТ *in situ* обеспечивает больший контроль над морфологией конечной углеродной наноструктуры за счет регулирования условий проведения процесса и позволяет получать продукт с лучшими характеристиками, в первую очередь с более высокой проводимостью.

Рост гибридов графен / УНТ, включающий прямой рост графена и / или УНТ осуществляется с использованием химического осаждения из паровой фазы (CVD). Получаемые композиты графен / УНТ могут быть далее классифицированы как одно- и двухступенчатые гибриды в зависимости от количества стадий процесса.

В одностадийных синтезах гибридов рост графена и УНТ осуществляется одновременно в одну стадию CVD, тогда как двухстадийный способ заключается в последовательном CVD каталитическом синтезе обычно графена и последующего выращивания УНТ на графене.

Приведенный метод роста «на месте» был успешно реализован рядом авторов для синтеза 3D графен / УНТ наноструктур с использованием микроволновой (МВ) энергии [2, 3]. Исследования показали, что микроволновый метод может успешно конкурировать с методом CVD, является перспективным и имеет большой потенциал для сверхбыстрого, простого и относительно недорогого производства нанокompозитных углеродных материалов.

В рамках поиска новых простых и доступных методов получения гибридных графеновых наноматериалов, изучения параметров и условий, определяющих протекание реакции, исследован процесс микроволнового синтеза 3D гибридных наноструктур графена и углеродных нанотрубок с использованием окиси графита, как графеновой составляющей, двух- и трехатомных фенолов в качестве источников углерода для УНТ в присутствии кобальтовых катализаторов (органических и / или неорганических солей кобальта) в нормальных условиях без использования вакуума или инертной атмосферы.

Установлено, что непродолжительная обработка (1–3 мин) смеси компонентов при различных весовых соотношениях окись графита : производное фенола, микроволновым излучением (частота

2450 МГц, мощность 800–1000 Вт) приводит к образованию гибридных наноструктур графен / УНТ, о чем свидетельствуют данные электронной микроскопии, представленные на рис. 1.

В продуктах реакции при использовании органических солей кобальта (ацетаты, оксалаты, ацетилацетонаты) в качестве катализатора обнаружены обширные графеновые нанолиты протяженностью в десятки микрометров с размещенными на их поверхности многостенными углеродными нанотрубкам. При этом не наблюдается полного разделения материала на отдельные графеновые плоскости, хотя в образцах обнаруживается некоторое количество фрагментов свободных пленок графена, в том числе частично изогнутых, состоящих, по-видимому, всего из нескольких атомных слоев, на что указывает их сравнительная прозрачность.

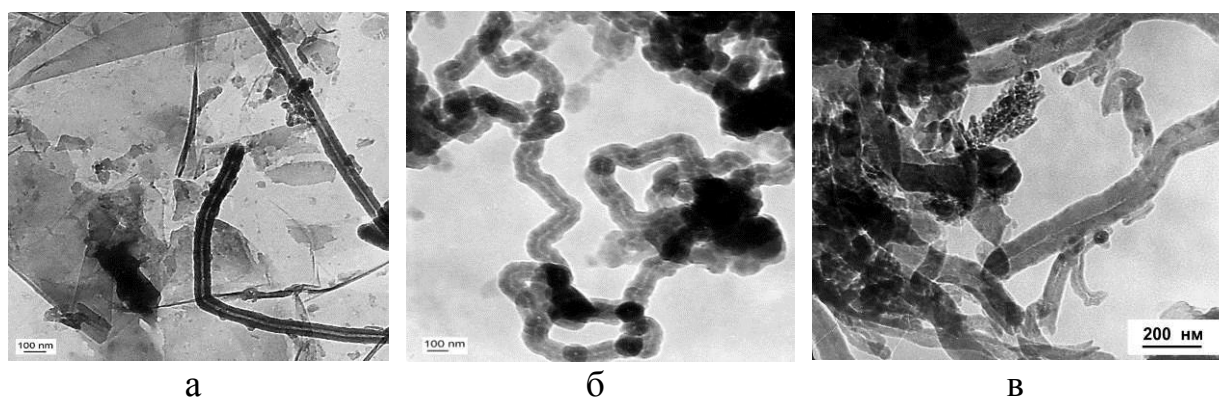


Рис. 1 ПЭМ-микрофотографии продуктов МВ-обработки смеси оксида графита и пирокатехина в присутствии: а – ацетата кобальта; б, в – ацетилацетоната кобальта

Многочисленные многостенные углеродные нанотрубки, наблюдаемые на микрофотографиях, имеют внешний диаметр в диапазоне 15–65 нм и длину, достигающую нескольких десятков микрометров.

Интенсивное образование графенов больших площадей, на наш взгляд, связано с использованием избытка многоатомных фенолов, обладающих, как известно, сильными восстановительными свойствами и способствующих интенсивному образованию графена в процессе микроволновой обработки окиси графита. Кроме того, термический распад органических солей катализатора благоприятствует образованию восстановительной среды и поддерживает активность металлических частиц катализатора, препятствуя его окислению.

Заключение. На основании полученных экспериментальных данных высказано предположение, что для увеличения выхода целевых продуктов в микроволновом процессе синтеза *in situ* композитных наноструктур графен / углеродные нанотрубки предпочтительно использование реагентов и катализаторов, поддерживающих восстановительную среду в реакционной зоне.

Список литературы

1. Graphene hybrids: synthesis strategies and applications in sensors and sensitized solar cells / S. Badhulika, Tr. Terse-Thakoor, C. Villarreal, A. Mulchandani // *Front Chem.* 2015; 3 . – 2015. – Vol. 3. – P. 38.
2. Mao S. Three-dimensional graphene-based composites for energy applications / S. Mao, G. Lu, J. Chen // *Nanoscale.* – 2015. – Vol. 7. – P. 6924–6943.
3. Microwave synthesis of nitrogen-doped carbon nanotubes anchored on graphene substrates / V. Sridhar, I. Lee, Ho-H. Chun, H. Park // *Carbon* – 2015. – Vol. 87. – P. 186–192.

УДК 577.151.45 + 542.943 : 547.553.1

ОКИСЛЕНИЕ ОРТО-ФЕНИЛЕНДИАМИНА В ПРИСУТСТВИИ ПЕРОКСИДАЗЫ ХРЕНА

Кравченко Е.М., Одарюк И.Д., канд. хим. наук, доц.
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
elena_grazhina@gmail.com

Введение. Фенилендиамины являются высоко реакционноспособными веществами, часто применяемыми в органическом синтезе [1]. Исследование кинетики их окисления, получения отдельных продуктов, например, 2,3-диаминофеназина представляет фундаментальный, практический интерес. Это вещество используется как флуорофор [2], как основа для самособирающихся нанолент [3], его производные – в качестве цитостатических препаратов [4]. Кроме того, реакция окисления о-фенилендиамина используется для определения оксидазной и пероксидазной активности, в иммуноферментном анализе [5].

На данный момент предложен ряд оксидативных систем для получения 2,3-диаминофеназина. Используются неорганические окислители [3, 6], катализаторы, осуществляющие окисление кислородом воздуха [7], а также ферменты – оксидазы [8] и пероксидазы [9].

Ферментативные системы имеют ряд преимуществ по сравнению с небелковыми катализаторами, так как имеют высокую эффективность и селективность, реакции в присутствии ферментов с высокой скоростью протекают в мягких условиях. Растительные пероксидазы - повсеместно встречающиеся высокоактивные ферменты, как правило, содержащие гем. Они характеризуются широкой субстратной специфичностью. Применение пероксидаз в биотехнологии имеет две особенности: высокий редокс-потенциал каталитически активных форм обуславливает их способность к окислению относительно инертных субстратов; использование пероксида водорода для осуществления катализа может приводить к инаktivации фермента, что ограничивает применение данной системы.

Цель. Выяснить эффективность катализа пероксидазой хрена (HRP) реакции окисления о-фенилендиамина пероксидом водорода до 2,3-диаминофеназина.

Основная часть. Кинетику ферментативного окисления о-фенилендиамина исследовали спектрофотометрически, наблюдая за накоплением 2,3-диаминофеназина при максимуме его полосы поглощения в видимой области ($\lambda_{\text{max}} = 448$ нм). При введении HRP к реакционной смеси наблюдали ее резкое потемнение. Начальная скорость образования 2,3-диаминофеназина при пероксидазном окислении в 45 раз больше, чем при лакказном, в пересчете на равную активность в международных единицах по 2,2'-азино-бис-(3-этилбензтиазолин-6-сульфонату) (ABTS) в качестве субстрата.

Спектральная полоса поглощения реакционной смеси при пероксидазном окислении о-фенилендиамина совпадает с таковой при его окислении в присутствии лакказы *Trametes versicolor*. Спектр продукта пероксидазного окисления идентичен спектру 2,3-диаминофеназина, то есть, как и при лакказном окислении, он является основным продуктом реакции. При достаточно высоких концентрациях субстрата образующийся 2,3-диаминофеназин выпадает в осадок и может быть отделен от реакционной смеси.

Опыт по количественному получению 2,3-диаминофеназина при пероксидазном окислении проводили при температуре 35 °С, интенсивной барботацией обеспечивали перемешивание реакционной смеси и протекание процесса в кинетической области. Охлаждением реакционной смеси в ледяной бане в течение 20 минут добивались остановки ферментативной реакции и осаждения основного количества продукта. Отделяли 2,3-диаминофеназин центрифугированием охлажденной смеси при 3000 об/мин в течение 10 минут. Полученный осадок высушивали на воздухе до постоянной массы при температуре 60 °С.

Выход продукта оказался небольшим и увеличение времени ферментативного синтеза в 2 раза слегка повысило данный параметр процесса (см. таблицу). Для сравнения, при проведении синтеза в присутствии лакказы *Trametes versicolor* в аналогичных условиях выход продукта за 3 часа составил 56% от теоретического.

Таблица 1

Влияние времени окисления о-фенилендиамина на выход 2,3-диаминофеназина

Условия реакции	t, ч	Выход 2,3-диаминофеназина	
		m, г	w, %
[S] ₀ = 40 мМ, [H ₂ O ₂] ₀ = 40 мМ, [HRP] ₀ = 15 мг/л, 0,1 М цитратный буфер pH 4,6	1,5	0,0046	21 %
	3	0,0062	29 %

Невысокий выход продукта при пероксидазном окислении о-фенилендиамина согласуется с литературными данными [9] и может объясняться как потерей активности пероксидазы, так и дальнейшими превращениями 2,3-диаминофеназина в условиях эксперимента.

Заключение. Основным продуктом окисления о-фенилендиамина пероксидом водорода в присутствии пероксидазы хрена является 2,3-диаминофеназин. Начальная скорость этого процесса в 45 раз больше скорости окисления о-фенилендиамина молекулярным кислородом в присутствии лакказы *Trametes versicolor*. Однако выход продукта пероксидазной реакции меньше и с точки зрения количественного получения целевого продукта 2,3-диаминофеназина процесс менее эффективен.

Список литературы

1. Phenylene- and Toluenediamines. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. - Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. – Vol. 26. – 2012.
2. Luo, Lirong. The study of a chemiluminescence immunoassay using the peroxyoxalate chemiluminescent reaction and its application / Lirong Luo et al // Talanta. – 2007. – Vol. 72. P. 1293–1297.
3. He, D. Formation of 2,3-diaminophenazines and their self-assembly into nanobelts in aqueous medium / D. He, Y. Wu, Bo-Qing Xu // European Polymer Journal. – 2007. – V. 43. P. 3703–3709.
4. Mahran, M. Asma et al. Synthesis and Anticancer Screening of Novel Polynuclear Heterocyclic Compounds Derived from 2,3-Diaminophenazine // European Journal of Medicinal Chemistry. – 2015. – Vol. 90. – P. 568-576.
5. Li, Ru. A label-free fluorimetric detection of biothiols based on the oxidase-like activity of Ag⁺ ions / Ru Li, et al // Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy. – 2018. – Vol. 188. – P. 20–25.
6. Mei, L. A novel synthesis of 2,3-diaminophenazine / L. Mei, L. S. Tai, F. H. Tao, S. Jie, L. Q. Rong // Res Chem Intermed. – 2012. – V. 38. – P. 499–505.
7. Kaizer, J. TEMPO-initiated oxidation of o-phenylenediamine to 2,3-diaminophenazine / J. Kaizer, R. Csonkab, G. Speier // React.Kinet.Catal.Lett. – 2002. – V. 75 (2). – P. 367–374.
8. Pandeng Zhou et al. 2,3-Diaminophenazine: short note // Molbank. – 2011. – M730. – P. 1-6.
9. Tarcha, Peter J. 2,3-Diaminophenazine Is the Product from the Horseradish Peroxidase-Catalyzed Oxidation of o-phenylenediamine / Peter J. Tarcha, Victor P. Chu, Dave Whittern // Analytical Biochemistry. – Vol. 165. – 1987. – P. 230-233.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ДЕКАВОЛЬФРАМАТА БАРИЯ (+2)

**Кретова Е.А.¹, Никитенко Д.В.¹, Пойманова Е.Ю.², канд. хим. наук,
Хомутова Е.В.^{1,3}, канд. биол. наук**

¹ГУ «Институт физико-органической химии и углехимии
им. Л. М. Литвиненко», г. Донецк, ДНР

²ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР

³ГО ВПО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени
Михаила Туган-Барановского», г. Донецк, ДНР

l.kretova.don@gmail.com

За последнее десятилетие интерес к фотохимическим реакциям, как многообещающему инструменту для C(sp³)-Н алкилирования в мягких условиях, неизменно растет [1]. Декавольфрамат-анион [W₁₀O₃₂]⁴⁻ занимает особое место среди эффективных фотокатализаторов в органическом синтезе [2]. Наиболее изученным фотокатализатором на данный момент, является декавольфрамат тетрабутиламмония (ⁿBu₄N)₄W₁₀O₃₂. Согласно работе [3] в результате фотокаталитической реакции с участием диметилформамида (ДМФА), эфиров малеиновой, бутановой кислот и (ⁿBu₄N)₄W₁₀O₃₂ образуются продукты как C-N сочетания (выход 47–86 %), так и C-C сочетания (выход 46 %). Вместе с тем известно, что фотохимические свойства [W₁₀O₃₂]⁴⁻ должны зависеть от природы катиона [4].

Целью работы являлось изучение фотохимической функционализации C(sp³)-Н связи в системе малеиновая кислота - ДМФА с использованием предварительно синтезированного декавольфрамата бария (+2) [Ba(H₂O)₂(C₃H₇NO)₃]₂[W₁₀O₃₂](C₃H₇NO)₂. Условия синтеза и описание структуры декавольфрамата бария (+2) приведены в работе [5]. В качестве источника света использовали ртутно-кварцевую лампу ДРТ 230-1, дающую излучение с длиной волны от 185 нм до 390 нм, продолжительность облучения реакционной смеси составляло 60 мин. Продукты реакции были идентифицированы методом ЯМР спектроскопии.

Результаты. ¹H ЯМР (C₃D₆O) системы: C₄H₄O₄-ДМФА-[Ba(H₂O)₂(C₃H₇NO)₃]₂[W₁₀O₃₂](C₃H₇NO)₂ без УФ-облучения (характерные сигналы): σ (м.д) = 6,38 (2H, s, CH=CH малеиновой кислоты); 2,80 (3H, s, CH₃ ДМФА); 2,96 (3H, s, CH₃ ДМФА); 8,03 (H, s, HCO ДМФА); 1,17 (9H, s, CH₃ трет-бутанола). Сигналы протона группы HC= малеиновой кислоты наблюдаются в виде синглета при 6,38 м.д.

¹H ЯМР (C₃D₆O) системы: C₄H₄O₄-ДМФА-[Ba(H₂O)₂(C₃H₇NO)₃]₂[W₁₀O₃₂](C₃H₇NO)₂ после УФ-облучения (характерные сигналы): σ (м.д) = 6,38 (2H, s, CH=CH малеиновой кислоты); 2,80 (3H, s, CH₃ ДМФА); 2,96 (3H, s, CH₃ ДМФА); 3,50 – 3,90 (мультиплет H, CH – продуктов реакции), 8,03 (H, s, HCO ДМФА); 1,17 (9H, s, CH₃ трет-бутанола)

^{13}C ЯМР ($\text{C}_3\text{D}_6\text{O}$) системы: $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4$ -ДМФА- $[\text{Ba}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{C}_3\text{H}_7\text{NO})_3]_2[\text{W}_{10}\text{O}_{32}]\cdot(\text{C}_3\text{H}_7\text{NO})_2$ после УФ-облучения (характерные сигналы): σ (м.д) = 30,28, 35,24 ($-\text{N}(\text{CH}_3)_2$ DMF); 32,95 (CH_2), 33,89 (CH_3), 39,66 (CH), 50,03 (CH_2), 162,99 (CO) – продуктов реакции, 130,54 ($\text{HC}=\text{CH}$ малеиновой кислоты); 162,18 (HCO DMF); 166,59 (COOH малеиновой кислоты); 172,33, 173,89 (COOH группы – остаток янтарной кислоты продукта).

Вывод. Таким образом, в системе малеиновая кислота-ДМФА и $[\text{Ba}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{C}_3\text{H}_7\text{NO})_3]_2[\text{W}_{10}\text{O}_{32}]\cdot(\text{C}_3\text{H}_7\text{NO})_2$ основным продуктом реакции является продукт С-Н сочетания: 2-[(N-метил-N-формил-амино)-метил]янтарная кислота, о чем свидетельствует появление сигналов при σ (м.д) = 3,50 – 3,90 в ^1H ЯМР и сигналов с σ (м.д): 32,95 (CH_2), 33,89 (CH_3), 39,66 (CH), 50,03 (CH_2), 162,99 (CO) и 172,33, 173,89 (COOH группы) в ^{13}C ЯМР ($\text{C}_3\text{D}_6\text{O}$). Предположительная схема реакции приведена на рис. 1.

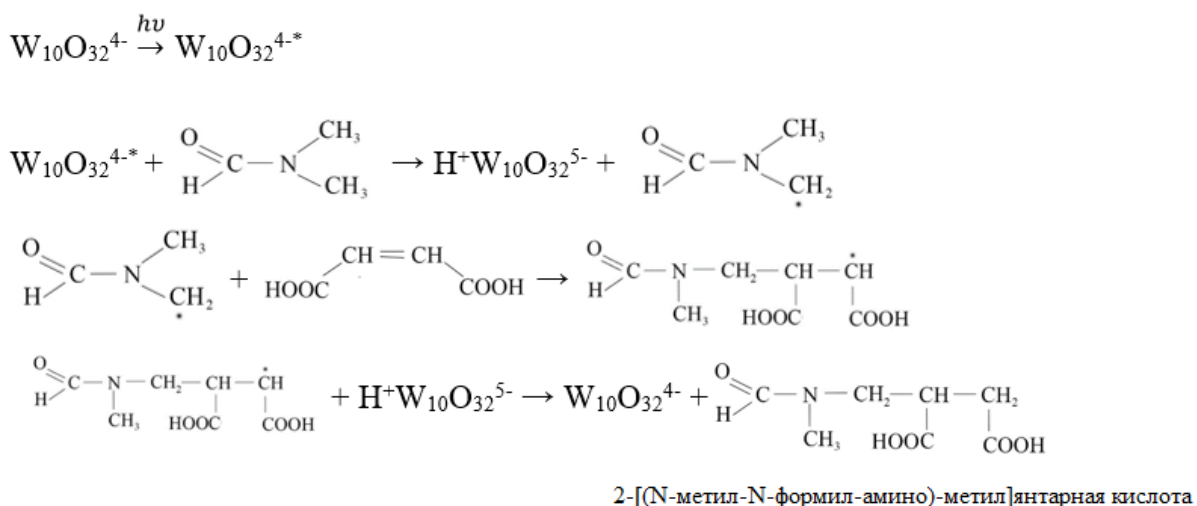


Рис. 1. Схема образования продукта конденсации ДМФА и малеиновой кислоты в присутствии $[\text{Ba}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{C}_3\text{H}_7\text{NO})_3]_2[\text{W}_{10}\text{O}_{32}]\cdot(\text{C}_3\text{H}_7\text{NO})_2$.

Список литературы

1. Zhen, Chen. Catalytic alkylation of unactivated $\text{C}(\text{sp}^3)\text{-H}$ bonds for $\text{C}(\text{sp}^3)\text{-C}(\text{sp}^3)$ bond formation [Text] /Zhen Chen Meng-Yu Rong, Jing Nie, Xue-Feng Zhu, Bing-Feng Shi, Jun-An Ma // Chem. Soc. Rev. 2019. – Vol. 48, № 18. – P. 4921-4942.
2. Ravelli, D. Site-Selective C–H Functionalization by Decatungstate Anion Photocatalysis: Synergistic Control by Polar and Steric Effects Expands the Reaction Scope [Text] / D. Ravelli, M. Fagnoni, T. Fukuyama, T. Nishikawa, I. Ryu // ACS Catal. – 2018. – V. 8. – P. 701-713.
3. Tzirakis, M.D. Decatungstate as an efficient photocatalyst in organic chemistry [Text] / M.D. Tzirakis, I. N. Lykakis, M. Orfanopoulos //Chem. Soc. Rev. – 2009. – V. 38, № 9. – P. 2609–2621.
4. Molinari, A. Tetralkylammonium and Sodium Decatungstate Heterogenized on Silica: Effects of the Nature of Cationson the Photocatalytic Oxidation of Organic Substrates [Text] / A.Molinari, R. Amadelli, A. Mazzacani, G. Sartori, A. Maldotti // Langmuir. - 2002. – V. 18, № 14. – P. 5400-5405.

5. Poimanova, O. Yu. Equilibria in the acidified aqueous dimethylformamide solutions of tungstate anion. Synthesis, crystal structure and characterization of novel decatungstate $[\text{Ba}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{C}_3\text{H}_7\text{NO})_3]_2[\text{W}_{10}\text{O}_{32}] \cdot (\text{C}_3\text{H}_7\text{NO})_2$ [Text] / Poimanova O. Yu., Radio S. V., Bilousova K. Ye., Baumer V. N., Rozantsev G. M. // Journal of Coord. Chem. – 2015. – V. 68, №1. – P. 1-17.

УДК 544.463:532

ПОЛУЧЕНИЕ ЭТОКСИЛИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ АРОМАТИЧЕСКИХ КИСЛОТ МЕХАНОХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Макарова Р.А. канд. хим. наук, *Семенова Р.Г.*, канд. хим. наук,
Хилько С.Л., канд. хим. наук, ст. науч. сотр., *Рогатко М.И.*, *Хилько А.С.*
ГУ «Институт физико-органической химии и углехимии», г. Донецк, ДНР
sv-hilko@yandex.ru

Введение. Одной из важнейших задач механохимии является разработка способов механосинтеза новых веществ с заданными свойствами. Для процессов механосинтеза наибольшее значение имеет тонкое измельчение твердого материала. Для этого используют аппараты, в которых сочетаются истирание с ударом или раздавливанием, но главным моментом считают истирание. Под действием механических сил чисто физические процессы измельчения и трения становятся причиной химических реакций [1, 2].

Реакция этоксилирования (в общем виде, алкоксилирования) важна в органическом синтезе, поскольку продукты этой реакции используются в качестве неионогенных поверхностно-активных веществ, смачивающих, эмульгирующих, стабилизирующих агентов, растворителей и химических промежуточных соединений. Реакцию этоксилирования органических соединений с получением этоксилатов обычно проводят при добавлении этиленоксида (ЭО) к соединениям, содержащим активный водород [3–5]. Субстраты, используемые для этоксилирования, в основном линейные и разветвленные спирты C_{12} – C_{18} , алкилфенолы (чаще всего, нонил или децил фенолы), жирные кислоты и производные жирных кислот. Добавление ЭО в субстрат, содержащий кислый водород, катализируется основаниями или кислотами Льюиса. Следует отметить, что проведение реакции этоксилирования химическими методами достаточно трудоемко и требует выполнения ряда условий: работа с газообразным оксидом этилена, наличие катализатора, длительность процесса, температура [3].

Целью работы было исследование возможности проведения реакции этоксилирования ароматических кислот механохимическим методом. Кроме того, интерес к такого рода экспериментам связан с возможностью моделирования процесса механохимического этоксилирования природных

полиэлектролитов на основе гуминовых кислот с получением бифункциональных ПАВ, сочетающих анионоактивные (-COOH и -OH группы) и неионогенные (-CH₂-CH₂-O-CH₂-CH₂- группы) свойства.

Основная часть. Механохимическую реакцию проводили в вибрационном аппарате 75Т-ДрМ при частоте вибрации $\nu = 50$ Гц и амплитуде $A = 3.0 \div 5.0$ мм в течение 5 минут. В качестве исходных компонентов использовали бензойную кислоту, гидрокоричную кислоту и полиэтиленгликоль (ПЭГ-6000). После проведения механохимической реакции отделяли избыток исходной кислоты путем растворения реакционной смеси в холодной воде и фильтрования осадка. Фильтрат упаривали и выделяли продукты реакции. ИК спектры записывали на спектрометре Bruker Tensor 37 FTIR Spectrometer в таблетках KBr (концентрация веществ в таблетке составляла 0.5 %).

На рис. 1 и 2 приведены ИК спектры исходных компонентов механохимической реакции (бензойная и гидрокоричная кислоты, ПЭГ-6000) и продукты их взаимодействия.

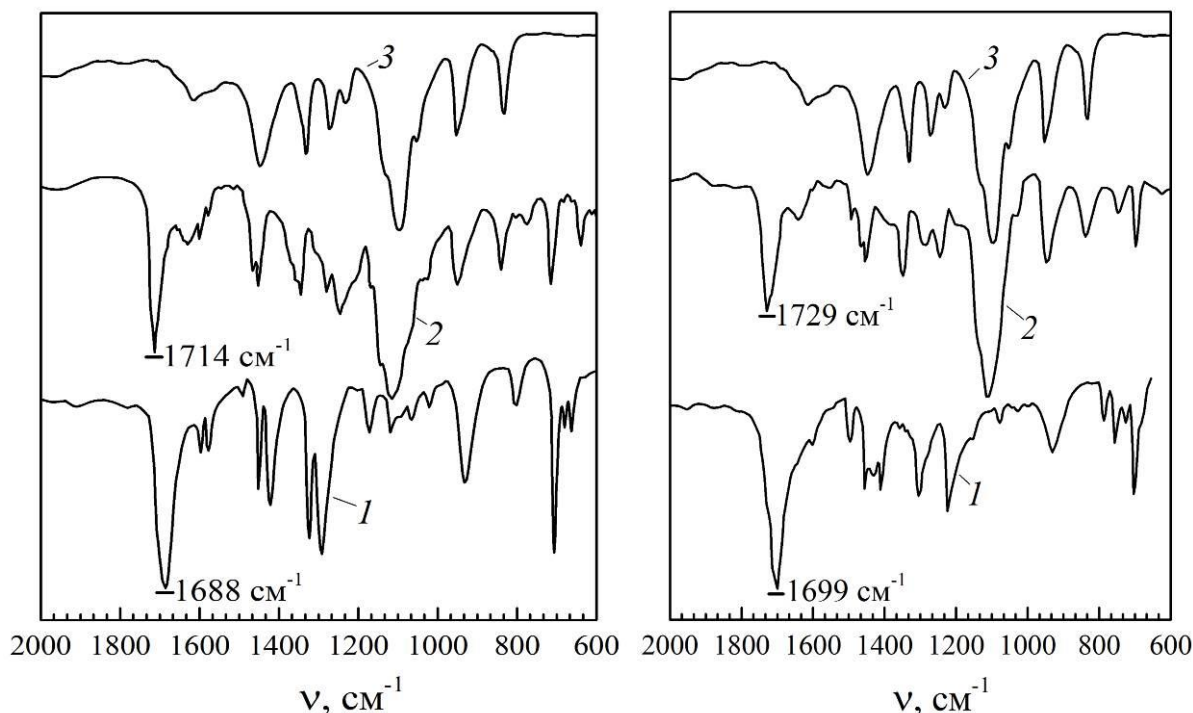


Рис. 1. ИК спектры в таблетках KBr:

- 1 – бензойная кислота;
- 2 – бензойная кислота+ПЭГ;
- 3 – ПЭГ-6000

Рис. 2. ИК спектры в таблетках KBr:

- 1 – гидрокоричная кислота;
- 2 – гидрокоричная кислота+ПЭГ;
- 3 – ПЭГ-6000

О протекании реакций этоксилирования свидетельствует смещение в спектрах продуктов реакции полос поглощения C=O колебаний в высокочастотную область по сравнению с полосами поглощения исходных кислот (рис. 1 и 2). Это указывает на то, что карбоксильная группа является реакционным центром, по которому протекает взаимодействие с полиэтиленгликолем.

Таким образом, показано, что реакция этоксилирования ароматических кислот может быть осуществлена методом твердофазного механохимического синтеза. Реакция протекает по карбоксильной группе, которая является реакционным центром. Образование продукта подтверждено методом ИК спектроскопии.

Список литературы

1. Барамбойм Н.К. Механохимия высокомолекулярных соединений / Н.К. Барамбойм. – М.: Химия, 1978. – 384 с.
2. Авакумов Е.Г. Механохимические методы активирования химических процессов / Е.Г. Авакумов. – Новосибирск: Наука, 1979. – 254 с.
3. Serio, M. Kinetics of Ethoxylation and Propoxylation of Ethylene Glycol Catalyzed by KOH [Text] / M. Serio, R. Tesser, F. Felippone, E. Santacesaria // Ind. Eng. Chem. Res. – 2002. – Vol. 41, N 21. – P. 5196-5206.
4. Umbach, W. Continuous alkoxylation process [Text] / W. Umbach, W. Stein // J. Am. Oil Chem. Soc. – 1971. – Vol. 48, N 8. – P. 394-397.
5. Sallaya, P. Novel General Procedure for the Preparation of Homogeneous Nonionic Surfactants [Text] / P. Sallaya, L. Farkas, Z. Szlovák, G. Fogassy // J. Surfactants Deterg. – 2002. – Vol. 5, N 4. – P. 353-357.

УДК 541.124:541.183:547.288.4

МИЦЕЛЛЯРНЫЙ «КАТАЛИЗ» В РЕАКЦИЯХ РАЗЛОЖЕНИЯ ФОС. ДИКАТИОННЫЕ ИМИДАЗОЛИЕВЫЕ ПАВ

Михайлов В.А., канд. хим. наук, *Прокопьева Т.М.*, канд. хим. наук,
Белюсова И.А., канд. хим. наук, *Зубарева Т.М.*, канд. хим. наук,
Туровская М.К., канд. хим. наук, *Панченко Б.В.*, канд. хим. наук,
Разумова Н.Г., *Гайдаш Т.С.*

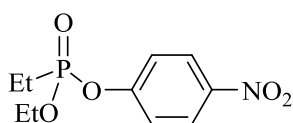
ГУ «Институт физико-органической химии и углехимии
им. Л.М. Литвиненко», г. Донецк, ДНР
v_mikhailov@yahoo.com

Выяснение закономерностей влияния организованных сред на реакционную способность органических соединений, установление количественных закономерностей «структура–свойство–мицеллярные эффекты» и поиск путей модификации и функционализации микроорганизмов открывают широкие перспективы управления скоростями химических реакций. Решение такой задачи напрямую связано с минимизацией актов террористического воздействия и техногенных аварий. Разложение субстратов-экоотоксикантов предполагает использование реакционной среды, удовлетворяющей критериям «Green chemistry», что является необходимым условием, и таковыми выступают растворы ПАВ.

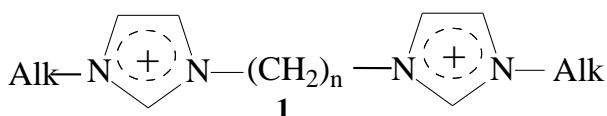
На протяжении последних 15–20 лет новые возможности в создании организованных микрогетерогенных систем были связаны с

получением и исследованием так называемых димерных, сдвоенных или Gemini детергентов (GS) [1]. Варьируя структуру спейсера и головных групп, можно синтезировать Gemini различного строения. При этом водные микрогетерогенные системы, содержащие весьма малые концентрации Gemini (до 10^{-3} моль/л), являются благоприятными реакционными средами для проведения гидролитического расщепления эфиров карбоновых и фосфорных кислот [2].

В настоящей работе изучены кинетические закономерности щелочного гидролиза модельного аналога субстратов-экоотоксикантов – 4-нитрофенилдиэтилфосфоната (НФДЭФС) в присутствии ПАВ (**1a-d**):

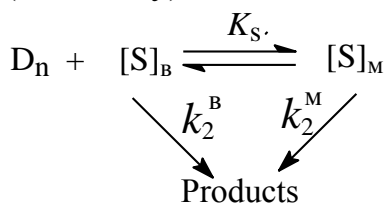


НФДЭФС



Alk = C₁₆H₃₃(**1a**), C₁₄H₂₉(**1b**), C₁₂H₂₅(**1c**), C₁₀H₂₁(**1d**)
n = 3

Щелочной гидролиз НФДЭФС в присутствии ПАВ протекает по двум параллельным маршрутам в мицеллярной (м) и водной (в) фазах (см. схему). Зависимость наблюдаемых констант скорости $k_{\text{набл.}}$, с⁻¹ от



концентрации ПАВ (c_0 , моль/л) имеет сложный вид: по мере все более полного связывания субстрата (S), стремится к предельной величине $k_{\text{набл.макс}}$ (рис.), дальнейшее увеличение c_0 сопровождается уменьшением эффекта

концентрирования субстрата и может приводить к падению $k_{\text{набл.}}$. Кинетическое поведение детергентов **1(a-d)** анализировалось в рамках

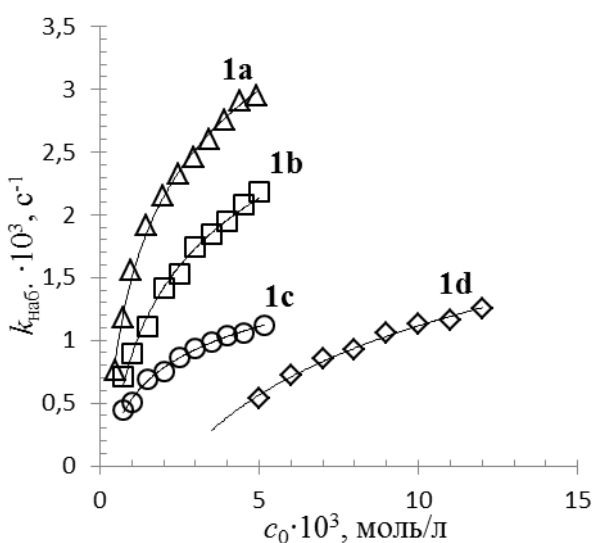


Рис. Зависимость величины $k_{\text{набл.}}$, с⁻¹ от концентрации ПАВ (c_0 , моль/л); pH 11.0, 25°C

псевдофазной распределительной модели с учетом только распределения субстрата (схема, уравнение):

$$k_{\text{набл.}} = \frac{k_m K_S c + k_2^B [\text{OH}^-]}{1 + K_S c}$$

В уравнении $c = c_0$ – ККМ, моль/л – концентрация мицеллизованного ПАВ (ККМ – критическая концентрация мицеллообразования детергента); k_2^M и k_2^B , л/(моль·с) – константы скорости второго порядка,

характеризующие нуклеофильность гидроксид-иона в мицеллярной псевдофазе и воде; k_m , c^{-1} – приведенная константа скорости первого порядка, $k_m = k_2^M/V_m$, где $V_m = 0,597$, л/моль – парциальный мольный объем ПАВ; K_S , л/моль – константа связывания субстрата.

В таблице приведен ряд физико-химических параметров для реакции щелочного гидролиза НФДЭФС в ОНС на основе ПАВ **1(a-d)**. Величина ККМ – важнейшая характеристика процесса мицеллообразования. Значения ККМ, оцененные из кинетических данных, закономерно возрастают с уменьшением длины алкильного заместителя (см. табл., ККМ). В таком же ряду следует ожидать и изменения гидрофобных свойств ПАВ. При этом с ростом длины алкильного «хвоста» увеличиваются и наблюдаемые константы скорости (рис.).

Таблица

Физико-химические параметры щелочного гидролиза НФДЭФС
в присутствии ПАВ **1(a-d)**, pH = 11,0, 25°C

Alk	ККМ, ^{a)} моль/л	K_S , л/моль	k_m , c^{-1}	k_2^M , ^{b)} л/(моль·с)	$k_{набл.}^M/k_{набл.}^B$ ^{b)}
C ₁₆ H ₃₃	$6 \cdot 10^{-6}$	490 ± 50	0,00415	0,00248	17,7
C ₁₄ H ₂₉	$3 \cdot 10^{-5}$	370 ± 30	0,00329	0,00196	12,8
C ₁₂ H ₂₅	$1,6 \cdot 10^{-4}$	430 ± 20	0,00257	0,000937	6,2
C ₁₀ H ₂₁	$3,6 \cdot 10^{-3}$	150 ± 10	0,00199	0,00119	3,2

Примечания: ^{a)} Величины ККМ определены кинетическим методом. ^{b)} Константа скорости второго порядка для щелочного гидролиза НФДЭФС в воде – 0,18 л/(моль·с).
^{b)} Наблюдаемые константы скорости в воде и мицеллах ПАВ при $c = 5 \cdot 10^{-3}$ моль/л.

В случае щелочного гидролиза НФДЭФС основным фактором, приводящим к увеличению наблюдаемых скоростей реакции в присутствии детергентов, по-видимому, выступают эффекты концентрирования реагентов. Величины констант связывания, характеризующие эффективность сольubilизации субстрата, возрастают с увеличением длины алкильной цепи (см. K_S в табл.).

Второй фактор, который следует учитывать при анализе мицеллярных эффектов, – влияние микроокружения на скорость щелочного гидролиза. Для всех изученных ПАВ константа скорости второго порядка в мицеллярной псевдофазе существенно ниже значения k_2^B в воде (см. таблицу). Тем не менее, мицеллярные эффекты составляют ~10–10² раз. В такой ситуации нет ничего необычного. Суммарная скорость реакции увеличивается даже в том случае, когда константы скорости второго порядка в мицеллах ниже, чем в воде, если реагенты сконцентрированы в малом объеме мицеллы.

В заключение отметим следующее. Во-первых, димерные ПАВ **1a,1b** с длинноцепочечным алкильным «хвостом», характеризующиеся аномально

низкими ККМ, позволяют достичь одних и тех же скоростей реакции щелочного гидролиза при концентрациях детергента на порядок меньших, чем для соединений **1c,1d**. Во-вторых, несомненно, на величину мицеллярных эффектов существенно влияет морфология мицеллярных агрегатов, связанная напрямую с числом метиленовых звеньев в спейсере. Варьирование структуры метиленового фрагмента – один из возможных путей модификации димерных ПАВ с целью получения супернуклеофильных систем на основе «нормального» нуклеофила гидроксид-иона.

Список литературы

1. Review on chemically bonded geminis with cationic heads: second-generation interfactants / M.H. Mondal, A. Roy Malik, S.A., Ghosh, , B.Saha // Res. Chem. Intermed. – 2015. – 42(3). – P. 1913–1928. <https://doi.org/10.1007/s11164-015-2125-z>
2. Dikationic hydroxylic surfactants: Aggregation behaviour, guest-host interaction and catalytic effect / Alla B. Mirgorodskaya, Farida G. Valeeva, Svetlana S. Lukashenko, Rushana A. Kushnazarova, Tatiana M. Prokop'eva, Tatiana M. Zubareva, Vasiliy A. Mikhailov, Lucia Ya. Zakharova // J. Mol. Liq. – 2018. – 250. – P. 229–235.

УДК 547-311+547.821:544.476

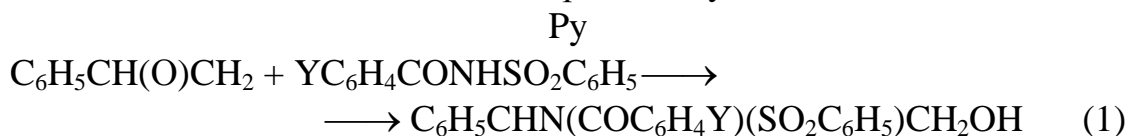
ЭФФЕКТЫ СТРУКТУРЫ И ТЕМПЕРАТУРЫ В КАТАЛИЗИРУЕМОЙ ПИРИДИНОМ РЕАКЦИИ ФЕНИЛОКСИРАНА С N-АРОИЛБЕНЗОЛСУЛЬФОАМИДАМИ

Садовая И.В., канд. хим. наук, ст. научн. сотр.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР

sadovaya@bk.ru

Изучено перекрестное влияние структуры (заместители Y) и температуры на скорость реакции фенилоксирана (S) с Y-замещенными N-ароилбензолсульфонамидами (NH) в ацетонитриле при 293, 308 и 323 К в присутствии каталитических добавок пиридина Py:



Реакцию проводили при значительном избытке S относительно начальных концентраций NH. Концентрация Py (*m*) варьировали в интервале 0.0116–0.0860 моль/л. В этих условиях выполняются первые частные порядки по S, NH и катализатору, так что скорость процесса описывается уравнением:

$$-d[\text{NH}]/dt = k_1[\text{NH}] = k_3[\text{S}]_0[\text{NH}]m \quad (2)$$

Во всех случаях наблюдаемые константы скорости псевдопервого порядка k_1 сохраняли постоянство значений по ходу процесса. Константы скорости второго порядка определяли из соотношения $k_2 = k_1/[S]_0$. Между величинами k_2 и m выполнялись линейные зависимости $k_2 = k_3m$ ($r \geq 0.998$), из которых были рассчитаны константы скорости третьего порядка k_3 ($\text{л}^2 \cdot \text{моль}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$) каталитического процесса. Их значения обрабатывали по уравнениям Гаммета и Эйринга.

Коэффициент чувствительности ρ_Y в уравнении Гаммета и угловой наклон B_T в уравнении Эйринга не зависят соответственно от температуры [ρ_Y (T, K) = 1.21 ± 0.04 (293), 1.21 ± 0.02 (308), 1.21 ± 0.004 (323)] и заместителей Y [B_T (Y) = -3.7 ± 0.1 (4-NO₂), -3.7 ± 0.2 (H), -3.74 ± 0.07 (4-CH₃)]. Это указывает на аддитивность совместных эффектов структуры N-ароилбензолсульфонамида и температуры в реакции (1).

На основании данных многофакторного кинетического эксперимента рассчитана полилинейная регрессия (3), учитывающая совместное влияние структуры амида и температуры на скорость реакции (1).

$$\lg k_3 = (7.7 \pm 0.3) + (1.21 \pm 0.03)\sigma_Y + (-3.79 \pm 0.09)10^3/T, \quad (3)$$

где $s = 0.035$, $R = 0.998$, $n = 9$, $F = 1768$.

Обсуждено влияние перекрёстно варьируемых факторов на механизм процесса.

УДК 547:54.052 + 54.057

МЕХАНОАМИДИРОВАНИЕ ЯНТАРНОГО АНГИДРИДА *n*-АМИНОБЕНЗОЛСУЛЬФАНИЛАМИДАМИ

*Тюрина Т.Г.*¹, д-р хим. наук, *Крюк Т.В.*¹, канд. хим. наук,
*Лаврова А.И.*², *Кудрявцева Т.А.*¹

¹ГУ «Институт физико-органической химии и углеродимии
им. Л. М. Литвиненко», г. Донецк, ДНР

²ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет
им. М. Горького», г. Донецк, ДНР

t_turina@mail.ru

Сульфаниламиды, широко известные как высокоэффективные антибактериальные лекарственные средства, обладают также и химиотерапевтической активностью при инфекциях, вызванных грамположительными, грамотрицательными бактериями, некоторыми простейшими, оказывая бактериостатическое действие [1]. Однако, на данный момент применение в фармакотерапии таких препаратов несколько снизилось, что связано с приобретением микроорганизмами

резистентности к ним и появлением противомикробных средств нового поколения. Создать новые недорогие терапевтические системы с широким спектром фармакологического действия позволит модификация структуры сульфаниламидов.

Одним из вариантов такой модификации является сочетание низкомолекулярного лекарственного вещества (ЛВ) с полимерной матрицей. В качестве полимерного носителя могут быть использованы, в частности, физиологически активные сополимеры на основе малеинового ангидрида (МА), которые и сами проявляют антимикробную активность. Их комбинация с сульфаниламидами может способствовать усилению данного действия, позволит использовать ЛВ в более низких дозах и тем самым повысить чувствительность к ним микроорганизмов [2].

Целью представленной работы было изучение влияния времени механоактивации на процесс амидирования янтарного ангидрида (ЯА) как низкомолекулярного аналога звена МА рядом сульфаниламидных препаратов: сульфаниламидом (СА), сульфадимезином (СД) и сульфацилом натрия (СФNa).

Механическую обработку эквимольных смесей ЛВ с ЯА проводили в лабораторной шаровой мельнице MLW KM-1 (прилагаемая нагрузка 20–30 Н). Ход реакции контролировали по остаточному содержанию ЛВ в механоактивированных смесях с помощью потенциометрического нитритометрического титрования.

Установлено, что уже через 15 мин механоактивации между реагентами происходит взаимодействие, о чем свидетельствует уменьшение содержания амина в реакционной смеси. Исходя из полученных ранее результатов по модификации ЯА сульфаниламидом в растворе [3] можно говорить о том, что основным продуктом в случае механохимической реакции является полуамид янтарной кислоты (ПА).

При увеличении продолжительности механической обработки до 30 мин степень амидирования ЯА резко возрастает (рис. 1), а при последующей механоактивации в течение 1 ч (до 90 мин) практически не изменяется. Как видно из результатов, приведенных на рис. 1, только в случае СД отмечается значительный рост количества ПА в указанный период, от 29 до 43 мас.% (кривая 2 рис. 1). В исследуемом ряду препаратов эффективность твердофазной реакции несколько выше для смесей ЯА с сульфаниламидом.

Следует отметить, что продукты модификации продолжают накапливаться после механообработки смесей реагентов. Так, для смесей ЯА с СА через 10 дней их выдержки количество сукцинамида существенно увеличивается (рис. 2). Дальнейший контроль доли ПА в течение месяца показал, что ее количество мало изменяется. При этом оптимальным временем механообработки смесей ЯА с СА при нагрузке 20–30 Н можно считать 45 мин.

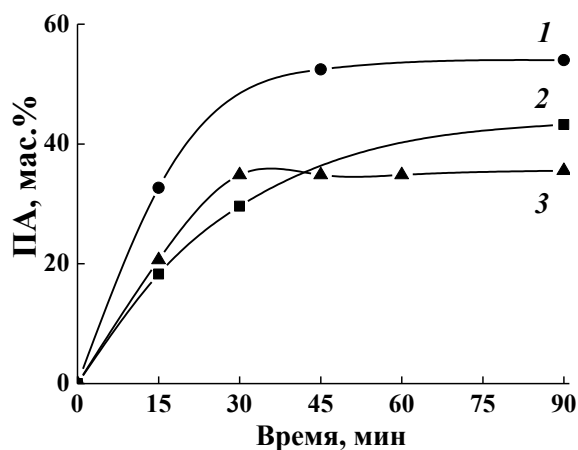


Рис. 1. Зависимость количества продуктов амидирования от времени механообработки смесей ЯА с СА (1), СД (2) и СФNa (3) в шаровой мельнице. Образцы анализировали через 30 дней после механоактивации

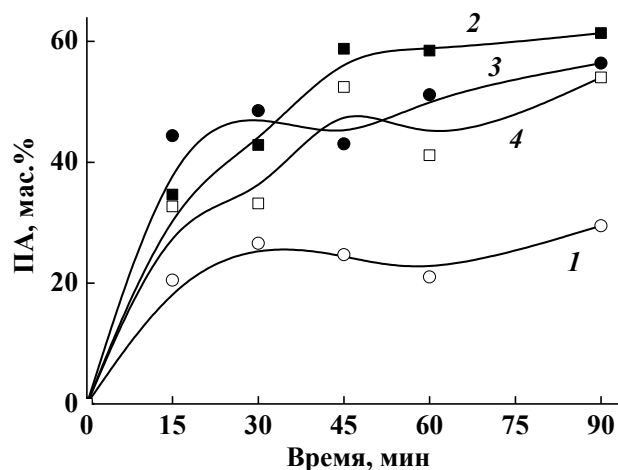


Рис. 2. Зависимость количества продуктов амидирования от времени механообработки в шаровой мельнице для смесей ЯА с СА. Образцы анализировали в день механоактивации (1) и через 10 (2), 15 (3), 30 (4) дней после механоактивации

Список литературы

1. Вергейчик, Е. Н. Фармацевтическая химия. – М.: МЕДпресс–информ, 2016. – 444 с.
2. Nagaraја A. [et al.] // J. Microbiol. Methods. – 2019. – Vol. 163. – P. 1–11.
3. Тюрина, Т. Г., Крюк Т. В., Нестеренко Д. Ю. // Вестн. Донец. нац. ун-та. Сер. А: Естеств. науки. – 2016. – № 4. – С. 103–109.

УДК 541.241: (547.857.7+541.6)

ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРОТИВОВИРУСНОГО ПРЕПАРАТА АЦИКЛОВИРА С СОПОЛИМЕРОМ МАЛЕИНОВОГО АНГИДРИДА

Шевчук Н.О., Тюрина Т.Г., д-р хим. наук

ГУ «Институт физико-органической химии и углеродимии им. Л. М. Литвиненко»,
г. Донецк, ДНР
t_tiurina@mail.ru

Изучение взаимодействия между лекарственными препаратами и полимерными матрицами является актуальной и значимой задачей. Ацикловир (Ац) (рис. 1а) является одним из важнейших препаратов при лечении герпесных заболеваний, а сополимер малеинового ангидрида с винилацетатом (МА-ВА) (рис. 1б) способен выступать в качестве транспортной матрицы для доставки лекарства в определенные зоны организма.

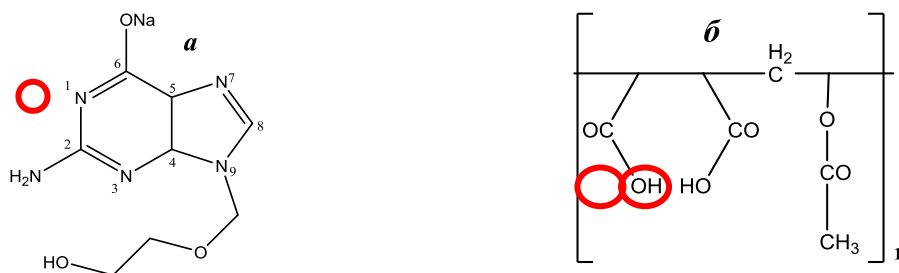


Рис. 1. Структурные формулы и реакционные центры натриевой соли ацикловира (*a*) и сополимера МА-ВА (*б*).

Взаимодействие лекарственного вещества с сополимером изучалась методом потенциметрического титрования в водно-этанольных растворах (45 : 55 об. %). Для оценки поведения ацикловира в растворе был применен расчет его протонированных форм в программе Marvin (рис. 2)

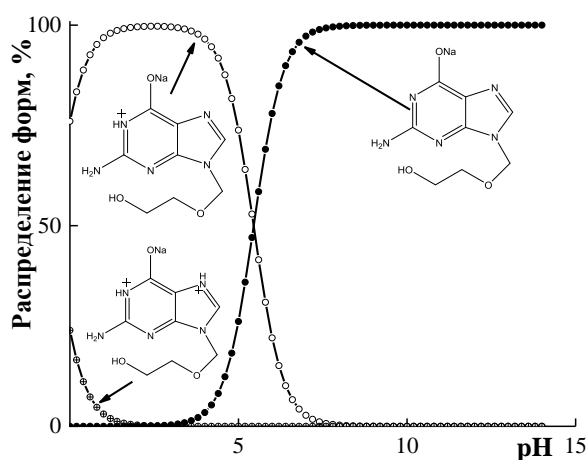


Рис. 2. Распределение форм натриевой соли ацикловира в зависимости от pH

в сопоставлении с кривой титрования раствором соляной кислоты (рис. 3).

Полученные результаты показывают, что первому перегибу на кривой (pH 8,4) соответствует взаимодействие кислоты с нейтральной молекулой ацикловира, а второму (pH 5,7) – переход ацикловира в протонированную (по атому N1, рис. 2) форму при соотношении Ац : HCl \approx 1 : 1.

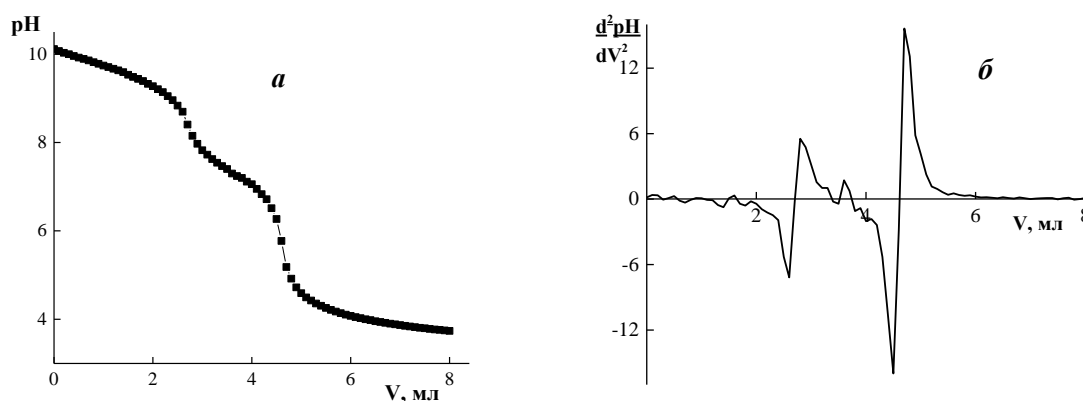


Рис. 3. Интегральная кривая (*a*) и дифференциальная кривая II порядка (*б*) потенциметрического титрования водно-этанольного раствора ацикловира соляной кислотой. [Ац] = $5,0 \cdot 10^{-4}$ моль/л; [HCl] = $5,0 \cdot 10^{-3}$ моль/л.

Кривая титрования сополимера МА-ВА раствором ацикловира характеризуется тремя перегибами (рис. 4).

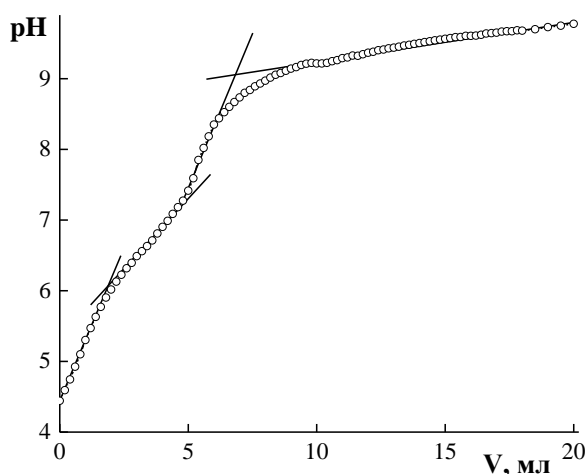


Рис. 4. Интегральная кривая потенциометрического титрования водно-этанольного раствора сополимера МА-ВА раствором ацикловира.

$[MA-BA] = 5,0 \cdot 10^{-4}$ моль/л;

$[Ac] = 5,0 \cdot 10^{-3}$ моль/л.

Первый перегиб на кривой титрования сополимера соответствует соотношению 2,6 звеньев МА на 1 молекулу Ац. Дальнейшее добавление раствора ацикловира приводит к росту величины рН до нейтрального значения 7,15 и соответствует соотношению Ац : звено МА \approx 1:1. Можно полагать, что при добавлении нейтральной формы Ац к раствору МА-ВА происходит связывание протонов карбоксильных групп с атомом N1 молекулы Ац и образование ионных пар. При этом перегиб при рН 5,95 может быть связан с конформационной перестройкой

и разворачиванием цепи сополимера вследствие связывания с объемными молекулами Ац. Между перегибами с рН 7,15 и 8,7, вероятнее всего, возможность подхода конденсированного пуринового цикла к звену МА затруднена и происходит обмен ионов Na^+ и H^+ , который также ограничен пространственными факторами и ростом ионной силы раствора.

Таким образом, приведенные результаты показывают возможный путь взаимодействия ацикловира с сополимером МА. Метод спектрофотометрии не дает прямого подтверждения, так как изменение электронного спектра Ац обнаруживается в присутствии как сополимера, так и HCl, то есть с изменением рН. Вместе с тем этот результат не противоречит предложенной схеме взаимодействия, поскольку оно протекает опосредовано, через протонирование Ац и образование ионных пар протонированной формы с карбоксильной группой звена сополимера.

Неорганическая химия

УДК 554.057/.052/.546.

ПОЛУЧЕНИЕ АЛЮМИНАТА СТРОНЦИЯ, ДОПИРОВАННОГО ЕВРОПИЕМ И ДИСПРОЗИЕМ МЕТОДОМ СЖИГАНИЯ РАСТВОРА

Бондарева А.С., Дорохова Ю.В., Чебышев К.А.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
chebyshev.konst@mail.ru

В настоящее время кристаллофосфоры широко применяются при изготовлении флуоресцентной краски, пигментов, смол, светящейся пленки, фотобумаги др. Одним из наиболее известных люминофоров является алюминат стронция, активированный европием и диспрозием.

Для синтеза люминофоров на основе алюмината стронция используется несколько методик.

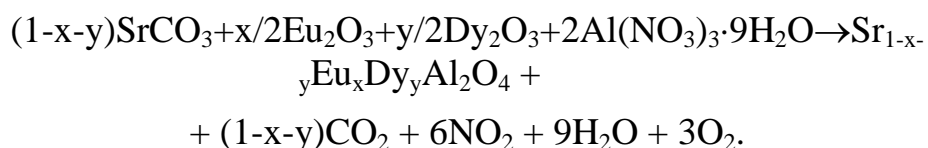
1. Метод твердофазного синтеза. Предполагает механическое перемешивание реакционной смеси, в которую входят оксиды соответствующих металлов, их дальнейшее спекание при очень высоких температурах, что является существенным недостатком метода.

2. Метод самораспространяющегося высокотемпературного синтеза. В качестве компонентов исходной реакционной смеси используются оксиды редкоземельных металлов и алюминия, металлический алюминий и пероксид стронция. Метод сложен в техническом исполнении и не позволяет создать хорошую гомогенность реакционной смеси, что приводит к образованию примесных фаз.

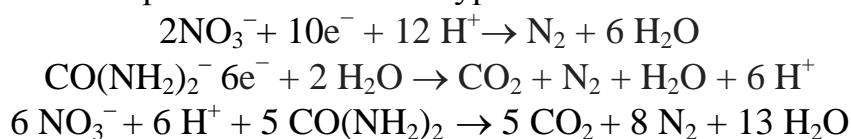
3. Метод растворов. Предполагает получение алюмината стронция сжиганием растворов мочевины и нитратов металлов при 540 °С. Этот метод оказался наиболее перспективным, так как обеспечивает высокую гомогенность реакционной среды, мелкодисперсность получаемого вещества, а также отсутствие этапа прокаливания реакционной смеси при высоких температурах и возможность проведения синтеза за один шаг. Однако противоречивые данные по количеству используемого восстановителя, затрудняют воспроизведение методики синтеза.

В данной работе для синтеза выбран метод сжигания растворов как наиболее простой и доступный.

Исходные вещества взвешивали согласно уравнению реакции:



В качестве восстановителя используется мочевины ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$). Количество мочевины рассчитывалось по уравнениям:



Стехиометрическое количество нитрат-ионов в смеси соотносится с количеством восстановителя как 6:5.

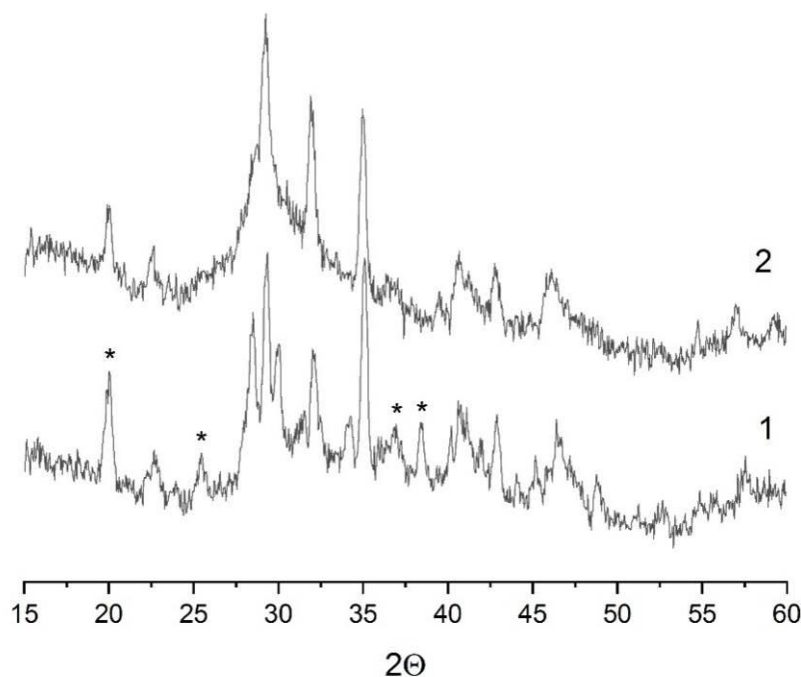


Рис. 1 Рентгенограммы алюмината стронция (1 – содержание мочевины 1:1, 2 – содержание мочевины 1:3)

Согласно данным рентгенофазового анализа (рис. 1), после синтеза при стехиометрическом содержании мочевины продукт содержит нитрат стронция (отмечен *), низкотемпературную модификацию алюмината стронция и не обладает люминесцентными свойствами. Данное количество восстановителя не обеспечивает полное восстановление нитрат-ионов и получение необходимого продукта. Поэтому было исследовано влияние избытка восстановителя на протекание синтеза. Увеличение содержания мочевины относительно стехиометрического позволяет в одну стадию получить люминофор на основе алюмината стронция с гексагональной структурой.

ПОЛУЧЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ОПАЛОПОДОБНЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ ДИОКСИДА КРЕМНИЯ

Гнатюк И.Г., Пятаченко А.С., Чебышев К.А.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР

Chebyshev.konst@mail.ru

Применение диоксида кремния как носителя катализаторов и химических средств, сорбентов и фильтровальных порошков для регенерации нефтепродуктов обусловлено развитой поверхностью и химической инертностью материалов. Такие материалы являются доступными и обладают значительной механической прочностью. Можно синтезировать силикагели и кремнеземы используя простые технологические приемы. Опаловые матрицы на основе диоксида кремния являются трехмерными фотонными кристаллами с запрещенными зонами в диапазоне видимого света.

Фотонные кристаллы широко известны своими оптическими свойствами и возможностями применения в качестве лазерных сред, волноводов, перспективных материалов для дисплеев. Природные запасы, стабильность свойств и период образования опала не удовлетворяет запросам производств. По этой причине исследуются возможности получения синтетических опалоподобных структур.

В настоящей работе был использован метод синтеза, который основан на возможности образования сферических частиц кремнезема при щелочном гидролизе тетраэтилового эфира кремневой кислоты (ТЭОС) в этаноле.

Для получения микродисперсного диоксида кремния 19.5 мл раствора аммиака концентрацией 20 % доводили этанолом до объема 100 мл, затем при постоянном перемешивании по каплям добавлялся ТЭОС объемом 3.3 мл. После внесения ТЭОСа перемешивание продолжали еще 20 мин.

Раствор отстаивался с образованием белой пористой массы и отфильтровывался. Осадок сначала высушивался при комнатной температуре, после при 100 °С в течение двух дней. Спекание проводилось в течение 5 ч при температуре 800 °С.

Для увеличения прочности материала заготовка после спекания пропитывалась раствором кремниевой кислоты в течение 2–4 часов. После пропитки, образец снова прокаливается при 800 °С в течение двух часов.

Полученные образцы исследовались методами рентгенофазового анализа и сканирующей электронной микроскопии.

СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТВЁРДЫХ РАСТВОРОВ $\text{Pb}_{8-2x}\text{La}_x\text{Na}_{2+x}(\text{PO}_4)_6$

Дидоренко Е.Г., Игнатов А.В., канд. хим. наук, доц.
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
Kf.inorg.chem@donnu.ru

В настоящее время, все большее внимание уделяется исследованию твердых растворов со структурой апатита, содержащих в своем составе редкоземельные элементы, в связи с широкими потенциальными возможностями их применения в различных областях науки и техники. С учётом возможных изоморфных замещений формула стехиометрических твёрдых растворов со структурой апатита имеет вид: $\text{M}_{10}(\text{XO}_4)_6\text{Z}_2$, где $\text{M} = \text{Ca}^{2+}, \text{Mn}^{2+}, \text{Mn}^{3+}, \text{Sr}^{2+}, \text{Ba}^{2+}, \text{Tr}^{3+}, \text{Na}^+, \text{K}^+$ и т.д. $\text{X} = \text{P}^{5+}, \text{C}^{4+}, \text{Si}^{4+}, \text{S}^{6+}, \text{Mn}^{7+}, \text{As}^{5+}$, а положение $\text{Z} = \text{F}^-, \text{Cl}^-, (\text{OH}^-), \text{H}_2\text{O}$. Поскольку, для апатита характерен как гетеровалентный, так и изовалентный изоморфизм во всех кристаллографических позициях, твердые растворы с такой структурой представляют не только фундаментальный, но и практический интерес.

В данной работе определены условия синтеза твердых растворов состава $\text{Pb}_{8-2x}\text{La}_x\text{Na}_{2+x}(\text{PO}_4)_6$ ($0 \leq x \leq 0.6$), установлена область гомогенности при изоморфном замещении свинца лантаном и изучены электрофизические свойства гомогенных образцов.

Для синтеза использована полукерамическая технология. Конечная температура прокаливания 800°C , время прокаливания составило 32 ч.

Исследование полученных образцов проводилось методами рентгенофазового и рентгеноструктурного анализа порошка (дифрактометр ДРОН – 3М, CuK_α – излучение, Ni – фильтр). Морфология поверхности образцов, а также оценка размеров зерен исследовалась методом сканирующей электронной микроскопии (электронный микроскоп JSM-6490LV с применением рентгеновского энергодисперсионного спектрометра INCA Penta FETx3 (OXFORD Instruments)).

Согласно данным рентгенофазового анализа и сканирующей электронной микроскопии, образование однофазных твердых растворов состава $\text{Pb}_{8-2x}\text{La}_x\text{Na}_{2+x}(\text{PO}_4)_6$ происходит в области до $x = 0.3$. Увеличение содержания ионов лантана в кристаллической структуре твердого раствора сопровождается изменением параметров a и c элементарной гексагональной ячейки, что обусловлено различными величинами ионных радиусов свинца и лантана. Установлена зависимость удельной проводимости, полученных твердых растворов от состава, рассчитана энергия активации проводимости для гомогенных образцов.

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗОМОРФНЫХ ЗАМЕЩЕНИЙ В СИСТЕМЕ $\text{Na}_x\text{Pr}_{4-x}\text{Mo}_3\text{O}_{16.5-1.5x}\text{F}_x$

Заболотный А.А., Селикова Н.И., Пасечник Л.В., Чебышев К.А.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР

chebyshev.konst@mail.ru

В настоящее время молибдаты редкоземельных элементов семейства $\text{Ln}_5\text{Mo}_3\text{O}_{16}$ ($\text{Ln} = \text{La}, \text{Pr}, \text{Nd}$) изучаются как перспективные материалы, обладающие рядом различных функциональных свойств. Они находят применение как твердые ионные проводники, газовые и электрохимические сенсоры, катализаторы и т.д. На сегодняшний день в качестве твердого электролита в топливных элементах используются твердые растворы на основе модифицированного диоксида циркония, температуры синтеза и спекания которого достигают $1500\text{ }^\circ\text{C}$, а рабочие температуры порядка $1000\text{ }^\circ\text{C}$. Поэтому поиск новых твердых электролитов, способных работать в температурном интервале $500\text{--}700\text{ }^\circ\text{C}$, является одной из актуальных задач химического материаловедения.

В системах $\text{Ln}_2\text{O}_3 - \text{MoO}_3$ обнаружены флюоритоподобные соединения, формулу которых можно представить как $\text{Ln}_5\text{Mo}_3\text{O}_{16+\delta}$ (в зависимости от содержания кислорода $0 < \delta \leq 0.5$). Эти соединения, подобно флюориту, имеют в своей структуре большие октаэдрические пустоты. Так как регулярные анионные позиции заняты, избыток кислорода может находиться только в октаэдрических пустотах, благодаря чему данные соединения обладают высокой кислородно-ионной проводимостью. Молибдаты празеодима при этом имеют смешанный электронно-ионный характер проводимости.

Известно, что существуют соединения $\text{NaLn}_4\text{Mo}_3\text{O}_{15}\text{F}$, однако систематические исследования сопряженного замещения редкоземельного элемента на натрий и кислорода на фтор не проводились. Полученные твердые растворы крайне мало изучены, поэтому в данной работе исследуются свойства молибдата празеодима, модифицированного натрием и фтором.

Система $\text{Na}_x\text{Pr}_{4-x}\text{Mo}_3\text{O}_{16.5-x}\text{F}_x$ ($x = 0.1; 0.3; 0.5; 0.7; 1.0$) получена твердофазным синтезом из оксида празеодима Pr_6O_{11} , оксида молибдена MoO_3 и фторида натрия. Полученные образцы исследованы методами рентгенофазового анализа, ИК-спектроскопии и сканирующей электронной микроскопии.

ИЗУЧЕНИЕ ЗАМЕЩЕНИЯ СВИНЦА НА СТРОНЦИЙ И БАРИЙ В СТРУКТУРЕ $Pb_8Rb_2(PO_4)_6$

Игнатов А.В., канд. хим. наук, доц.,

Жегайло А.О., Голубович В.С.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР

zhegailoalisa@mail.ru

Апатиты – один из перспективных классов неорганических соединений для создания новых материалов. Об их существовании известно уже более века, однако их применение длительное время ограничивалось лишь ювелирным делом и созданием различных типов фосфатных удобрений. Исследование уникальных свойств апатитов – возможности замещения атомов в различных позициях кристаллической структуры и высокой изоморфной емкости – обусловило качественный скачок в разработке и создании материалов на основе данного класса неорганических соединений.

Соединения со структурой апатита с общей формулой $A_{10}(BO_4)_6X_2$ позволяют частичное или полное замещение в катионных, а также анионных позициях структуры.

Особое место среди всех апатитов занимают соединения и твердые растворы на их основе, в структуре которых в позиции X не содержатся ионы. Такие соединения, называемые лакунарными (или соединения с лакунарной структурой), должны содержать ионы с $6s^2$ - электронными парами (Tl^+ , Pb^{2+} , Bi^{3+}). Эти пары электронов служат источником отрицательного заряда, стабилизирующего структуру апатита [1].

Индивидуальные апатиты с лакунарной структурой известны только для свинца, например $Pb_8M_2(PO_4)_6$, где $M=Na, K, Rb, Cs, Ag$ [2]; $Pb_8M_2(VO_4)_6$, где $M=Na, K$ [3].

Лакунарные апатиты и твердые растворы на их основе являются объектом пристального внимания исследователей. При этом необходимо отметить, что, несмотря на значительное число публикаций, касающихся изучения изоморфных замещений в структуре лакунарных апатитов, систематических исследований по замещению свинца на катионы двухзарядных металлов не проведено.

С практической же точки зрения важность исследования изоморфного замещения заключается в том, что такие свойства апатитов как каталитические, электрические, сенсорные находятся в непосредственной зависимости от мобильности ионов в его структуре. Мобильность ионов обусловлена наличием каналов в структуре апатитов. Посредством замещения одних атомов другими можно варьировать

размеры каналов, что, в свою очередь, будет сказываться на изменении мобильности ионов, а, следовательно, и на свойствах материала.

Целью данной работы является изучение замещения свинца на стронций и барий в структуре $\text{Pb}_8\text{Rb}_2(\text{PO}_4)_6$.

Синтез образцов системы $\text{Pb}_{8-x}\text{Me}_x\text{Rb}_2(\text{PO}_4)_6$ ($\text{Me} = \text{Sr}, \text{Ba}$) проводился осаждением из водных растворов с последующим выпариванием и прокаливанием полученной шихты в интервале температур 500–800 °С.

Исследование полученных образцов проводилось методами рентгенофазового анализа и сканирующей электронной микроскопии.

Методом рентгенофазового анализа установлено, что замещение свинца на стронций в системе $\text{Pb}_{8-x}\text{Sr}_x\text{Rb}_2(\text{PO}_4)_6$ протекает в области составов до $x \leq 3$. Фаза со структурой апатита присутствует на рентгенограммах образцов в области составов $0 \leq x \leq 4$. В области составов $0 \leq x \leq 3$ на рентгенограммах присутствуют только рефлексы фазы фосфата рубидия свинца $\text{Pb}_8\text{Rb}_2(\text{PO}_4)_6$. На рентгенограмме образца состава $x = 4$, кроме фазы структуры апатита предположительно присутствуют рефлексы фазы $\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2$. На рентгенограмме образца состава $x = 5$ фаза структуры апатита отсутствует, и наблюдаются рефлексы фаз $\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2$ и $\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2$, а также дополнительные рефлексы, идентифицировать которые не удалось вследствие малой их интенсивности и наложения рефлексов.

Согласно данным рентгенофазового анализа однофазные твердые растворы для системы $\text{Pb}_{8-x}\text{Ba}_x\text{Rb}_2(\text{PO}_4)_6$ образуются в области составов $x = 0 \div 0.8$.

Замещение свинца на барий и стронций подтверждается также изменением параметров элементарной гексагональной ячейки структуры апатита.

Об образовании однофазных твердых растворов также свидетельствуют данные исследования методом сканирующей электронной микроскопии, согласно которым полученные однофазные образцы являются мелкодисперсными, а все химические элементы равномерно распределены по поверхности зерен.

Список литературы

1. Peet, J. R. Location and Orientation of Lone Pairs in Apatite – Type Materials: A Computational Study / J. R. Peet, A. Piovano, M. Johnson, R. Evans // Dalton Transactions. – 2017. – P. 1–4.
2. Baaziz, M. B. Elaboration, vibrational study and thermal behavior of lacunar apatites / M. B. Baaziz, M. Azdouz, M. Azrouz, B. Manoun, M. E. Amraoui // Journal of Structural Chemistry. – 2019. – V. 8. – P. 1285–1298.
3. Toumi, M. Crystal structure and spectroscopic studies of $\text{Na}_2\text{Pb}_8(\text{PO}_4)_6$ / M. Toumi, T. Mhiri // J. Ceramic Soc. Japan. – 2008. – V. 116. – P. 904–908.

ПОЛУЧЕНИЕ МОЛИБДАТА ЛАНТАНА ДОПИРОВАННОГО ФТОРИДОМ НАТРИЯ

Кобец К.Д., Купка П.С., Ракитова Р.Ю., Чебышев К.А.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР

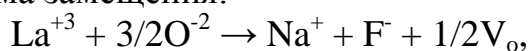
Chebyshev.konst@mail.ru

Твердые растворы на основе молибдата лантана $\text{La}_2\text{Mo}_2\text{O}_9$ имеют широкие перспективы применения в качестве кислород-селективных мембранных материалов в твердооксидных топливных элементах, кислородных насосах, анализаторах выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания, при реформинге метана и т.д.

В настоящей работе исследовалось изоморфное замещение лантана на натрий и кислорода на фтор. Изучение особенностей кристаллической структуры таких твердых растворов позволит подробнее исследовать механизм суперионной проводимости в соединениях со структурой LAMOX.

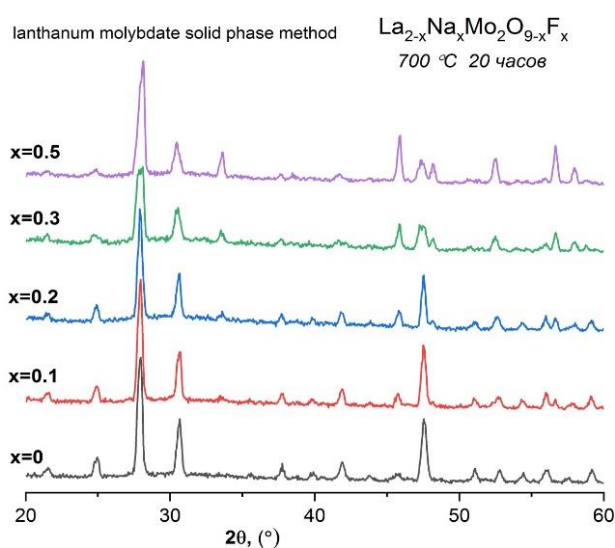
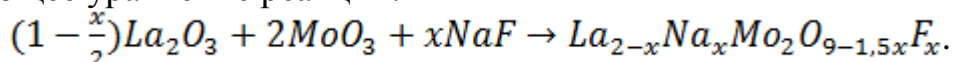
Взаимодействие между оксидом молибдена и оксидом лантана начинается при температурах $\sim 380\text{--}400\text{ }^\circ\text{C}$ и протекает в несколько стадий. Завершение синтеза с образованием молибдата лантана $\text{La}_2\text{Mo}_2\text{O}_9$ происходит при температуре около $660\text{ }^\circ\text{C}$.

Образцы с общей формулой $\text{La}_{2-x}\text{Na}_x\text{Mo}_2\text{O}_{9-x}\text{F}_x$, при x равном: 0, 0.1, 0.2, 0.3 и 0.5 получали твердофазным методом из оксидов металлов и фторида натрия. Схема замещения:



где V_o – вакансия в положении кислорода.

Общее уравнение реакции:



Стехиометрические количества исходных веществ гомогенизировали в агатовой ступке в течение 30 мин. Реакционная смесь прокаливалась при температуре $500\text{ }^\circ\text{C}$ в течение 6 ч для связывания оксида молибдена и при $700\text{ }^\circ\text{C}$ в течение 20 ч.

Согласно данным рентгенофазового анализа, однофазные образцы получены до $x=0.2$. С увеличением содержания фторида натрия появляются рефлексы фазы молибдата натрия-лантана $\text{NaLa}(\text{MoO}_4)_2$.

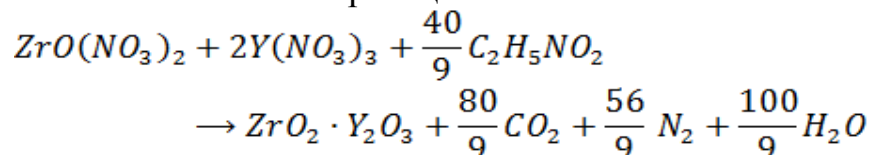
СИНТЕЗ НАНОПОРОШКОВ СТАБИЛИЗИРОВАННОГО ДИОКСИДА ЦИРКОНИЯ СПОСОБОМ СЖИГАНИЯ ГЕЛЯ-ПРЕКУРСОРА

Лаврентьев И.В., Кулик Я.А., Чебышев К.А.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
Chebyshev.konst@mail.ru

Получение и электрические свойства диоксида циркония, стабилизированного иттрием, активно исследуются из-за высокой ионной проводимости этих материалов. Твердые электролиты на их основе являются одними из основных компонентов в производстве твердооксидных топливных элементов.

Для получения качественной керамики необходимо использовать наноразмерные порошки с очень развитой поверхностью для улучшения процесса спекания. Использование наночастиц также позволяет применять аддитивные технологии для изготовления ячеек топливных элементов. Широко применяющимися способами получения являются методы «мокрой химии». В частности, глицин-нитратный процесс вызывает большой интерес из-за его простой процедуры и отличных свойств получаемых материалов. Он основан на гелеобразовании и последующем выжигании раствора, содержащего нитраты металлов и глицин, который действует как органическое топливо. Горение осуществляется благодаря экзотермическому окислительно-восстановительному процессу между нитрат-ионами и топливом по реакции:



Большой объем газов, образующихся во время этой реакции, способствует распаду геля-предшественника с образованием наночастиц. Полученные порошки прокаливают при умеренной температуре для улучшения кристалличности без увеличения размеров частиц и их агрегации. В этой работе были исследованы способы получения нанопорошков на основе ZrO_2 при различном соотношении окислителя к восстановителю. Нанопорошки охарактеризованы методами рентгеновской дифракции, сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии. Кристаллическая структура уточнена методом Ритвельда, размеры кристаллитов рассчитаны по формуле Дебая-Шеррера.

После стадии помола в агатовой ступке с применением поливинилового спирта в качестве связующего компонента и последующего одноосного прессования получена плотная керамика при температуре спекания 1300 °С.

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ ТВЕРДОФАЗНЫЕ РЕАКЦИИ В СИСТЕМАХ ВОЛЬФРАМСОДЕРЖАЩИХ ПИРОХЛОРОВ

*Мороз Я.А.*¹, канд. хим. наук,

*Лозинский Н.С.*¹, канд. техн. наук,

*Чередниченко Л.А.*², канд. хим. наук,

¹ГУ «Институт физико-органической химии и углехимии
им. Л.М. Литвиненко», г. Донецк, ДНР

²Донецкий государственный научно-исследовательский институт
черной металлургии, г. Донецк, ДНР

jaroslavchem@mail.ru

Пирохлор (от греч. *pyr* – огонь и *chloros* – желто-зелёный, появление желто-зелёного оттенка при нагревании) – это природный минерал общего состава $\text{NaCaNbTaO}_6\text{F}$. Имеет гранецентрированную кубическую решетку с параметром (a), изменяющимся в пределах 9,5–11,5 Å.

Известно значительное количество нестехиометрических соединений переменного состава со структурой типа пирохлора с общей формулой $\text{A}_{1+x}\text{A}^{1-x}\text{B}_y\text{B}^{1-2-y}\text{O}_{6+x}\text{X}_{1-x}$, ($\text{A}_2\text{B}_2\text{O}_6\text{X}$) А – Na, K, Ca, Sr, Ba, Ag, Pb, Sb, Mn, Fe, Zn, Ce, Y, U, Th, Sn, Bi; В – Nb, Ta, Ti, Sb, W, X – O, F, OH⁻, H₂O и др. Изучение физико-химических свойств соединений семейства пирохлора показало наличие у них целого ряда ценных свойств: сегнетоэлектрических, полупроводниковых, магнитных, оптических, ионообменных, каталитических и других. Эти свойства обусловлены особенностями самой структуры пирохлора [1–5].

В данной работе представлены результаты изучения твердофазного взаимодействия в системах вольфрамсодержащих соединений со структурой типа пирохлора, полученных в результате термолита гетерополивольфрамометаллатов (ГПВ).

Процессы термолита вольфрамометаллатов зависят от природы щелочного металла во внешней сфере комплекса [6]. Продуктами термолита калийных, рубидиевых и цезиевых солей вольфрамометаллатов с 3d-элементами являются соединения переменного состава со структурой типа пирохлора с общими формулами $\text{Kt}_{4x}\text{M}_x\text{W}_{2-x}\text{O}_6$ для М со степенью окисления (II), и $\text{Kt}_{3x}\text{M}_x\text{W}_{2-x}\text{O}_6$ для М со степенью окисления (III). Их рентгенограммы проиндцированы в предположении кубической сингонии, параметр решетки (a) находится в интервале 10,25–10,42 Å.

Процессы твердофазного взаимодействия вольфрамсодержащих соединений со структурой типа пирохлора изучены методом изотермических разрезов псевдобинарных систем пирохлоров, полученных в результате термолита ГПВ. Исследованы фазовый состав и зависимость параметра элементарной ячейки (a) от состава для системы

$K_{8/7}Ni_{2/7}W_{12/7}O_6-Rb_{8/7}Ni_{2/7}W_{12/7}O_6$, после прокаливания при 600 °С. Эти пирохлоры являются продуктами термического разложения гексавольфрамоникелатов калия и рубидия соответственно: $K_4[Ni(OH)_6W_6O_{18}] \cdot 5H_2O$ и $Rb_4[Ni(OH)_6W_6O_{18}] \cdot 5H_2O$. По данным рентгенофазового анализа, образцы, приготовленные из смеси этих двух пирохлоров, после прокаливания при 600 °С становятся однофазными. Изменение параметра элементарной ячейки от 10,26 до 10,40 Å от состава связано с образованием в этой системе непрерывного ряда твердых растворов со структурой пирохлора: $K_{8/7-z}Rb_zNi_{2/7}W_{12/7}O_6$ ($0 \leq z \leq 8/7$).

Исследованы фазовый состав и зависимость параметра элементарной ячейки (a) от состава для псевдобинарной системы $Rb_{0,96}Fe_{0,32}W_{1,68}O_6-Cs_{0,96}Fe_{0,32}W_{1,68}O_6$ после прокаливания при 600 °С. Эти пирохлоры получены в результате термолиза рубидиевой и цезиевой солей 11-вольфрамодифферрата(III). Однофазность образцов и изменение параметра элементарной ячейки от состава указывают на образование в этой системе непрерывного ряда твердых растворов со структурой пирохлора: $Rb_{0,96-z}Cs_zFe_{0,32}W_{2-x}O_6$ ($0 \leq z \leq 0,96$).

Соединения со структурой пирохлора применяют в качестве токопроводящих фаз и добавок в пасты для толсто пленочных рутениевых резисторов [5]. Нами исследованы процессы взаимодействия в системах соединений со структурой типа пирохлора в условиях формирования (обжига) резистивных пленок на основе рутенита свинца $Pb_2Ru_2O_6$.

По данным рентгенофазового анализа в псевдобинарных системах пирохлоров $Pb_2Ru_2O_6-Kt_{4x}M_xW_{2-x}O_6$ и $Pb_2Ru_2O_6-Kt_{3x}M_xW_{2-x}O_6$ при 600–900 °С происходит химическое взаимодействие рутенита свинца и вольфрамсодержащих пирохлоров с образованием диоксида рутения RuO_2 и вольфрамата свинца по следующей схеме:



Оксидные соединения вольфрама(VI) обладают более выраженными кислотными свойствами, чем соединения рутения(IV), в результате чего рутенит свинца разрушается с выделением диоксида рутения RuO_2 , связыванием оксида свинца в вольфрамат свинца и образованием вольфраматов 3d-элементов и щелочных металлов.

Выводы. Изучен ряд изотермических разрезов псевдобинарных систем соединений со структурой пирохлора, полученных в результате термолиза калийных, рубидиевых и цезиевых солей гетерополивольфрамометаллатов. Установлено образование при 600 °С непрерывных рядов твердых растворов соединений с этой структурой. Рутенит свинца, также имеющий структуру пирохлора, взаимодействует с вольфрамсодержащими соединениями со структурой типа пирохлора с образованием диоксида рутения и вольфрамата свинца. Результаты исследований будут полезны при прогнозировании термических свойств и фазового состава многокомпонентных систем аналогичных соединений.

Список литературы

1. Чередниченко Л.А. Каталитические свойства гетерополивольфрамов с 3d-элементами и продуктов их термолитиза / Л.А. Чередниченко, Я.А. Мороз // Кинетика и катализ, – 2018. – Т. 59, № 5. – С. 560–565.
2. Влияние состава и морфологии наноразмерных сульфидов переходных металлов, приготовленных с использованием гетерополисоединений со структурой Андерсона $[X(OH)_6Mo_6O_{18}]^{n-}$ ($X = Co, Ni, Mn, Zn$) и $[Co_2Mo_{10}O_{38}H_4]^{6-}$, на их каталитические свойства / П.А. Никульшин, А.В. Можяев, И.Д. Ишутенко и др. // Кинетика и катализ – 2012. – Т. 53, № 5. – С. 660–672.
3. Синтез, структура и свойства соединений семейства пирохлора / Ф.М. Спиридонов, Л.А. Иванова, Е.Б. Петрова, И.Д. Белова, Ю.Н. Веневцев, Ю.Е. Рогинская. Обзорная информация. Сер. Научно-технические прогнозы в области катализа, коррозии и синтеза сегнетоматериалов, – М.: НИИТЭХИМ, 1976. – 80 с.
4. Пат. № 2509729. Российская Федерация. МПК(2006.01) 10 G 49/04, Лакунарный гетерополианион структуры Кеггина на основе вольфрама для гидрокрекинга / О. Бондюэльль (FR), Ф. Бертонсини (FR), К. Ламонье (FR), и др.; заявитель и патентообладатель ИФП ЭНЕРЖИ НУВЕЛЛЬ (FR). – № 2011110473/05; заявл. 29.07.09; опубл. 20.03.14. Бюл. № 8.
5. Лозинский Н.С. Высокотемпературные твердофазные реакции в оксидных системах с участием соединений рутения (IV) / Н.С. Лозинский, Я.А. Мороз // Журн. Вестник ДонНУ, Серия А: Естественные науки. – 2019. – № 3-4. – С.114–126.
6. Мороз Я.А. О некоторых закономерностях термолитиза гетерополиоксометаллатов с 3d-элементами / Я.А. Мороз, Л.А. Чередниченко // Журн. Вестник ДонНУ. Серия А: Естественные науки. – 2018. – № 1. – С. 95–104.

УДК 546.26-162

ССVD-СИНТЕЗ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК: ВЛИЯНИЕ СОСТАВА МЕТАЛЛОКСИДНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ

Прудченко А.П., канд. хим. наук,
Савоськин М.В., канд. хим. наук, ст. науч. сотр.,
Хрипунов С.В., канд. хим. наук,
Протасевич Ю.С., Полякова О.Ю.

ГУ «Институт физико-органической химии и углехимии им. Л.М. Литвиненко»,
г. Донецк, ДНР
prudchenko.a@yandex.ru

Введение. Проблема повышения эффективности и селективности металлоксидных катализаторов (МОК) для различных гетерогенных каталитических процессов (Фишера – Тропша, CVD-синтеза углеродных наноматериалов и др.) остается весьма актуальной [1]. Данные по удельной производительности, устойчивости к деградации, реактивации МОК, полученные на различных установках, уникальны и, как правило, трудно

воспроизводимы. По этой причине важной задачей остается дальнейшая разработка теоретических представлений о механизме действия таких катализаторов, изучение различных факторов, влияющих на каталитическую способность МОК. Особое внимание в последнее десятилетие уделяется созданию высокопроизводительных катализаторов для получения углеродных нанотрубок (УНТ).

Целью настоящей работы было исследование влияния удельного содержания активных металлов (Fe, Co) в МОК на выход и качество УНТ, полученных темплатным синтезом в процессе осаждения углерода из газовой фазы (CCVD-процесс). Для проведения исследований использовались МОК с неизменным атомным соотношением металлов Fe : Co, равным 2 : 1.

Результат и обсуждение. Металлоксидные катализаторы общего состава $\text{Fe}_2\text{Co} / \text{CaCO}_3 (\text{CaO})$ с мольным соотношением Fe, Co / $\text{CaCO}_3 (\text{CaO})$ от 0,03 : 1 до 0,31 : 1 были получены методом полимеризованных комплексных предшественников (ПКП) по описанной ранее методике [2]. CCVD-синтез УНТ с использованием полученных катализаторов проводили в трубчатом реакторе при $T = 800^\circ\text{C}$ (газ – носитель – Ar, газ – прекурсор углерода – коммерческая пропан-бутановая смесь по ГОСТ 27578-87). Выделенные после удаления темплата углеродные продукты представляют собой клубки УНТ диаметром 20–40 нм (рис. 1 а, б) однородного состава с малым содержанием аморфного углерода (АУ), что также подтверждается данными рентгеновской порошковой дифрактометрии (рис. 1 в, кривая 1) по наличию рефлексов при 2θ 25,9 (002), 43,9 (101), 53,5 (110), характерных для УНТ. Однако, наличие в спектрах комбинационного рассеяния (рис. 1 г) кроме сигналов G (1590 см^{-1}) также D (1327 см^{-1}) и 2D (2624 см^{-1}) сигналов свидетельствует о наличии дефектов структуры при довольно высокой степени кристалличности.

Определенная методом БЭТ удельная поверхность образцов УНТ составляет $100 \pm 5\text{ м}^2 / \text{г}$, что вполне ожидаемо для тубулярных углеродных структур. Таким образом, изменение количественного содержания активных металлов (АМ) в составе МОК оказывает незначительное влияние на качественный состав, морфологию частиц УНТ и их спектральные характеристики. Следует, все же, отметить, что при низком содержании АМ повышается вклад некаталитического потока процесса, приводящего к образованию углеродных частиц в виде несовершенного (неупорядоченного) нанографита (2θ 22.2 (002)), а также АУ (2θ 15 – 20, рис. 1 в, кривая 2). Сдвиг рефлекса (002) графита в сторону меньших углов связан с увеличением межплоскостных расстояний вследствие наличия у углеродных наночастиц большого количества краевых дефектов графеновых фрагментов и их разориентации.

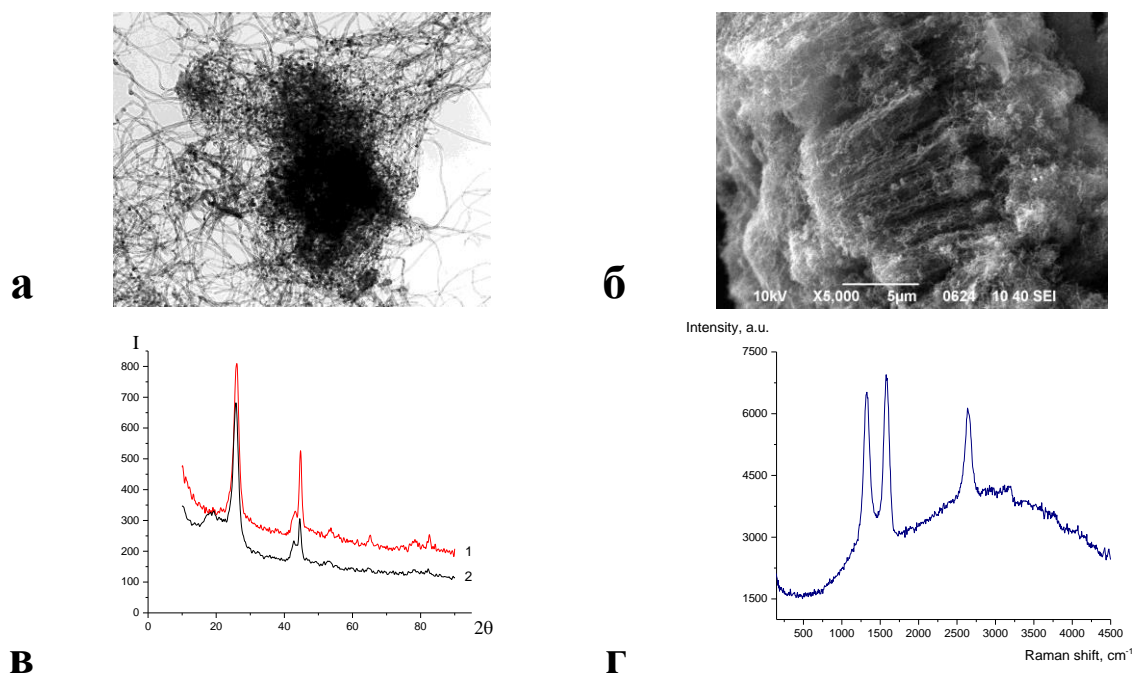


Рис. 1. Данные исследований УНТ: ПЭМ – а; СЭМ – б; РФА – в; Романовской спектроскопии – г

Зависимость удельного выхода УНТ от мольной доли АМ в составе МОК представлена на рис. 2.

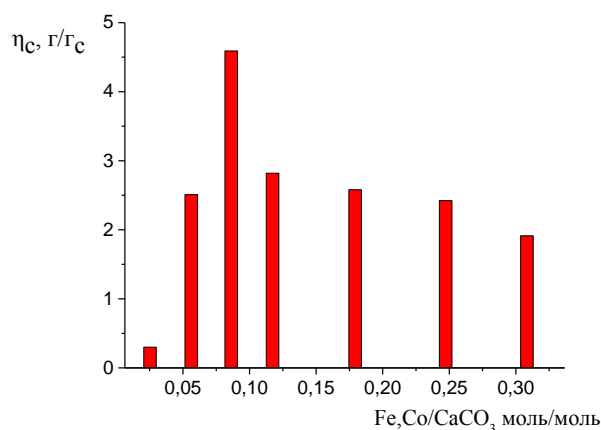


Рис. 2. Зависимость удельного выхода УНТ от состава металлоксидного катализатора

Такой вид зависимости с явным экстремумом при соотношении $Me / CaCO_3$ равным 0,09 : 1 и снижением удельного выхода с дальнейшим повышением концентрации активных металлов связан, по нашему мнению, с нарастающим процессом агломерации частиц АМ, увеличения их размеров, что приводит к падению каталитической активности всего массива катализатора. С другой стороны, к такому виду зависимости

может приводить и такой фактор, как увеличение карбонизации поверхности частиц металлов или их сплавов, связанное с превышением скорости пиролиза углеводородов по сравнению со скоростью диффузии углерода в объеме каталитической частицы. Образующийся при этом избыток углерода приводит к образованию поверхностного углеродного слоя, карбидов металлов (особенно Fe) и, вследствие этого, «отравлению» катализатора [3].

Список литературы

1. Елисеев А. А. Функциональные материалы / А. А. Елисеев, А. В. Лукашин. – М.: Физматлит, 2010. – 456 с.
2. Прудченко А. П. Темплатный синтез углеродных нанотрубок в CCVD - процессе: влияние способа нанесения катализатора на морфологию частиц и удельный выход УНТ / А. П. Прудченко [и др] // Материалы 5-й Международной научно-практической конференции «Инновационные перспективы Донбасса», г. Донецк, 21-23 мая 2019 г. – Т. 4: Перспективные направления развития экологии и химической технологии. – Донецк: ДонНТУ, 2019. – С. 40–44.
3. Кулиш И. Ю. Усовершенствование схемы получения металлоуглеродных материалов на основе диспропорционирования монооксида углерода / И. Ю. Кулиш [и др] // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2015. – Т. 3, № 6. – С. 21–25.

УДК 546.26-162

ОБРАЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСА УГЛЕРОДА С ОКСИДОМ КАЛЬЦИЯ В ХОДЕ CVD-ПРОЦЕССА НА КАЛЬЦИТЕ

Хрипунов С.В., канд. хим. наук, *Прудченко А.П.*, канд. хим. наук,

Савоськин М.В., канд. хим. наук, ст. науч. сотр.,

Падун О.М., *Волкова Г.К.*, *Протасевич Ю.С.*, *Полякова О.Ю.*

ГУ «Институт физико-органической химии и углехимии им. Л.М. Литвиненко»,

г. Донецк, ДНР

prudchenko.a@yandex.ru

Введение. Синтез наноуглерода (НУ) в виде различных по морфологии и структуре углеродных наноматериалов в настоящее время является актуальной задачей. Наиболее приемлемым способом решения этой проблемы является темплатный синтез углерода осаждением из газовой фазы (CVD) с использованием различных по структуре темплатов [1]. Ранее мы сообщали о закономерностях темплатного синтеза углерода на карбонате кальция [2, 3]. Было установлено, что образующийся наноуглерод в промежуточном углерод-минеральном продукте (ПУМП), находящийся в значительных количествах (более 40 %), является

рентгеноаморфным, а на рентгеновских дифрактограммах проявляются рефлексы, соответствующие только фазе оксида кальция (CaO).

Целью настоящей работы является исследование природы данного явления, для чего была изучена зависимость выхода НУ и структуры ПУМП от продолжительности CVD-процесса при температуре 900 °С на карбонате кальция (CaCO₃).

Результаты. CVD-синтез НУ проводили по описанной ранее методике [1]. Фазовый состав ПУМП и НУ, полученных из них после удаления минеральной составляющей, определяли на приборе ДРОН-3. В качестве отправной точки при анализе было выбрано положение наиболее интенсивного рефлекса (200) CaO при 2θ 37,44.

По данным, представленным на рис. 1, выход НУ растет с увеличением продолжительности синтеза, а вид зависимости аналогичен таковой для CVD-синтеза НУ на силикагеле [1] с тенденцией к выходу на плато. Результаты РФА ПУМП по положению рефлекса (200) CaO представлены на рис.2. Установлено, что с увеличением продолжительности синтеза положение рефлекса (200) смещается в сторону меньших углов с максимальным абсолютным отклонением ($\Delta 2\theta = -0.28$) для образца ПУМП, полученного в течение двух часов (рис. 2, кривая 5). В то же время, максимальное относительное отклонение положения рефлекса (200) установлено для образцов, полученных в течение 0.5 часа ($\Delta 2\theta = -0.20$, рис.2, кривая 2).

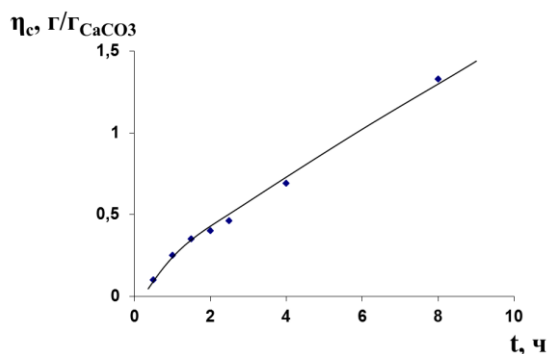


Рис. 1 Зависимость удельного выхода НУ от продолжительности процесса

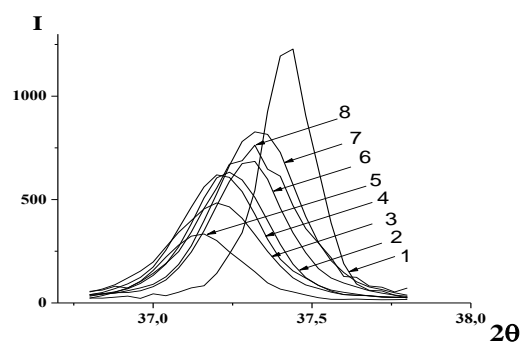


Рис. 2. Динамика изменения положения рефлекса (200) CaO для ПУМП по данным РФА в зависимости от продолжительности процесса: 1 – CaO; 2 – 0,5 ч; 3 – 1,0 ч; 4 – 1,5 ч; 5 – 2,0 ч; 6 – 2,5 ч; 7 – 4,0 ч; 8 – 8,0 ч

Как нами установлено, именно такое время необходимо для полной термодеструкции CaCO₃ до CaO в газовой среде реактора при заданных параметрах. Связанная с этим перестройка кристаллической решетки темплата с гексагональной (CaCO₃) в кубическую (CaO) протекает по топохимическому механизму, т.е. новая фаза CaO остается в пределах

исходной матрицы CaCO_3 (объем кубической решетки CaO в 2,5 раза меньше объема гексагональной решетки CaCO_3) [4]. Вследствие этого на границе раздела фаз возникает некоторый свободный объем, облегчающий переориентацию реагирующих частиц и их взаимодействие. Осаждение углерода, по нашему мнению, происходит на активных гранях кристаллической решетки CaO без существенного изменения объема частиц с повторением кристаллографического профиля «хозяина» CaO . Смещение рефлекса (200) в малые углы, что свидетельствует об увеличении межплоскостных расстояний, также подтверждает наше предположение. По нашим данным максимальное «насыщение» темплата углеродом при заданных условиях наступает через два часа проведения процесса. Подтверждением этому является тот факт, что определенное по данным рентгеновских дифрактограмм образцов НУ, соотношение интенсивностей рефлексов $I_{25.2}/I_{18.5}$, определяющее содержание графитированного НУ (2θ 25.2) по отношению к неупорядоченному (аморфному) углероду (2θ 18.5) растет с увеличением продолжительности синтеза, достигая максимума (2,67) при $t = 2$ часа. Дальнейшее увеличение продолжительности синтеза до 2,5 часа приводит к существенному снижению данного соотношения (до 1,48) с сохранением практически постоянства этой величины с 2,5 до 8,0 часа продолжительности CVD - процесса, что свидетельствует об увеличении в составе углеродных продуктов доли неупорядоченного НУ. Следует отметить, что положение рефлекса (200) CaO на рентгеновских дифрактограммах ПУМП, полученных в течение этого временного отрезка, претерпевает обратную эволюцию и смещается в сторону больших углов ($\Delta 2\theta = -0,12$, рис. 2, кривые 6, 7, 8), что свидетельствует об изменении параметров кристаллической решетки темплата и структуры углерод – минерального комплекса.

Заключение. Таким образом, из анализа и сопоставления всех полученных данных процесс осаждения углерода на кальците проходит в две стадии. На первой стадии в процессе перестройки кристаллической решетки CaCO_3 до CaO осаждение углерода с образованием углерод - минерального комплекса происходит внутри кристаллической решетки «хозяина» (CaO) с максимальной степенью упорядоченности. Накопление углерода и связанный с этим рост внутрикристаллического напряжения и деформаций достигает критического максимума в течение двух часов, после чего происходит вытеснение углерода из тела кристаллов CaO с образованием слоистых структур ПУМП. На второй стадии процесс протекает в стационарном режиме (о чем свидетельствует практически линейный вид зависимости на рис. 1 при $t > 2,5$ часа) с отложением малых по латеральным размерам и толщине частиц углерода на внешней поверхности кристаллов носителя.

Список литературы

1. Прудченко А. П. Закономерности процесса темплатного синтеза пористых углеродных материалов методом CVD / А. П. Прудченко [и др.] // Вестник Луганского национального университета имени Владимира Даля. – 2018. – № 5(11). – С. 299–303.
2. Хрипунов С. В. Особенности темплатного синтеза углеродных наноматериалов на карбонате кальция / С. В. Хрипунов [и др.] // Материалы III Междунар. науч. конф. «Донецкие чтения 2018: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности». – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2018. – Т. 2 – С. 108–110.
3. Прудченко А. П. Спонтанная ассоциация углеродных наночастиц при их выделении из продуктов CVD-процесса на карбонате кальция / А. П. Прудченко [и др.] // Материалы IV Междунар. науч. конф. «Донецкие чтения 2019: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности» Донецк: Изд-во ДонНУ, 2019. – Т. 2. – С. 110–113.
4. Шмитько Е. И. Химия цемента и вяжущих веществ: учебн. пособие / Е. И. Шмитько, А. В. Крылова, В. В. Шаталова. – Воронеж: Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т., 2005.

УДК 546.41 + 546.881.5

ИЗУЧЕНИЕ УСЛОВИЙ СИНТЕЗА ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ $Pb_8Ln_2(GeO_4)_4(VO_4)_2$ (Ln – La, Sm)

Яблочкова Н.В., канд. хим. наук, доц., *Аврамова А.Ю.*
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
n.iablochkova@donnu.ru

Ведение. В последние годы интерес к соединениям со структурой апатита неустанно возрастает. Этот факт обусловлен их уникальными функциональными свойствами и широким спектром теоретически возможных и уже реализованных на практике применений. Апатиты, модифицированные разными элементами, в том числе, редкоземельными, используются в качестве люминофоров, пьезоэлектриков, сорбентов для хроматографии, твердых электролитов и так далее.

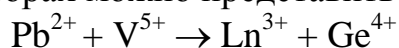
Рассматриваемое в настоящей работе свойство апатитоподобных соединений – способность к изоморфному замещению в катионной, анионной подрешетках или сопряженных, изо- или гетеровалентных. Это основополагающая причина детального изучения данных материалов. Перспективным можно считать направление, в котором изучается область существования и свойства твердых растворов, поскольку с использованием замещенных составов получают функциональные материалы разного назначения.

Цель работы заключается в выборе условий синтеза твердых растворов состава $Pb_8Ln_2(GeO_4)_4(VO_4)_2$, (где Ln – La, Sm).

Основная часть. Общей методики синтеза германатов со структурой апатита еще не разработано. В литературе имеются лишь отдельные данные относительно методик получения конкретных составов. Апатиты свинца, содержащие в составе ванадий, можно синтезировать при меньшей температуре в сравнении с апатитами щелочноземельных элементов. Температурный диапазон лежит в пределах 600–800 °С. Это должно упростить процесс их получения. Следует отметить, что подобные составы относятся к лакунарным, то есть содержащим вакансию в анионной подрешетке.

Твердые растворы указанных составов синтезировались из оксидов соответствующих элементов двумя способами: керамическим (твердофазным) и полукерамическим (с предварительным растворением стехиометрических количеств реагентов). Все образцы синтезировались одновременно, с выдержкой идентичного режима термической обработки для исключения случайной ошибки. Поэтому полученные результаты можно было сравнить. Строго соблюдалось стехиометрическое соотношение реагентов, поскольку в случае отклонения содержания любого из компонентов в большую или меньшую сторону, в системе могут появляться примесные фазы. Выбор температуры был обусловлен термической устойчивостью исходных компонентов и апатитов подобных составов.

Предполагалось, что гетеровалентное замещение свинца редкоземельным элементом в семи- или девятивершинниках компенсируется заменой германия на ванадий в тетраэдрах. Схему замещения в указанных твердых растворах можно представить в таком виде:



В ходе проведения эксперимента использовался метод рентгенофазового анализа для контроля однофазности образцов и выявления возможных примесных фаз на разных этапах высокотемпературного синтеза, расчета параметров элементарной ячейки.

Фазовый состав твердых растворов изучали методом РФА. Рентгенограммы снимали на дифрактометре ДРОН-3 с использованием $\text{CuK}\alpha$ -излучения и Ni фильтра. Скорость движения счетчика составляла 2° в минуту (2 θ).

Параметры элементарной ячейки *a* и *c* решетки фазы апатита рассчитывали методом наименьших квадратов по рентгеновским данным, снятым со скоростью вращения счетчика – 0,5–0,2°/мин., что обеспечивало большую точность расчетов.

Синтез проводили до получения однофазных образцов, при этом сравнивали оптимальные условия и продолжительность высокотемпературной обработки. Методом рентгенофазового анализа было установлено, что фаза со структурой апатита начинает кристаллизоваться в образцах, синтезируемых полукерамическим методом, при более низкой температуре, а для получения однофазного образца

требуется меньше времени. Таким образом, можно считать методику получения твердых растворов указанного состава с предварительным растворением компонентов более целесообразной, особенно, если стоит задача получить мелкодисперсные образцы.

Заключение. В работе уточнены условия синтеза германатованадата свинца со структурой апатита, модифицированного некоторыми редкоземельными элементами. Полученные данные могут быть использованы специалистами в области химии твердого тела и материаловедения при создании новых неорганических материалов, проявляющих люминесцентные, каталитические свойства, твердых электролитов.

Физическая химия

УДК 678.048:547.565:544.421:544.43:544.18

РАДИКАЛЬНОЕ ОКИСЛЕНИЕ МОНОМЕРНЫХ ПРИРОДНЫХ ФЕНОЛОВ, РЕАКЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ ИХ МОЛЕКУЛ И ИОНОВ

Белая Н.И., канд. хим. наук, доц.,

Белый А.В., канд. хим. наук, доц.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
nbelaya@donnu.ru

В подавляющем большинстве работ по исследованию природных фенольных антиоксидантов (АО) при установлении зависимости «структура – активность» не проводится изучение взаимосвязей между предлагаемыми молекулярными дескрипторами, описывающими особенности строения фенолов, что приводит к их избыточному дескрипторному набору и появлению случайных корреляций [1–3]. Эта же причина мешает созданию прогностической модели антиоксидантной активности веществ, основанной на системе регрессионных уравнений, которая позволила бы только прогнозировать активность природных фенолов, но и дифференцировать их по эффективности действия.

Целью работы является исследование кинетики и механизма процессов радикального окисления растительных мономерных фенолов (ArOH) при варьировании природы радикала и среды; формирование представительных рядов реакционной способности веществ на основе экспериментальных констант скоростей реакции фенолов с радикалами в разных средах, а также установление многофакторных регрессий между реакционной способностью и механизм-зависимыми молекулярными дескрипторами фенолов.

На основе детального изучения кинетики и механизмов реакции радикального окисления природных фенолов в органических и водных средах, наработки широких рядов реакционной способности веществ, определения механизм-зависимых молекулярных дескрипторов фенолов была сформирована полуэмпирическая прогностическая модель скрининга природных фенольных антиоксидантов на основе системы взаимосвязанных одно- и двухфакторных регрессионных уравнений (рис.).

Стратегия при составлении алгоритма скрининга была следующей:

1) В качестве объектов исследования выбирались мономерные растительные фенольные соединения разных классов, включающие большие гомологические ряды. При исследовании не учитывался

стерический фактор, поэтому в ряд не включались соединения объемной структуры (димеры, тримеры), а также гликозиды флавоноидов с двумя и более углеводными остатками.

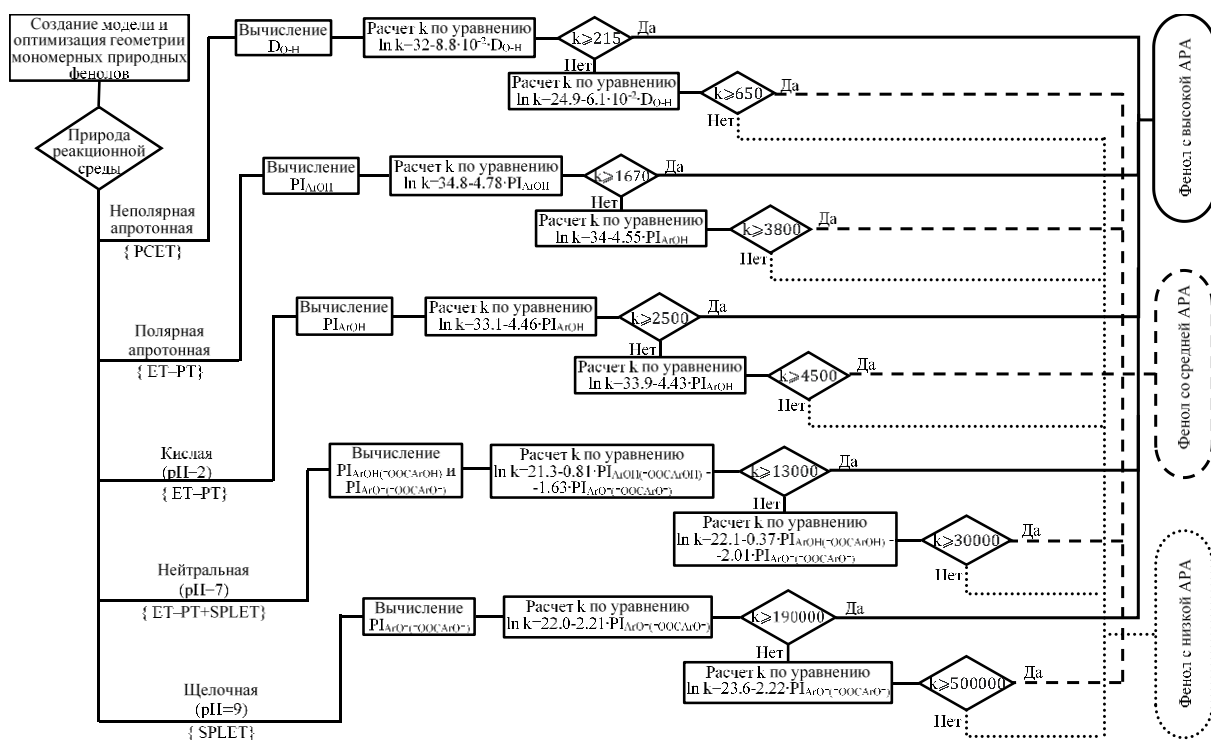


Рис. Алгоритм скрининга природных мономерных фенолов на основе прогностической линейной многофакторной регрессионной модели связи «антирадикальная активность – дескриптор»

2) При квантово-химическом расчете структуры исследуемого фенола проводился поиск оптимального конформера с учетом наличия внутримолекулярных водородных связей.

3) Природа растворителя варьировалась в широких пределах для приближения условий протекания реакций к биологическим объектам на органической, водной или водно-органической основах.

4) Для каждой среды протекания реакции AgOH с радикалами устанавливался механизм действия антиоксиданта в зависимости от полярности и протоноакцепторной способности растворителя.

5) В зависимости от предложенного механизма устанавливался квантово-химический дескриптор, связанный со скоростью протекания лимитирующей стадии.

6) В качестве показателя реакционной способности антиоксиданта использовалась константа скорости (k) реакции взаимодействия фенола с радикалом как наиболее точный параметр, не зависящий от концентрации вещества и характеризующий непосредственно антирадикальную активность (АРА) природных фенольных соединений.

7) На основе проведенного многофакторного регрессионного анализа установлены статистические значимые линейные одно- и двухфакторные уравнения зависимости АРА фенола от его молекулярного дескриптора, по которым рассчитываются прогнозируемые константы скорости исследуемой реакции.

8) На первом уровне оценки АРА фенолов использовалась реакция с гидразильным радикалом – 2,2'-дифенил-1-пикрилгидразилом (DPPH[•]). В качестве эталонного антиоксиданта выбран тролокс. Если в реакции ArOH с DPPH[•] прогнозируемая величина константы скорости больше, чем у тролокса, то фенольный АО проявляет высокую АРА. Оставшиеся соединения могут проявить антирадикальные свойства с пероксильным радикалом и по результатам сравнения с константой скорости для тролокса разбиваются еще на две группы – фенолы со средней и низкой АРА.

9) На втором уровне проводилось определение реакционной способности фенолов по отношению к пероксирадикалам. Осуществлялась проверка результатов, полученных в реакции с гидразильным радикалом. Для этого использовался искусственный пероксирадикал 2-циано-изопропанпероксил или 2-амидиноизопропанпероксил, имитирующий пероксирадикалы органических субстратов, а также гидропероксильный биорадикал и его депротонированная форма.

Применение «узкоспециализированной» кинетической схемы, состоящей из модельных реакций ArOH с N- и O-центрированными радикалами, позволило разделить изученные АО на группы с высокой, умеренной и низкой АРА. Такая классификация стала возможной, поскольку было установлено, что акцепторы пероксирадикалов не всегда проявляют себя в реакции с гидразильным радикалом, в то время как вещества активные с гидразильным радикалом, эффективны и с пероксирадикалами.

Модель разработана впервые и не имеет аналогов. Она позволяет, исходя из химической структуры вещества и природы реакционной смеси, не только достаточно точно рассчитывать антирадикальную активность близких по строению природных фенолов, но и дифференцировать их по эффективности действия.

Список литературы

1. Раевский О.А. Моделирование соотношений "структура–свойства" / О.А. Раевский – М.: КДУ Добросвет, 2015. – 288 с.
2. Marković Z. QSAR of the free radical scavenging potency of selected hydroxyanthraquinones / Z. Marković, M. Filipović, N. Manojlović, A. Amić, S. Jeremić, D. Milenković // Chem. Pap. – 2018. – V. 72. – P. 2785–2793.
3. Filipović, M. QSAR of the free radical scavenging potency of selected hydroxybenzoic acids and simple phenolics / M. Filipović, Z. Marković, J. Đorović, J. Dimitrić Marković, B. Lučić, D. Amić // C. R. Chimie. – 2015. – V. 18, N 5. – P. 492–498.

СОРБЦИЯ КАТИОНОВ НИКЕЛЯ ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ НА ПОЛЯРНЫХ И НЕПОЛЯРНЫХ СОРБЕНТАХ

Гринь К.В., Бондарева Л.П., канд. хим. наук, доц.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»,
г. Воронеж, РФ

kristina.zueva.2000@list.ru

Введение. Никель и его соединения раздражающе действуют на органы дыхания и кожу, являются аллергенами, изменяют иммунобиологическое состояние организма, обладают канцерогенными свойствами. Поскольку катионы никеля является высокотоксичными, их содержание постоянно контролируется в водных объектах нормируется.

Актуальной экологической и физико-химической задачей является очистка природных и сточных вод от катионов никеля и контроль его содержания в водных объектах.

В перечень главных загрязнителей объектов окружающей среды, в том числе водных входят тяжелые металлы. Среди тяжелых металлов выделяют и никель, как наиболее распространённый в природных объектах и опасный для здоровья человека. В связи с этим очистка природных и сточных вод от ионов никеля и контроль над содержанием их в водных объектах окружающей среды является важной задачей. Наиболее перспективным и эффективным методом отчистки сточных вод от ионов никеля является сорбционный, главные преимущества данного метода заключаются в следующем: хорошая управляемость процессом, относительная простота конструкции установки, высокая степень очистки, и отсутствие вторичных загрязнений. В настоящее время наибольший интерес представляет использование синтетических сорбентов так как они отличаются хорошей сорбцией тяжелых металлов из вод.

Основная часть. В работе подобран эффективный сорбент для извлечения катионов никеля (II) из водных растворов, получены изотермы сорбции на наиболее эффективных сорбентах. Сорбцию катионов никеля в статических условиях проводили на слабокислом пористом катионите-Токем 200, хелатном катионите иминодиуксусной кислоты-Amberlite IRC 748, высокоемком сильнокислом катионитегелевой структуры КУ-2, сильноосновном анионите гелевой структуры АВ-17, фосфорнокислом катионообменнике гелевого типа Токем КФП (опытная партия), природном сорбенте-кремень, природном сорбенте-шунгит. Исходную и равновесную концентрации ионов металлов определяли комплексометрическим титрованием с использованием индикаторной реакции с мурексидом. С увеличением начальной концентрации сорбата

его степень извлечения на всех сорбентах увеличивается. Изотермы описали уравнением Ленгмюра.

По полученным изотермам сорбции было видно, что на начальных участках изотерм сорбция практически прямо пропорциональна концентрации сорбтива в растворе. Степень извлечения ионов никеля (II) на ионообменниках Токем КФП и Токем 200 значительно выше, чем на остальных сорбентах.

По линейным изотермам определили максимальную адсорбцию (A_{∞}) и константу сорбционного равновесия (К). По из данным о распределении исследуемого сорбата в гетерофазной системе водный раствор – сорбент. Рассчитанные значения постоянных уравнения Ленгмюра приведены в таблице 1.

Таблица 1

Равновесные характеристики сорбции катионов никеля(II)

Сорбент	ПОЕ, ммоль/г	A_{∞} , моль/г · 10 ⁻³	К
Токем КФП		2,836	195
Токем 200	4,3	2,57	110
АВ-17	1,5	4,085	95
КУ-2	1,8	1,145	25
Amberlite IRC 748	1,35	1,145	23
Кремень		0,214	–
Шунгит		0,42	–

Полученные результаты показывают, что сорбенты фосфорнокислый катионообменник гелевого типа Токем КФП, и слабокислый пористый катионит Токем 200 обладают достаточно высокой обменной емкостью по отношению к иону никеля, что обусловлено наличием у сорбента карбоксильных групп – COOH позволяет рассматривать сорбцию сильных электролитов в гетерофазной системе сорбент – водный раствор как ионный обмен на карбоксильных группах. Из данных, приведённых в таблице, видно, что из исследуемых сорбентов максимальной сорбционной ёмкостью по отношению к ионам никеля (II) обладает Токем КФП полная обменная емкость которого равна 2,8 ммоль/г. Константа адсорбционного равновесия К характеризует степень сродства сорбата к сорбенту и является мерой сорбционной активности сорбента. Чем больше величина К, тем сильнее взаимодействие сорбат-сорбент, тем лучше должны извлекаться ионы металлов из растворов. Максимальное значение К характерно для Токем КФП.

Заключение. Таким образом, изучаемые сорбенты по величине сорбционной способности можно расположить в ряд: Токем КФП > Токем 200 > АВ-17 > КУ-2 > Amberlite IRC 748 > Кремень > Шунгит.

По результатам исследования были выбраны наиболее эффективные сорбенты для сорбции катионов никеля (II) из водных

растворов в рассмотренном диапазоне концентраций. Максимальной сорбционной ёмкостью по отношению к ионам никеля (II) обладает Токем КФП и Токем 200 для удаления катионных частиц никеля (II) из загрязненных вод.

УДК 544.723.2.023.221, 223

ИЗУЧЕНИЕ СОРБЦИИ БИМОЛЕКУЛ НА ПОВЕРХНОСТИ ГИДРОКСИАПАТИТА - ПЕРСПЕКТИВНОГО МОДИФИКАТОРА ГАЗОВЫХ СЕНСОРОВ

Доровская Е.С., Кучменко Т.А., д-р хим. наук, проф.
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»,
г. Воронеж, Россия
dorowskaia.evg@yandex.ru

При проведении литературного обзора с глубиной охвата 15 лет установлен стремительный рост интереса к газовой сенсорике. Процессы, протекающие при адсорбции газов на поверхности твердых пленок, привлекают внимание исследователей в области химии твердого тела, катализа, физики полупроводников и диэлектриков. В основе таких процессов лежат взаимодействия между газовым компонентом и реакционными группами на поверхности пленки. Изучение механизмов данных процессов является залогом успеха в таких быстро развивающихся областях, как сенсорная техника, промышленный катализ, микроэлектроника. Детектирование химических и биологических молекул становится центральной проблемой в биологических и медицинских исследованиях. Развитие сенсорной техники является важной технологической проблемой для целей биодиагностики и безопасности. Разработка новых устройств, способных выполнять роль прямых, чувствительных и экспрессных детекторов, ведется сейчас в основном на базе эмпирических данных, поэтому детальное изучение механизмов взаимодействия, определяющих процессы адсорбции-десорбции газов в тонких твердых пленках, является актуальным.

На сегодняшний день одним из перспективных сорбентов для модификации пьезокварцевых трансдюсеров с целью создания газовых сенсоров является биогидроксиапатит (ГА), состава $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$. Он активно используется в медицине за счет своей высокой совместимости с биологическими тканями. Уже имеются экспериментальные результаты, которые подтверждают возможность обнаружения органических биомаркеров заболеваний в газовой фазе различных биопроб с применением пьезокварцевых сенсоров с тонкой пленкой ГА.

Для усовершенствования работы таких сенсорных систем и понимания механизма протекания сорбционно-десорционных процессов на поверхности нанофаз биогидроксиапатита малых масс изучена сорбция паров некоторых органических соединений и воды для создания аналитического газового пьезосенсора.

В качестве основных объектов исследования выбраны биогидроксиапатит кальция $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ (ГА), органические соединения: этанол, ацетон, этилацетат, толуол, хлороформ и вода; в качестве основного метода исследования процессов адсорбции органических веществ и воды в газовой фазе на поверхности тонких пленок ГАП разных масс – прямой метод пьезокварцевого микровзвешивания, осуществляемого с помощью газового анализатора «МАГ-8».

В ходе работы был сформирован массив из 8 пьезосенсоров с различной массой чувствительного слоя наноструктурированного ГА (1,01; 1,44; 2,10; 2,67; 3,02; 4,17; 5,90; 6,60 мкг), с первоначальным проведением его синтеза по известной золь-гель методике [1].

Изучение адсорбции паров легколетучих органических соединений проводили с помощью фронтального ввода паров аналита в открытую ячейку детектирования многоканальный анализатор газов «МАГ-8» (ООО «Сенсорные Технологии», Россия). Установка представляет собой прибор с полиамидной измерительной ячейкой объемом 138 см³.

Суть методики заключается в том, что фиксированный объем легколетучего органического вещества и воды (объемом 1,0 3,0 5,0 7,0 10,0 мкл), помещали на предметное стекло микрошприцем и быстро накрывали ячейкой детектора с пьезосенсорами. Измерение проводится 600 с., до 300 с. происходит сорбция паров до наступления равновесия, а затем еще 300с. происходит десорбция с поверхности сорбента. Десорбция самопроизвольная, в условиях удаления из зоны фронта паров вещества.

Выходные сигналы пьезовесов – частоты колебаний (ΔF_i , Гц) при сорбции легколетучих веществ с шагом в 1 с в виде хроночастотограмм ($\Delta F_i = f(\tau)$, где τ – время измерения), максимальные сигналы пьезосенсоров ($\Delta F_{i\text{max}}$, Гц) и площади «визуального отпечатка» $S_{\text{в.о.}}$, Гц·с (рис. 1, а).

Удельное количество сорбтива рассчитывали по максимальному изменению частоты колебания сенсора до момента наступления равновесия с учетом геометрических характеристик сенсора, молярной массы аналита и массы чувствительного слоя ГА. Построены изотермы сорбции (рис. 1, б).

Установлено, что наиболее активным является сенсор с массой тонкой пленки 2,1 мкг. Далее по уменьшению возможного количества сорбируемых молекул располагаются сенсоры с массой покрытия ГА 1,01мкг, 1,44 мкг и 4,17 мкг. При изучении структуры поверхности ГА в границах исследуемых масс чувствительного слоя методом атомно-силовой микроскопии также установлено увеличение средней

шероховатости и среднеквадратичной площади при увеличении массы тонкой пленки до 3,40 мкг, а при более высоких значениях массы значимых изменений в характеристиках поверхности не наблюдается. Следовательно, изменения механизма протекания сорбции при увеличении массы пленки свыше 3,40 мкг не ожидается, изменения могут быть связаны с природой сорбтива.

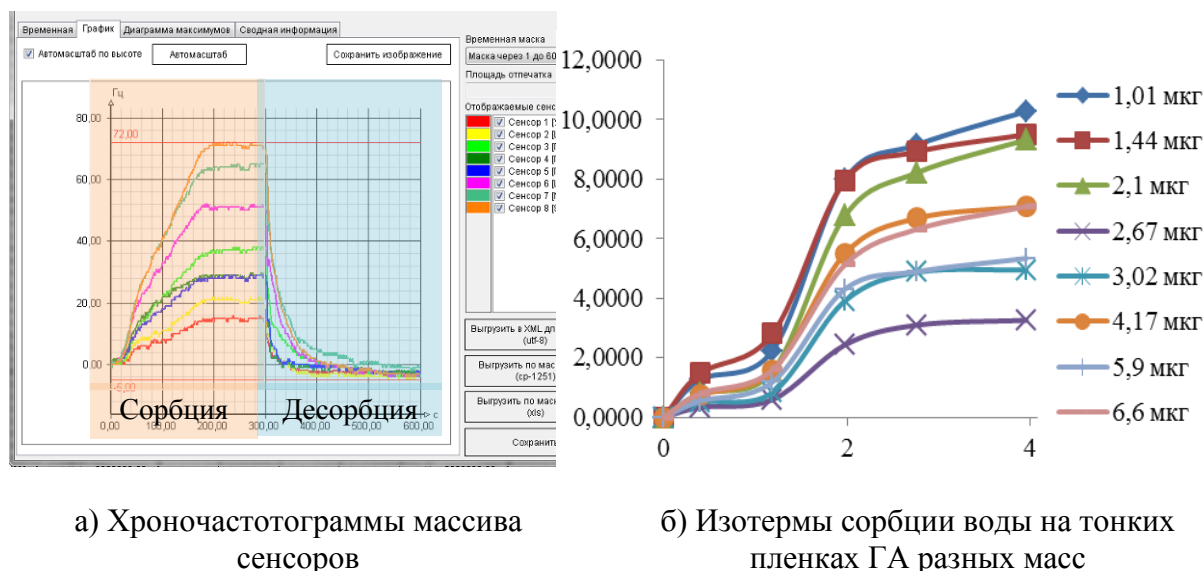


Рис. 1

Установлено, что для воды и толуола форма изотерм сорбции является S-образной, а для ацетона, этилацетата, этанола и хлороформа – линейной. На поверхности тонких пленок ГА разных масс вода и толуол способны образовывать полиадсорционный, что подтверждается квантово-химическими расчетами энергий межмолекулярного взаимодействия.

При увеличении молярной массы сорбтива уменьшается величина удельной сорбции на поверхности тонких пленок из-за уменьшения доступности активных центров сорбции, коррективы в эту зависимость может внести высокое значение энергии межмолекулярного взаимодействия.

При оценке кинетических характеристик сорбции на поверхности тонких пленок ГА установлено, что увеличению концентрации сорбтива увеличивается скорость протекания сорбции, что характерно для всего изучаемого диапазона масс, но есть исключения: для воды и толуола на тонких пленках в диапазоне масс (4,17–6,60) мкг при увеличении концентрации сорбтива скорость сорбции снижается; для ацетона характерно сначала увеличение скорости сорбции, а затем ее уменьшение во времени при увеличении его концентрации. Данные исключения указывают на смену механизма сорбции, протекающей во времени.

Установлено, что масса сорбента влияет на время получения достоверного аналитического сигнала и может уменьшаться в 1,5 раза при

увеличении массы тонкой пленки. Масса существенно не влияет на регистрацию паров органических соединений, из-за большого сродства воды к сорбенту время измерения может быть минимизировано при необходимости. Установлено, что сорбционные свойства поверхности ГА не сильно зависят от нанесенной массы на пьезорезонатор, что позволяет упростить стадию изготовления сенсоров для аналитических систем, при этом существенно не изменяется чувствительность.

Список литературы

1. Буланов Е.Н. Получение и исследование наноструктурированных био-совместимых материалов на основе гидроксиапатита: Электронное учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет. 2012 – 103 с.

УДК 544.7

ИЗУЧЕНИЕ СОРБЦИИ 4-НИТРОФЕНОЛА НА СВЕРХСШИТЫХ ПОЛИСТИРОЛАХ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДНЫМИ АМИНОВ И ИМИДАЗОЛОВ

Коноплева В.А., Суханов П.Т., д-р хим. наук, проф.,

Губин А.С., канд. хим. наук, доц.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»,
г. Воронеж, РФ
post@vsuet.ru

Актуальность работы обусловлена тем, что фенолы входят в список приоритетных органических загрязнителей водных сред ЕРА, отдельно нормируются в природных водах согласно законодательству РФ.

Нитрофенолы могут содержаться в природных водах, в стоках фармацевтических предприятий, нефтеперерабатывающих заводов. Применяются при производстве пластмасс, красок и красителей. Нормируемое содержание в природных водах составляет 1 мкг/л. Поэтому обычно при определении нитрофенолов необходимо предварительное концентрирование высокоэффективными сорбентами, позволяющими достигать количественного извлечения.

Для изучения сорбции в качестве объекта исследования был выбран 4-нитрофенол. Сорбцию проводили в статических условиях с использованием трех сорбентов на основе сверхсшитого полистирола, а именно сверхсшитый полистирол (ССП), сверхсшитый полистирол модифицированный имидазолом (ССП-ИМ), сверхсшитый полистирол модифицированный метиламином (ССП-МА).

Для получения изотерм сорбции навески сорбентов массой 0,01 г помещались в 10 см³ раствора 4-НФ с концентрациями 1–500 мкг/л.

Сорбцию проводили в течение 1, 5, 10 и 20 минут при постоянном перемешивании. После сорбции сорбент извлекали, а растворы консервировали при 2 °С в холодильнике.

Равновесную концентрацию определяли методом газовой хроматографии, поскольку из-за высоких степеней извлечения концентрация 4-НФ определить содержание в растворе более доступными инструментальными методами невозможно. Для хроматографического определения применялась неполярная колонка НР-5а, газ-носитель – гелий и детектор по электропроводности.

В проведенных экспериментах установлено, что на ССП уже за 1 мин извлекается 96–97 % 4-НФ, за 5 мин – 98 % и более, далее степень извлечения не меняется. Несколько медленнее происходит сорбция 4-НФ на ССП-МА и ССП-ИМ: за 1 мин извлекается около 90 % 4-НФ, за 5 мин – 97 %, за 10 мин – 98 % и более фенола. В модифицированном аминами полимере реализуются два механизма: «быстрая» сорбция за счет внутреннего напряжения сетки полимера и «медленная» в основном за счет образования Н-связей между NO₂- и ОН-группами фенолов и азотсодержащими функциональными группами полимеров.

Основной механизм извлечения 4-НФ из сточных вод – это поглощение вместе с водой напряженной сеткой полимера. Полимеры с меньшей степенью сшивки (ССП-МА и ССП-ИМ) поглощают меньше воды, но при этом для них характерно извлечение 4-НФ с помощью образования водородных связей и ионных ассоциатов. Степень извлечения модифицированными сорбентами на 1–2 % выше, чем у немодифицированного ССП.

Величины предельной сорбции на сорбентах составляют 681–849 мг/г и уступают только активным углям. Изотермы сорбции на всех сверхсшитых полимерах хорошо описываются уравнением изотермы Ленгмюра. При приведении графика к линейному виду, коэффициент корреляции линейной зависимости более 0,99. Сорбенты на основе сверхсшитого могут быть эффективно применены для сорбции 4-НФ, степень извлечения составляет 97–99 %.

ЗОЛЬ-ГЕЛЬ СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ЭПОКСИДНЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ, НАПОЛНЕННЫХ ДИОКСИДОМ КРЕМНИЯ И ДИОКСИДОМ ТИТАНА

Лыга Р.И., канд. хим. наук,

Михальчук В.М., д-р хим. наук, проф.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР

lygarita@mail.ru

Введение. В последние годы особое место в исследованиях новых функциональных материалов занимает научное направление, связанное с получением и изучением наноструктурированных материалов, к которым относят ультрадисперсные частицы, наночастицы, микрокластеры, тонкие пленки и др. [1, 2]. Это обусловлено их свойствами, например, большой удельной поверхностью, высокой сорбционной и каталитической способностью. Наноразмерные материалы играют важную роль в современной технике. Широкий спектр методов исследования позволяет получить важные сведения о морфологии и свойствах поверхности тонкопленочных и дисперсных материалов, что способствует созданию новых композитов и расширению областей их практического применения [3, 4].

Диоксид титана и диоксид кремния обладают рядом свойств, которые определяют их современную научную значимость: химическая стабильность, биологическая безопасность, фоточувствительность, каталитическая активность. Их применяют не только как индивидуальные соединения, но и как наполнители полимерной матрицы, наносимой на поверхность подложек различной природы, что позволяет получать защитные покрытия, а также различные функциональные материалы (катализаторы, панели сенсоров и солнечных элементов). Кроме того на основе таких оксидов возможно получение структур типа ядро-оболочка.

Основная часть. В данной работе золь-гель методом получены эпоксидные нанокompозиты аминного отверждения, наполненные диоксидом кремния и диоксидом титана. Формировали оксидные наполнители непосредственно в смеси циклоалифатического триэпоксида УП-650Т и модифицированного полиамина Ancamine 2579 из соответствующих алкоксидов – тетраэтоксисилана (ТЭОС) и тетрабутоксидом титана. Последним в реакционную смесь добавляли алкоксид титана, т.к. его гидролиз и поликонденсация протекают мгновенно, что может привести к укрупнению и агрегации образующихся частиц TiO_2 . В систему не вводили воду, поскольку было установлено, что гидролиз и последующая поликонденсация алкоксидов протекают за счет

абсорбированной влаги аминным отвердителем и эпоксидным олигомером. Наличие воды в реагентах было доказано с помощью ИК-спектроскопии. Такой подход к золь-гель синтезу неорганической составляющей композитов позволил не использовать органические растворители, которые используют в классическом методе для гомогенизации реакционной системы. Содержание наполнителей в полученных композитах составляло от 1 до 10 масс. % при соотношении $\text{SiO}_2:\text{TiO}_2 = 1:1$.

Изучены закономерности формирования эпоксидно-оксидных композитов. Поликонденсация между эпоксидным олигомером и амином идет значительно медленнее, чем образование частиц кремнеземного и/или титаноксидного нанонаполнителя. В ИК-спектре тетраэтоксисилана, который несколько минут находился в контакте с воздушной средой, обнаруживаются полосы поглощения малой интенсивности, соответствующие «свободной» и ОН-группе воды при 3530 и 3560 см^{-1} . Уже в процессе подготовки образца и регистрации спектра начинается гидролиз алкоксидных групп тетраэтоксисилана, о чем свидетельствует полоса валентных колебаний вторичной ОН-группы (3460 см^{-1}). При введении ТЭОС в полиамин гидролиз алкоксида кремния продолжается, а также начинается его быстрая поликонденсация, о чем свидетельствует снижение интенсивности полосы поглощения вторичных ОН-групп (табл. 1).

Таблица 1

Интенсивность полос поглощения некоторых групп в ИК-спектрах ТЭОС и смеси ТЭОС/полиамин

Система	Полосы поглощения и их интенсивность (отн. ед.)			
	NH_2 (3340 см^{-1})	ОН втор. (3460 см^{-1})	ОН воды (3560 см^{-1})	ОН свободн. (3690 см^{-1})
ТЭОС (5 мин)	–	9,5	1,8	4,2
ТЭОС/Ancamine (10 мин)	17	5,0	2,0	3,7

Установлено, что формирование нанонаполнителей $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ in situ образующегося густосетчатого эпоксидного полимера аминного отверждения приводит к увеличению температуры стеклования и температуры завершения перехода в высокоэластическое состояние композитов (табл. 2). Вместе с тем количество золь-фракции в полученных композитах меньше, чем в ненаполненном полимере. Только при концентрациях 5 и 10 масс. % выход золь-фракции такой же, как и у полимера. Армирующее влияние оксидных наполнителей на эпоксидную полимерную матрицу проявляется также в уменьшении степени набухания композитов в органическом растворителе более чем в 2 раза.

Изученные наполнители хорошо себя проявили как ингибиторы термоокислительной деструкции композитов. В воздушной среде при 180 °С термоокислительная деградация образцов проходит со скоростью в

3 раза меньше по сравнению с немодифицированным полимером аминного отверждения. Установлено, что при изучении высокотемпературного окисления кислородом скорость развившегося процесса окисления композитов была в 2 раза ниже скорости поглощения кислорода чистым полимером.

Таблица 2

Влияние содержания $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ на значения температуры стеклования (T_g), температуры завершения перехода в высокоэластическое состояние (T_e) и выход золь-фракции (W_{sol}) композитов

$w(\text{SiO}_2/\text{TiO}_2)$, масс. %	T_g , °C	T_e , °C	W_{sol} , %
0	93	121	4,96
1	94	122	1,50
2	87	125	2,32
3	90	131	3,35
4	89	129	3,75
5	103	132	6,04
10	103	143	5,67

Заключение. Показано, что золь-гель технология может быть успешно реализована при синтезе оксидных наполнителей, в том числе их смесей, с целью введения в состав эпоксидных полимерных матриц аминного отверждения. Для протекания гидролиза и поликонденсации алкоксидов кремния и титана достаточно абсорбированной реагентами воды (меньше полустехиометрического количества по отношению к алкокси-группам прекурсоров). Полученные эпоксидно-оксидные нанокompозиты при этом находятся в стеклообразном состоянии при комнатной температуре. Наполнители $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ оказывают армирующее влияние на полимерную матрицу. Присутствие таких наполнителей в сетчатом полимере повышает его устойчивость к термоокислительной деградации.

Список литературы

1. Помогайло А. Д. Металлополимерные гибридные нанокompозиты / А. Д. Помогайло, Г. И. Джардималиева. – М.: Наука, 2015. – 494 с.
2. Nicolais L. Nanocomposites: In situ synthesis of polymer-embedded nanostructures / L. Nicolais, G. Carotenuto. – Wiley, 2014. – P. 45-72.
3. Parashar M. Metal oxides nanoparticles via sol-gel method: a review on synthesis, characterization and applications / M. Parashar, V.K. Shukla, R. Singh // J. Mater. Science: Materials in Electronics.– 2020. – Vol. 31. – P. 3729-3749.
4. Гибридные органо-неорганические связующие, получаемые по золь-гель технологии, и их практическое использование в композиционных материалах / И. А. Старовойтова, В. Г. Хозин, Л. А. Абдрахманова, Г. Г. Ушакова // Известия КазГАСУ. – 2010. – № 2(14). – С. 273-277.

КРОСС-ЭЛЕКТРОФИЛЬНОЕ С–С СОЧЕТАНИЕ МЕТИЛИОДИДА И ДИИОДБУТАДИЕНА

Мерзликina М.А.¹, канд. хим. наук, доц., **Краснякова Т.В.^{1,2}**,
Митченко С.А.¹, д-р хим. наук, проф.

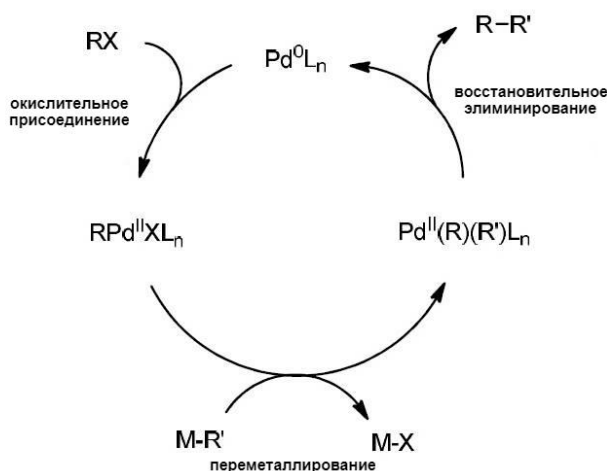
¹ ГУ «Институт физико-органической химии и углехимии
им. Л.М. Литвиненко», г. Донецк, ДНР

² Луганский национальный университет имени Тараса Шевченко, г. Луганск, ЛНР
mamerslikina@yandex.ua

Реакции сочетания всегда представляли первостепенный интерес для химика-органика. Потребность в инновациях и открытии новых реакций образования связей С–С-это непрерывный процесс. Разработанные методы должны соответствовать трём важным руководящим принципам: а) метод должен использовать легкодоступные исходные материалы; б) должны использоваться нетоксичные реагенты или катализаторы; в) реакция должна проводиться в мягких условиях. Разработка методов, которые соответствуют вышеуказанным требованиям, является сложной задачей в современной органической химии [1].

На лабораторном уровне каталитические процессы образования связей С–С являются одним из важнейших направлений исследований в области синтетической химии и стали незаменимым инструментом для химиков-синтетиков. Эти процессы открыли возможность создания сложных молекул из более простых, что привело к появлению новых материалов и лекарственных средств [2]. Реакции С–С сочетания стали весьма желательными, поскольку они могут позволить себе создание чрезвычайно сложной химической структуры, использующую катализаторы переходных металлов простым способом, в масштабах от миллиграмм до тонн. В данной отрасли крайне важно получить конечный продукт с максимально возможной чистотой, используя наиболее экономичные и безопасные маршруты, с наименьшим возможным воздействием на окружающую среду.

За разработку простого метода реакций С–С сочетания в 2010 году была присуждена Нобелевская премия [3]. Основа данного метода включает в себя каталитический цикл (схема), а именно – окислительное присоединение,



переметаллирование и восстановительное элиминирование, приводящее к продукту реакции C–C сочетания и регенерированию катализатора.

Окислительное присоединение это фундаментальная реакция, которая является важным этапом в каталитических процессах, таких как соединение Сузуки [2], аминирование Бухвальда [4] и процесс Монсанто [5]. Хорошо известны окислительные присоединения различных окислителей для низковалентных металлов; вышеупомянутые процессы часто основываются на окислительном присоединении алкилгалагенида с металлом в низшей степени окисления.

Простые галогенидные комплексы Pt^{II} легко участвуют в реакциях окислительного присоединения алкилиодидов и их производных для получения соответствующих металлорганических соединений Pt^{IV} [6]. Для осуществления реакции C–C сочетания желательно использовать винилиодидные соединения или смесь винил- и алкилиодидов в качестве реагентов.

Нами была реализована реакция сочетания между диiodбутадиеном и метилиодидом, с образованием иодпентадиена. Дальнейшее сочетание метилиодида и иодпентадиена приводит к конечному продукту – гексадиену. Константа расщепления диiodбутадиена соответствует константе первого порядка $k = (6.2 \pm 0.3) \cdot 10^{-2} \text{ ч}^{-1}$.

Список литературы

1. Recent Advancements in Dehydrogenative Cross Coupling Reactions for C-C Bond Formation / B.V. Varun [etc.] // Tetrahedron Letters. – 2017.
2. Catalytic Cross-Coupling Reactions – Nobel Prize Catalysis / A.J. Burke, C.S. Marques, N.J. Turner, G.J. Hermann // Active Pharmaceutical Ingredients in Synthesis: Catalytic Processes in Research and Development. – Wiley-VCH. – 2018. – P. 175-257.
3. Palladium-Catalyzed Cross Couplings in Organic Synthesis. The Royal Swedish Academy of Sciences – 2010. – 1-13 p.
4. Hartwig, J.F. Transition Metal Catalyzed Synthesis of Arylamines and Aryl Ethers from Aryl Halides and Triflates: Scope and Mechanism / J.F. Hartwig // Angew. Chem. Int. Ed. – 1998. – V. 37. – P. 2046-2067.
5. The Cativa Process for the Manufacture of Acetic Acid Platinum Metals Rev. – 2000. – V. 44 (3). – P. 94-105.
6. C–H activation by aqueous platinum complexes: A mechanistic study / G.A. Luinstra [et al.] // J. Organometal. Chem. – 1995. – Vol. 504. – P. 75–91.

**ФОРМИРОВАНИЕ ЭПОКСИДНЫХ КОМПОЗИТОВ С
НАНОПОЛНИТЕЛЕМ $ZrO_2@SiO_2$ СТРУКТУРНОГО ТИПА
«ЯДРО-ОБОЛОЧКА»**

Могила Т.Н., Михальчук В.М., д-р хим. наук, проф.,
Линник Д.С., Лыга Р.И., канд. хим. наук,
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
mr.t.95@mail.ru

Нанокomпозиты на основе эпоксидных полимеров нашли широкое применение в промышленности ввиду их уникальных физико-химических свойств, таких как высокая устойчивость к термоокислительной деструкции, высокая адгезия к алюминиевым и титановым сплавам, и др. Среди большого разнообразия частиц ядро-оболочка, изученных на сегодняшний день, особое внимание привлекают те, которые состоят из керамических материалов. Такие частицы очень прочные и подходят для применения в агрессивных химических средах или при повышенных температурах обработки и эксплуатации. Неорганические ядра, покрытые оболочками из диоксида кремния, являются одним из наиболее широко изученных типов частиц ядро-оболочка. Покрытия из диоксида кремния могут быть выращены на различных неорганических материалах, включая металлы, полупроводники и оксиды металлов. Как правило, инкапсуляция диоксидом кремния снижает исходную полидисперсность частиц и шероховатость поверхности. Кроме того, диоксид кремния оптически прозрачен и обладает хорошей механической, химической и термической стабильностью. Перспективным материалом для применения в качестве ядра, является диоксид циркония, так как керамика на основе ZrO_2 обладает высокими механическими свойствами, имеет низкую теплопроводность, а также химически инертна. При этом, диоксид циркония имеет высокий показатель преломления (> 2 в видимом и ближнем ИК-диапазоне) и хорошо подходит для различных оптических применений.

Непосредственное введение нанополнителей в эпоксидные составы является сложной задачей вследствие агрегации наночастиц в реакционной смеси для получения полимерной матрицы. Изначально для синтеза наночастиц «ядро-оболочка» использовали метод смены растворителя. Это сложный и многостадийный процесс, который включает в себя удаление органических растворителей и воды, а затем последующее совмещение полученных компонентов с эпоксидной составляющей. Нами был разработан метод *in situ* синтеза, исключающий использование воды и органических растворителей, в эпоксидной смоле как растворителе. Он заключается в ультразвуковом диспергировании цирконилгидроксида в

аминном отвердителе с последующим введением в композицию алкоксидов кремния или титана, а также эпоксидной смолы. Гидролитическая поликонденсация ТБТ и ТЭОС протекает за счет воды абсорбированной в аминном отвердителе. Аминогруппы отвердителя одновременно являются катализатором гидролиза и последующей поликонденсации ТЭОС и ТБТ. Формирование кремнеземных частиц контролировалось методом раман-спектроскопии.

Методами лазерной сканирующей конфокальной микроскопии (ЛСКМ), малоуглового рассеяния нейтронов, а также когерентной антистоксовской рамановской спектроскопии (КАРС) была изучена структура полученных композитов. Установлено что при ультразвуковой сегрегации цирконилгидроксида в композите сохраняются агрегаты размером до 3 мкм равномерно распределенные в полимерной матрице. Образование таких агрегатов подтверждено так же методом КАРС и раман-картирования. По данным малоуглового рассеяния нейтронов для систем с кремниевым нанопополнителем наблюдается формирование массового фрактала в отличие от систем с оксидтитановым наполнителем, где формируется поверхностный фрактал. Это дает основание считать, что при гидролитической поликонденсации ТЭОС в объеме полимерной матрицы образуются пространственно разветвленные структуры из кремнеземных частиц. При гидролитической поликонденсации ТБТ титаноксидная сетка формируется на поверхности цирконилгидроксида.

УДК 662:642

ВЛИЯНИЕ ГАММА-ОБЛУЧЕНИЯ НА НАЧАЛЬНУЮ СТАДИЮ ГИДРООЖИЖЕНИЯ БУРОГО УГЛЯ БЕРЕЗОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Осипов А.М., канд. хим. наук, доц., ***Гришук С.В.***

ГУ «Институт физико-органической химии и углехимии
им. Л.М. Литвиненко», г. Донецк, ДНР
sgrishchuk@yandex.ru

Введение. В химии ископаемых углей ионизирующее облучение различного вида и интенсивности используется как для исследования химического строения и свойств органической массы угля (ОМУ), так и для возможного повышения ее реакционной способности в различных процессах переработки углей. Для этих целей особенно полезно гамма-излучение (поток фотонов), т. к. оно имеет самую высокую проникающую способность.

В работе [1] при исследовании методом дериватографии влияния γ -радиации на термическое преобразование углей найдено, что воздейст-

вие облучения на бурый уголь проявляется в смещении температуры максимума разложения. При небольших дозах облучения (до 30 кГр) смещение происходит в область более низких температур – с 455 °С для исходного угля до 440 °С для облученного. При увеличении дозы от 50 до 240 кГр максимум возрастает от 450 до 460 °С. Сделано заключение, что при малых дозах облучения преобладают деструктивные процессы, а при более высоких – усиливается роль поликонденсационных. Методом дериватографии найдено также, что реакционная способность углей по отношению к кислороду воздуха достигает максимального значения при дозах 10 и 30 кГр. Предполагается, что это указывает на образование в углях дополнительных реакционноспособных групп под воздействием γ -облучения.

На примере коксового угля показано, что при увеличении дозы γ -облучения от минимальной (0,04 кГр) до максимальной (540 кГр) происходят два типа структурных преобразований. При малых дозах разрываются С-О- и С-С-связи с образованием алифатических и алициклических структур. При больших дозах идет процесс разрушения алифатических структур с образованием конденсированных соединений (ароматизация) [2].

Источники ионизирующих излучений использовались для предварительной обработки углей перед процессом гидроожижения. Так, в работе [3] изучили влияние ускоренного потока электронов на реакционную способность бурого угля. Наблюдалось увеличение образования малых молекул и выхода жидких продуктов. В процессе гидрогенизации длиннопламенного угля под невысоким давлением водорода (менее 4 МПа) при 400 °С установлено, что при повышении дозы облучения от 50 до 150 кГр выход жидких продуктов увеличился от 61,4 до 68,5 мас. % (для необлученного угля – 49,1 мас. %). Дальнейшее повышение дозы облучения до 500 кГр не оказывало существенного влияния на процесс ожижения угля [4].

Установлено, что процесс гидроожижения ископаемых углей состоит из нескольких этапов с различными скоростями конверсии ОМУ. Первый (начальный) этап наблюдается при температурах менее 400 °С, при этом степень превращения ОМУ составляет 25–50 мас. %. По-видимому, высокая скорость конверсии обусловлена участием веществ, образующих экстрагируемую (растворимую) «фазу» (в количестве не более 20 мас. % от всей ОМУ). На этом же этапе происходит термический гомолитический разрыв наиболее слабых химических связей (алкильных мостиков и эфирных группировок). Образовавшиеся свободные радикалы стабилизируются или автогенным переходом водорода, или атомами водорода от растворителя – донора водорода, или рекомбинируют в нерастворимые высокомолекулярные соединения. На начальном быстром этапе при разрыве наиболее слабых химических связей преобладает автостабилизация [5].

Экспериментальная часть. Исследовался бурый уголь Березовского месторождения Канско-Ачинского бассейна с характеристиками (мас. %):

A^c 4,4; C^r 70,0; H^r 5,0; N^r 0,3; S^r 0,4; O^r разн. 24,3. Катализатор – хлорид никеля в количестве 1 мас. % по металлу в расчете на ОМУ наносился методом пропитки из водного раствора. Предварительное γ -облучение угля (источник ⁶⁰Co) осуществлялось в инертной атмосфере при комнатной температуре.

Гидрирование образцов бурого угля проводилось во вращающемся лабораторном автоклаве объемом 0,6 л, обогреваемом электропечью. Продолжительность изотермической выдержки при 380 °С равнялась 1 ч во всех опытах. Время нагрева до заданной температуры – 100 минут. Начальное давление H₂ при комнатной температуре составляло 10 МПа, рабочее – 15–16 МПа. После окончания опыта газообразные продукты анализировались на хроматографе на двух колонках (силикагель и молекулярные сита). Содержимое автоклава вымывалось и экстрагировалось спирто-бензолом по Грэфу. В сухом остатке определялись зольность и масса непрореагировавшей ОМУ. По этим данным рассчитывалась степень конверсии ОМУ. Для предупреждения возможных реакций рекомбинации наиболее активных радикалов в некоторых опытах использовался гидрохинон в количестве 1 мас. % в расчете на ОМУ.

Результаты представлены в таблице. Полученные данные показывают, что предварительное γ -облучение бурого угля мало влияет на превращение ОМУ. Во всех опытах наблюдается увеличение конверсии, но оно находится в пределах 1,0–5,0 мас. % по сравнению с необлученным углем. Это, естественно, незначительный эффект. Какого-либо влияния гидрохинона не отмечено.

Таблица

Гидрогенизация бурого угля, обработанного γ -лучами

№ п/п	Объект	Доза, кГр	Степень конверсии ОМУ, %
1.	Исходный уголь	–	58,0
2.	Уголь + тетралин	5	63,0
3.	Уголь + тетралин	15	61,2
4.	Уголь + тетралин	45	62,6
5.	Уголь + тетралин + гидрохинон	5	63,0
6.	Уголь + тетралин + гидрохинон	15	60,0
7.	Уголь + тетралин + гидрохинон	45	59,0

Примечания: 1) весовое отношение уголь : тетралин = 1 : 3; 2) температура гидрогенизации – 380 °С; 3) все данные степени конверсии – средние значения из 2-х–3-х параллельных опытов

Выводы. Из краткого обзора литературных данных о воздействии гамма-радиации на образцы ископаемых углей следует, что при малых дозах облучения (до 150 кГр) в органической массе угля происходят деструктивные процессы. При более высоких дозах преобладают процессы поликонденсации (происходит сшивание различных соединений).

Проведено гидроожидение при 380 °С облученного гамма-радиацией бурого угля Березовского месторождения. На основании полученных результатов сделан вывод о слабом влиянии гамма-облучения на степень конверсии органического вещества угля в жидкие, растворимые и газообразные продукты.

Список литературы

1. Влияние γ -радиации на термическое преобразование углей / З.С. Смуткина, В.И. Секриеру, И.Б. Кричко, Г.Б. Скрипченко // Химия тверд. топлива. – 1983. – № 1. – С. 37–41.
2. Кричко И.Б. Изменение структурных параметров коксового угля под воздействием γ -излучения / И.Б. Кричко, Т.М. Хренкова, В.С. Кирда // Химия тверд. топлива. – 1984. – № 1. – С. 18–22.
3. Studies on the effect of irradiation by accelerated electrons on the hydrogenation reactivity of brown coal / P.N. Kuznetsov, L.I. Kuznetsova, Ya.V. Obukhov, N.K. Kuksanov // Fuel. – 2001. – Vol. 80, Is. 15. – P. 2203–2206.
4. Применение механохимической активации и гамма-радиации для повышения реакционной способности угля месторождения Шубарколь при гидрогенизации / Ж.К. Каирбеков, А.С. Малолетнев, И.М. Джелдыбаева, А.Н. Сабитова, Э.Т. Ермолдина // Химия тверд. топлива. – 2018. – № 1. – С. 22–26.
5. Глубокая переработка бурых углей с получением жидких топлив и углеродных материалов / Б.Н. Кузнецов, Т.Г. Шендрик, М.Л. Щипко, Н.В. Чесноков, В.И. Шарыпов, А.М. Осипов / отв. ред. Г.И. Грицко. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. – 212 с.

УДК 532.782

ЗАКОНОМЕРНОСТИ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ПЕРЕОХЛАЖДЕННОГО РАСПЛАВА П-ТЕРФЕНИЛА

Покинтелица Е.А., канд. техн. наук, *Гуров А.Г.*
ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства
и архитектуры», г. Макеевка, ДНР
lnk013@gmail.com

Введение. Учитывая, что величина переохлаждения – основа для теоретических расчётов различных кинетических и термодинамических параметров кристаллизации, а от того или иного типа кристаллизации зависит структура и свойства твердой фазы, в работе методами циклического термического анализа (ЦТА) установлены и проанализированы закономерности кристаллизации п-терфенила.

Основная часть. Объектом исследования являлся п-терфенил марки ЧДА. Были изучены параметры кристаллизации п-терфенила массами по

0.01, 0.15 и 1.50 г в условиях, при которых имели место устойчивые физические переохлаждения ΔT_{ϕ}^{-} относительно температуры плавления T_L , а кристаллизация носила неравновесно-взрывной характер.

На рисунке показаны термограммы нагревания и охлаждения п-терфенила, записанные в одинаковых условиях эксперимента. Все образцы термографировали со средними скоростями нагревания и охлаждения 0.03–0.08 К/с. Запись температуры вели в пределах от 449 до 495 К с сохранением указанных границ. При нагревании образцов регистрировали плато плавления в интервале от 485.5 до 486.5 К, что в среднем (486 К) с учетом погрешности совпадает со справочным значением температуры плавления (485.7 К) данного вещества [1]. При анализе термограмм было установлено, что для малой массы (0.01 г) п-терфенила (термограмма I на рисунке), регистрируются как бы два переохлаждения: физическое ΔT_{ϕ}^{-} (от T_{min} до T_L) и «видимое» $\Delta T_{в}^{-}$ (по подъему температуры от T_{min} до T_{x_1}). Термограммы I-II на рисунке свидетельствуют о том, что процесс затвердевания п-терфенила массой 0.01 г начинается при T_{min} и заканчивается при температуре T_{x_1} , не достигающей температуры плавления T_L , а для образца массой 0.15 г – при температуре T_{x_2} , достигающей температуры плавления T_L .

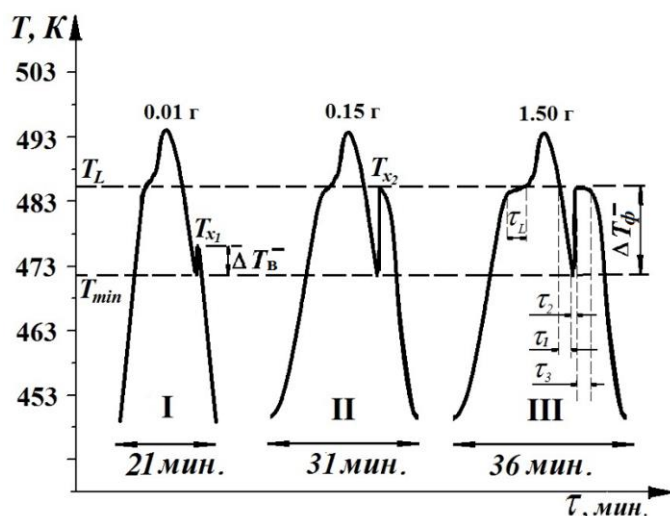


Рисунок. Термограммы нагревания и охлаждения образцов п-терфенила массами 0.01 (I); 0.15 (II) и 1.50 (III) г

Массивный образец (1.5 г) затвердевает в три стадии за общее время τ_s (термограмма III, рисунок).

Заключение. Результаты работы трактуются с точки зрения кластерно-коагуляционной модели кристаллизации [2], учитывающей анизотропию связей в кристаллах, строение молекул и структурных перестроек молекул в жидком состоянии.

Список литературы

1. Канаев А.А. Неводяные пары в энергомашиностроении / А.А. Канаев, И.З. Копп. – Л.: Машиностроение, 1973. – 216 с.
2. Александров В.Д. Кинетика зародышеобразования и массовой кристаллизации переохлажденных жидкостей и аморфных сред (Сборник избранных трудов) / В.Д. Александров. – Донецк: Донбасс, – 2011. – 590 с.

УДК 544.726

УСТАНОВЛЕНИЕ ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЕ КАТИОНОВ ЖЕЛЕЗА (III), МЕДИ (II) И КАЛЬЦИЯ ПРИ ИОНООБМЕННОЙ ДЕМИНЕРАЛИЗАЦИИ ВОДЫ СМЕШАНЫМ ИОНООБМЕННИКОМ

Потапова Т.Ю., Бондарева Л.П., канд. хим. наук, доц.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»,
г. Воронеж, РФ
tatyana.potapova.2000@mail.ru

В настоящее время от качества питьевой воды без преувеличения зависит качество нашей жизни. В воде присутствуют растворенные минеральные компоненты. Наиболее распространенным компонентом является катион кальция, который попадает в воду через водяные скважины. В малых количествах в воде содержатся ионы железа (III), которые поступают через металлические трубы подачи воды. Кроме того, питьевая вода может содержать катионы токсичных металлов, например такие, как катионы меди (II). Данный токсичный ион может поступать через трубки-распылители, которые зачастую сделаны из меди. Кроме того, медь поступает в воду из почв, которую обрабатывают серноокислой медью. В настоящее время в электронике, фармацевтике и других областях используется ионообменная смола Purolite, обладающая повышенными динамическими характеристиками. Целью работы стало установление взаимного влияния трехзарядных и двухзарядных катионов и анионов на ионообменную емкость и коэффициенты равновесия специальной смолы для определения качества деминерализации при различном ионном составе воды.

Сорбцию ионов металлов проводили на ионообменной смоле Purolite NWR 37. Данные ионообменные смолы Purolite ядерного класса предназначены для использования в ядерной энергетике и поддерживаются командой технической поддержки с полным спектром услуг. Для проведения исследования данной ионообменной смолы Purolite использовалась методика проведения сорбции в статических условиях. Для определения концентрации катионов металлов до и после сорбции применяли потенциометрический метод с использованием ионоселективных электродов.

Изучен ионный обмен из однокомпонентных водных растворов солей сульфата железа, нитрата меди и хлорида кальция. Определены концентрации каждого иона в исходном и равновесном растворах, что позволило рассчитать сорбцию ионов и построить изотермы ионного обмена. Полученные изотермы характеризуют сорбцию на активных центрах, поэтому для расчета равновесных характеристик ионного обмена может быть применена модель Ленгмюра, по которой в однокомпонентной системе вначале величина сорбция растет пропорционально концентрации раствора, затем, по мере заполнения функциональных групп ионообменника, этот рост замедляется и, наконец, при достаточно высоких концентрациях рост сорбции практически прекращается, так как покрытие поверхности становится весьма близким к монослойному. Сделано предположение о том, что присутствие различных катионов и анионов в водном растворе будет оказывать взаимовлияние на ионообменное удаление минеральных примесей из сложных растворов.

Для установления взаимного влияния изучен ионный обмен из двухкомпонентных растворов, содержащих попарно изученные катионы и анионы. Определены концентрации каждого иона в исходном и равновесном растворе. После проведения сорбции из бинарных растворов установлено, что лучше сорбируются ионы железа (III). Также железо мешает сорбции ионов меди и кальция из растворов, так как занимает практически все функциональные группы ионообменника. В таблицах 1–3 приведены рассчитанные физические величины для разных систем.

Таблица 1

Рассчитанные физические величины ионного обмена
для индивидуальных растворов солей

	Fe ³⁺	Ca ²⁺	Cu ²⁺
СОЕ, моль/г	2,729*10 ⁻²	6,302*10 ⁻³	4,25*10 ⁻⁴
К	269	223	219

Таблица 2

Рассчитанные физические величины ионного обмена
из раствора хлорида кальция и нитрата железа

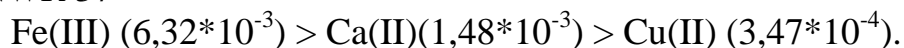
	Fe ³⁺	Ca ²⁺
СОЕ, моль/г	2,497 *10 ⁻²	9,961*10 ⁻³
К	46,82	281,92

Таблица 3

Рассчитанные физические величины ионного обмена
из трехкомпонентного раствора

	Fe ³⁺	Ca ²⁺	Cu ²⁺
СОЕ, моль/г	2,483 *10 ⁻²	4,466 *10 ⁻³	2,095 *10 ⁻³
К	165,74	179,0	70,38

Для того чтобы убедиться, что ионы железа преимущественно заполняют емкость ионообменной смолы NWR 37 изучен ионный обмен из трехкомпонентного раствора. По уравнению Ленгмюра рассчитаны сорбционные обменные емкости и константы сорбционного равновесия для каждого иона. Установлено, что при ионном обмене из трехкомпонентного раствора порядок изменения сорбционных обменных емкостей соответствует их изменению из однокомпонентного раствора на Purolite NWR 37



В скобках приведены значения обменной емкости сорбентов (моль/г), то есть наилучшим образом ионообменная смола сорбирует ионы железа (III).

Таким образом, данную амфотерную ионообменную смолу ядерного назначения Purolite NWR 37 можно использовать для очистки вод от минеральных примесей, таких как: ионы кальция, меди (II) и железа (III). Данный вид смолы удобен тем, что её не нужно подготавливать к работе, так как содержащаяся смесь смол (сильнокислотного катионита NRW 100 и сильноосновного анионита типа I Purolite NRW 400) уже находится в регенерированной форме.

УДК 544.7, 544.723.

ПРИМЕНЕНИЕ СОРБЕНТА НА ОСНОВЕ РИСОВОЙ ШЕЛУХИ ДЛЯ СОРБЦИИ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ

Сизо К.О., Суханов П.Т., д-р хим. наук, проф.,

Кушнир А.А., канд. хим. наук, доц.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»,
г. Воронеж, РФ
ksenia5551406@mail.ru

На протяжении многих лет грунтовые и поверхностные воды, загрязненные органическими и неорганическими загрязнителями, представляют опасность для здоровья человека и других биологических существ [1]. Основными неорганическими загрязнителями помимо тяжелых металлов, – являются синтетические красители [2], а также фенольные и полициклические углеводороды, пестициды и гербициды и т.д.

Они оказывают токсическое воздействие на человека, животных и растений, придают неприятный вкус и запах питьевой воде даже при очень низких концентрациях, включены в природоохранное законодательство многих стран и занесены в перечень Агентства по охране окружающей среды (США) и перечень А1 Европейского союза.

Поэтому, непосредственное определение малых и следовых концентраций токсикантов на уровне мкг/л, практически невозможно без предварительного сорбционного концентрирования.

В последние годы для этой цели применяют недорогие адсорбенты, в том числе полученные из натуральных материалов, – сельскохозяйственных отходов растений и продуктов, таких как кукуруза (кукурузный) початок, кожура цитрусовых, рисовая шелуха (или шелуха), рисовые отруби, опилки, пшеница отруби, пшеничная скорлупа, багасса, скорлупа кокосовых орехов, стебель банана, шелуха ячменя, скорлупа фундука, скорлупа грецкого ореха, скорлупа хлопковых семян, шелуха сои, подсолнечник [3, 4].

Использование таких отходов, как например, рисовой шелухи, может быть более эффективным и экономичным методом для сорбции многих загрязнителей, так как она является побочным продуктом помола риса (примерно 23 % от массы риса), выращиваемого более чем в 75 странах. Около 80 миллионов тонн рисовой шелухи образуется в мире ежегодно [5].

Цель работы – изучить возможность применения природных материалов на основе рисовой шелухи для концентрирования органических веществ, в том числе с помощью международных баз данных провести литературный обзор по применению сорбентов на основе рисовой шелухи для сорбции неорганических и органических веществ с глубиной поиска 5 лет (2015–2019 г.).

В работе применяли в качестве сорбента органо-минеральный сорбент марки ТШР (представляет собой полидисперсный порошок черного или темно-серого цвета, состоящий из фрагментов чешуек размером 0,2-5,0 мм с преобладанием фракции 2,0–3,0 мм, диоксид кремния в материале находится в аморфном состоянии, образуя пространственный сотовый каркас с размером ячейки 40–50 мкм, при этом диоксид кремния капсулирован углеродом), который предварительно промывали раствором 1М соляной кислоты (для удаления примесей). После промывки сорбент сушили на воздухе и измельчали. Свойства сорбента согласно данным производителя (ООО «Эко плюс», г. Москва):

Массовое содержание основных компонентов в пересчете на 1 г ТШР - SiO₂ – 47-54 %, С – 52-45 %, насыпная плотность – 0,14 кг/л, суммарный объем пор, см³/г – 0,1.

Для приготовления раствора адсорбтива применялась гамма-аминомасляная (ГАК) кислота в растворе для инъекций производства ОАО Фармстандарт (г. Уфа)

Для изучения кинетики сорбции аналитов навеску сорбента помещали в термостатируемые сосуды с пришлифованными пробками, добавляли 10 см³ раствора исследуемого вещества с различной концентрацией и перемешивали. Через определённый промежуток времени (от 1 мин до 4 ч) сорбент отделяли от раствора фильтрованием. В

равновесном водном растворе спектрофотометрически определяли ($\lambda = 220$ нм) концентрацию анализируемого вещества.

По результатам анализа международных баз данных с глубиной поиска 5 лет (с 2015 по 2019 год) установлено, что рисовая шелуха в качестве адсорбента на биологической основе применяется для удаления загрязняющих веществ различных классов (металлов – Pb, Cd, Zn, Ni, As (V) и др) и органических веществ – красители, фенолы и др.) и является одним из многообещающих «зеленых», недорогих и возобновляемых сорбентов.

Рисовая шелуха показала превосходную эффективность после предварительной обработки по сравнению с необработанной формой и химической обработкой. Тем не менее, требуется больше исследований направленных на оптимизацию процессов синтеза и сорбции (применение математического моделирования), а также разработка композиционных материалов с полимерной основой.

По результатам эксперимента – изучено влияние времени контакта фаз на степень извлечения ГАК: время достижения сорбционного равновесия составляет 4 часа, а кинетика сорбции описана моделью псевдо-порядков.

Список литературы

1. Ali I. Low cost adsorbents for the removal of organic pollutants from wastewater / I. Ali, Asim, T.A. Khan // *J. Environ. Manag.* – 2012. – Res 26. – P. 170-183.
2. Chuah T.G. Rice husk as a potentially low-cost biosorbent for heavy metal and dye removal: an overview / T.G. Chuah, A. Jumariah, I. Azni, S. Katayon, S.Y.T. Choong // *Desalination.* – 2005. – V. 175. – P. 305-316.
3. Ngah W.S. Removal of heavy metal ions from wastewater by chemically modified plant wastes as adsorbents: a review / W.S. Ngah, M. Hanifah // *Bioresour. Technol.* – 2008. – V. 99. – P. 3935-3948.
4. Sud D. Agricultural waste material as potential adsorbent for sequestering heavy metal ions from aqueous solutions – a review / D. Sud, G. Mahajan, M.P. Kaur // *Bioresour. Technol.* – 2008. – V. 99. – P. 6017-6027.
5. Srivastava V.C. Characterization of mesoporous rice husk ash (RHA) and adsorption kinetics of metal ions from aqueous solution onto RHA / V.C. Srivastava, I.D. Mall, I.M. Mishra // *J.Hazard Mater.* – 2016. – V. 134. – P. 257-267.

К ВОПРОСУ СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАТРИЯ ЦЕФОТАКСИМА

Тюрина Т.Г.¹, д-р хим. наук, проф.; **Крюк Т.В.**¹, канд. хим. наук,
Кудрявцева Т.А.¹, **Лаврова А.И.**²

¹ГУ «Институт физико-органической химии и углехимии
им. Л. М. Литвиненко», г. Донецк, ДНР
t_tiurina@mail.ru

²ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет
имени М. Горького», г. Донецк, ДНР

β -Лактамные антибиотики цефалоспориновой группы характеризуются высокой клинической эффективностью и низкой токсичностью, что позволяет современной фармации использовать их в качестве антимикробной основы при лечении большинства инфекций [1].

Для контроля качества и проведения исследований фармакокинетики, биодоступности, биоэквивалентности, а также для терапевтического мониторинга данной группы лекарственных веществ (ЛВ) используют различные физико-химические методы анализа [2], за последние 10–20 лет отмечается значительный рост публикаций, посвященных разработке методик, основанных на спектрофотометрии в видимой области оптического диапазона. Такие методы, как правило, не требуют сложного оборудования и интенсивной пробоподготовки, однако многие из них, на наш взгляд, имеют ряд недостатков, например, длительность цветной реакции (30 мин и более), необходимость нагревания при температуре выше 100 °С, применение токсичных растворителей или концентрированных кислот и др.

Наиболее простая, по нашему мнению, методика количественного определения отдельных β -лактамов антибиотиков (а именно: ампициллина, амоксициллина, цефалексина и цефрадина), в основе которой лежит их реакция с ацетатом Cu (II), предложена автором [3].

Целью представленной работы являлось изучение возможности количественного определения антибиотика цефалоспориновой группы III поколения натрия цефотаксима (NaCFT), в основе которого лежит способность β -лактамида образовывать окрашенные комплексы с переходными металлами [4].

В качестве объекта исследования были выбраны натрия цефотаксим производства ЗАО «ЛЕККО» (РФ) и РУП «Белмедпрепараты» (Республика Беларусь). Данные препараты представляют собой порошки для приготовления инъекционных растворов белого цвета; структурная формула ЛВ представлена на рис. 1.

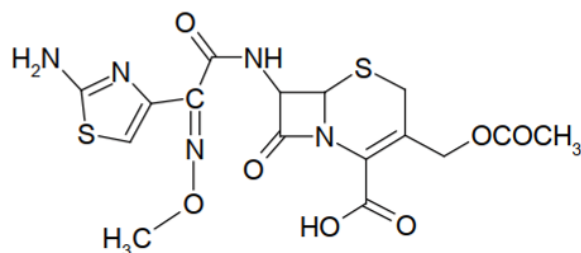


Рис. 1. Структурная формула цефотаксима

Для приготовления растворов использовали свежекипяченную бидистиллированную воду. Для анализа использовали только свежеприготовленные растворы ЛВ. Спектры поглощения растворов регистрировали при комнатной температуре на спектрофотометре «Helios Gamma» в области 500–700 нм относительно контрольного раствора (0,2 М ацетата натрия) в кварцевых кюветах с толщиной слоя 10 мм.

Предварительно воспроизвели методику [3] для лекарственного препарата «Амоксилав» (в виде порошка для приготовления инфузий), который состоит из натриевой соли амоксициллина и калиевой соли клавулановой кислоты, соотношение компонентов 5 : 1 по массе.

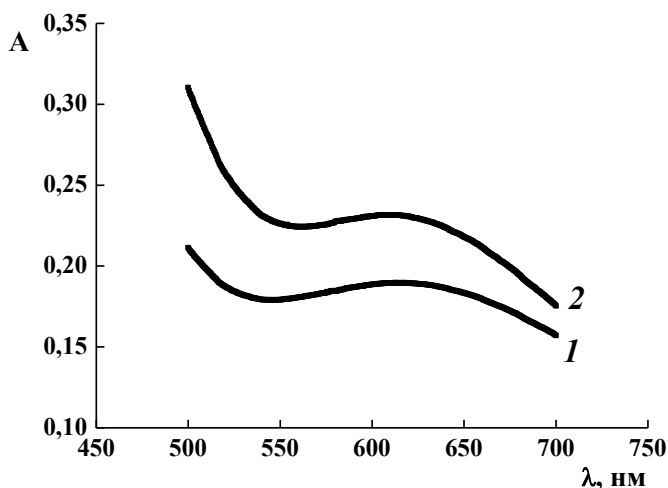


Рис. 2. Спектры поглощения продукта реакции амоксициллина с Cu (II). Концентрация ЛВ $1,24 \cdot 10^{-3}$ моль/л. Поглощение измеряли через 10 мин (1), 20 мин (2) после смешения исходных растворов

В нашем эксперименте максимум на спектрах поглощения окрашенного в сине-зеленый цвет раствора, содержащего продукт реакции амоксициллина с Cu (II), был выражен не четко, а находился в диапазоне длин волн от 606 до 619 нм (согласно [3] – при 650 нм). Наиболее сильно этот максимум проявляется через 20 мин после начала реакции (рис. 2), этот промежуток времени обозначен в [3] как «максимальное время стабильности цвета».

Полученные результаты подтверждают, что данная методика может быть использована для анализа других β-лактамовых антибиотиков. Использование данного метода для анализа натрия цефотаксима показало, что его применимость в этом случае ограничена концентрацией ЛВ. При содержании в растворе более 1 мг/мл антибиотика реакция протекает очень быстро: уже в процессе добавления комплексообразователя растворы приобретают светло-зеленый цвет, далее в течении 5–20 мин происходит монотонное усиление окраски во времени, сопровождающееся помутнением и выпадением осадка. Поэтому мы измеряли

светопоглощение растворов, содержащих от 0,04 до 1,2 мг NaCFT в 1 мл раствора.

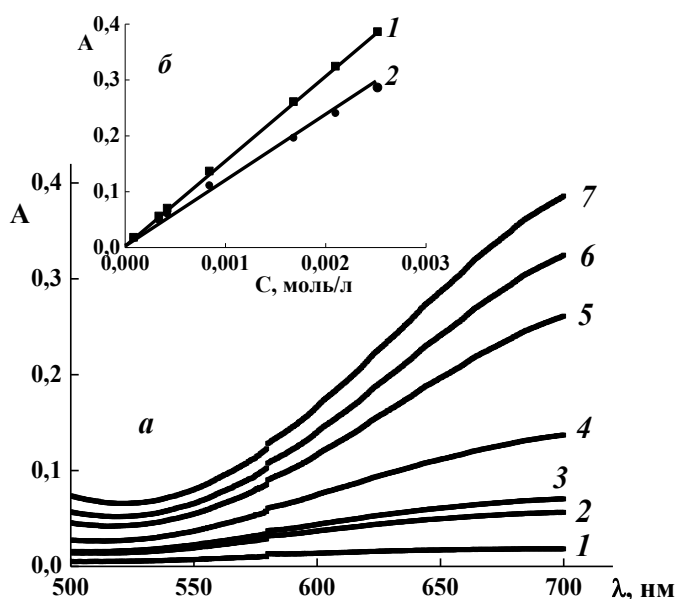


Рис. 3.

a – Спектры поглощения продукта реакции натрия цефотаксима с Cu (II). Концентрация ЛВ: 1 – $8 \cdot 10^{-5}$, 2 – $3,4 \cdot 10^{-4}$, 3 – $4,2 \cdot 10^{-4}$, 4 – $8,4 \cdot 10^{-4}$, 5 – $1,7 \cdot 10^{-3}$, 6 – $2,1 \cdot 10^{-3}$, 7 – $2,5 \cdot 10^{-3}$ моль/л.

б – Зависимость величины светопоглощения от концентрации NaCFT. λ, нм: 1 – 700, 2 – 650.

Как видно из рис. 3(*a*), максимальное поглощение наблюдается при длине волны 700 нм; при этом зависимость оптической плотности от концентрации NaCFT (рис. 3(*б*), кривая 1) имеет линейный характер ($r^2 = 0,9989$), коэффициент экстинкции (ϵ) составляет $155,1 \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$. Поскольку $\lambda = 700 \text{ нм}$ является границей видимой области спектра, целесообразно проводить измерения при меньшей длине волны, например, 650 нм. В данном случае ϵ несколько ниже ($116,4 \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$), однако зависимость «A – λ» (рис. 3(*б*), кривая 2) также хорошо подчиняется закону Бугера–Ламберта–Бера ($r^2 = 0,9915$).

Таким образом, показана возможность использования методики, основанной на взаимодействии антибиотика с Cu (II) ацетатом для количественного определения содержания натрия цефотаксима в лекарственных препаратах.

Список литературы

1. Mehta, D. Cephalosporins: A Review on Imperative Class of Antibiotics / D. Mehta, A. K. Sharma // Mol. Pharm. – 2016. – No. 1. – P. 1–6.
2. Trindade M. T. A Critical Review of Analytical Methods for Determination of Ceftriaxone Sodium / M. T. Trindade, H. R. N. Salgado // Crit. Rev. Anal. Chem. – 2018. – Vol. 48, No 2. – P. 95-101.
3. Issopoulos P. B. Analytical investigations of β -lactam antibiotics in pharmaceutical preparations II. Spectrophotometric determination of cephalixin, cephradine, ampicillin and amoxicillin using copper (II) acetate as a complexing agent / P. B. Issopoulos // J. Pharm. Biomed. Anal. – 1988. – Vol. 6, No 6. – P. 321–327.
4. Page M. I. The mechanisms of reactions of β -lactams / The Chemistry of β -Lactams / Ed. M. I. Page. – Luxembourg : Springer–Science, 1992. – Ch. 4. – P. 129–147.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО НОСА НА ПЬЕЗОВЕСАХ ДЛЯ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ БУТАНОЛА-1 В ГЕКСАНОВОМ ЭКСТРАКТЕ

Харланова А.Г., Кучменко Т.А., д-р хим. наук, проф.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»,
г. Воронеж, РФ

kharlanova.arina@yandex.ru

Вода – самый важный компонент окружающей среды. Её загрязнение является серьёзной экологической проблемой, волнующей специалистов с каждым годом всё больше из-за её обострения. Особенно уязвима большая вода – мировых океанов, морей пресноводных водоемов и рек.

В экологическом мониторинге над состоянием реальных объектов находят применение мультисенсорные газоанализаторы «электронный нос». Оценка загрязнённости вод летучими веществами антропогенного происхождения с применением устройства ограничена значительной чувствительностью матрицы сенсоров к парам воды и малыми концентрациями контролируемых соединений. К группе физико-химических методов водоподготовки, позволяющих управлять составом пробы, относится экстракция.

Инструментальные методы анализа предъявляют специфические требования к растворителям, используемым при выделении, концентрировании и определении извлекаемых веществ. В связи с этим весьма актуальным являются исследования совместимости экстракционных систем с выбранным инструментальным методом анализа экстракта.

Цель работы: изучение взаимодействий в системе экстрагент-экстрагируемое вещество на примере системы гексан-бутанол-1 с применением в качестве детектирующего устройства электронного носа на пьезосенсорах «МАГ-8».

Для детектирования органических соединений в экстракте устройством электронный нос был сформирован массив сенсоров, отличающихся друг от друга различной природой сорбентов. Предварительно изучены кинетика испарения выбранных растворителей (гексан, хлороформ, ацетон) и их влияние на сигналы сенсоров детектирующего устройства. При выборе оптимального экстрагента учитывали, что он должен иметь большую летучесть, по сравнению с определяемыми малолетучими веществами, но при этом эффективно их концентрировать из воды. Этим условиям отвечает гексан.

Чтобы отделить аналитические сигналы экстрагента и извлекаемого соединения необходимо решить задачу оптимизации времени и кратности

измерения паров экстракта. Изучено, что одноатомный спирт в гексановом экстракте электронным носом можно фиксировать по остаточному количеству в смеси только при высокой его концентрации в ней ($32,4 \text{ мг/см}^3$). Установленный предел обнаружения не имеет практического значения при анализе реальных объектов, так как значительно превышает ПДК для водоемов и питьевой воды.

На графике зависимости сигнала детектирующего устройства от концентрации бутанола-1 в двухкомпонентной смеси наблюдается отклонение от линейности кривой, обусловленное возникающим между неполярной молекулой гексана и неполярным фрагментом спирта взаимодействием.

Явления отклонения систем от аддитивности весьма распространены. Такое поведение растворов обнаруживается при построении диаграмм состав-свойство (рис. 1).

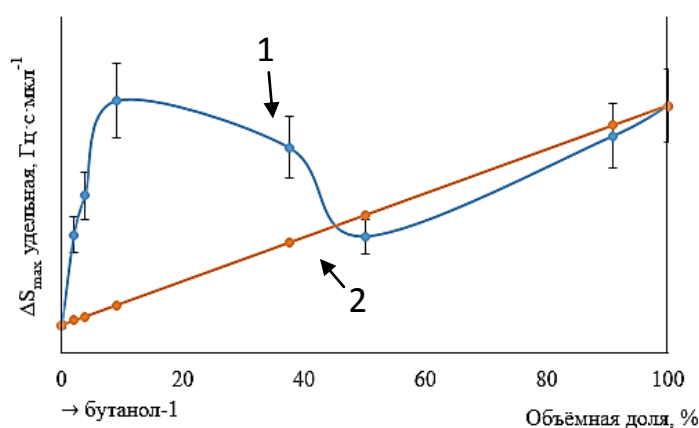


Рис. 1. Диаграмма состав-свойство смеси гексан-бутанол-1, 380 с.

На диаграмме кривая 1 отражает экспериментальные значения результатов измерения с обозначенными границами варьирования величины в каждой точке, кривая 2 – линию аддитивности. Максимум на кривой 1 смещён в сторону с меньшим содержанием в смеси бутанола-1. Это положительный эффект для детектирования его в экстракте при малом его содержании в воде.

Поскольку изучено изменение свойств и состава смеси во времени, наглядным является построение модели поведения в трёхмерной системе координат (рис. 2).

Из 3-D модели видно, что гексан улетает из экстракта фиксированного объема за 980 с. После этого времени для двухкомпонентной системы происходит уменьшение сигналов сенсоров, так как газовую фазу теперь насыщают только пары бутанола-1.

Возникающий при совместном присутствии в смеси двух компонентов эффект количественно оценивается как отношение экспериментально полученного сигнала к аддитивному.

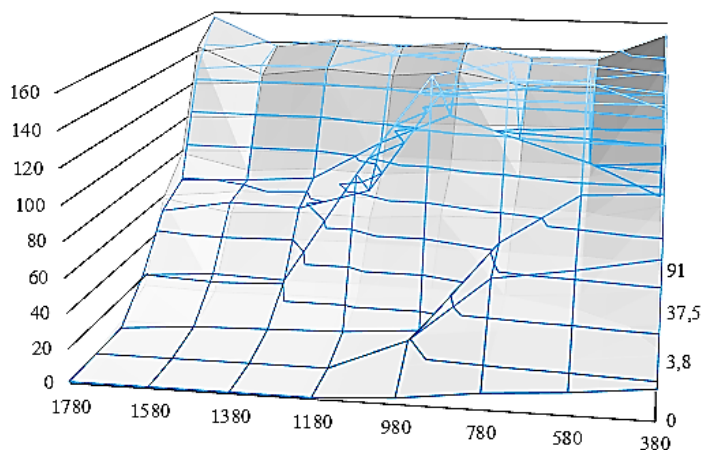


Рис. 2. Трёхмерная модель поведения смеси гексан-бутанол-1 во времени.

Полученная величина имеет большие значения в области с малым содержанием в смеси одноатомного спирта. Из расчётных данных установлено, что максимальный эффект характерен для объёмной доли бутанола 9,1%. Это определяет возможность его детектирования электронным носом не по остаточному количеству в экстракте, а по синергетическому эффекту при первых измерениях. Такой подход позволяет сократить токсическое воздействие компонентов смеси на человека и окружающую среду, поскольку уменьшается время контакта с атмосферой; и приводит к снижению предела обнаружения бутанола-1 в гексановом экстракте.

По результатам квантово-химических расчётов установлено различие между относительными интенсивностями линий спектра бутанола-1 и бутанола-1, сольватированного молекулой гептана (табл. 1), что подтверждает межмолекулярное взаимодействие между компонентами, которое и может приводить к положительному отклонению от идеального поведения смеси.

Таблица 1

Сравнение относительной интенсивности валентных колебаний С-Н связей индивидуальной молекулы бутанола-1 и системы с растворителем, от.ед.

Бутанол-1	Гептан - Бутанол-1
59,3920	68,3631
45,5189	50,6452
32,5240	39,0128
24,1619	31,8995
54,1042	61,2095
8,2348	8,8810
42,5361	55,7362
62,8209	73,6919
41,7367	48,9727

Однако на данном этапе нельзя сказать о виде взаимодействия без специальных исследований.

Из водного раствора с содержанием бутанола-1 провели экстракцию аналита гексаном. Согласно исследованию на модельных растворах, при детектировании аналита в концентрате, в области малых концентраций при первых измерениях должно наблюдаться положительное отклонение от идеального поведения системы – синергетический эффект. На практике синергизм проявляется в том, что отклик детектирующего устройства на первых минутах измерения над экстрактом завышен, по сравнению с холостой пробой.

Апробация методики на модельном водном растворе показала возможность применения метода пьезокварцевого микровзвешивания для фиксирования содержания бутанола-1 в пробе по возникающему синергетическому эффекту в области малых концентраций.

УДК 544.7

ПРИМЕНЕНИЕ СОРБЕНТОВ ПРИРОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ДЛЯ СОРБЦИИ НЕСТЕРОИДНЫХ ПРОТИВОВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ ИЗ ВОДНЫХ СРЕД

Шеремет Е.О., Суханов П.Т., д-р хим. наук, проф.,

Кушнир А.А., канд. хим. наук, доц.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»,
г. Воронеж, РФ

e.scheremet@yandex.ru

Фармацевтическая продукция и средства личной гигиены – обширная группа химических веществ, включающая в себя антибиотики, стероиды, противовоспалительные лекарства, седативные средства, противоэпилептические препараты, обезболивающие, гипотензивные лекарства, препараты для похудения и другие. Наличие перечисленных веществ и их метаболитов в грунтовых и поверхностных водах, в последнее время, стали актуальной проблемой из-за угрозы, которую они представляют для здоровья человека и окружающей среды. Большинство из них поступают в окружающую среду вследствие неправильной или неполной обработки сточных вод на очистных сооружениях.

Неконтролируемый выброс таких веществ в окружающую среду, даже при следовых концентрациях (нг/дм^3 – г/дм^3), способствует накоплению некоторых из них в водных компартментах, что потенциально может оказывать вредное воздействие как на водные экосистемы, так и здоровье человека [1]. Таким образом, установление наличия следовых

количеств нестероидных противовоспалительных препаратов (НПВС) веществ на уровне микроконцентраций, возможно только с применением предварительного концентрирования и чувствительных методов анализа.

Для концентрирования НПВС из водных сред широкое применение нашли органо-неорганические полимерные композиционные материалы на основе природных глин (бентонит, монтмориллонит, вермикулиты) [2], коммерческие гранулированные активные угли, биоугли [3], полимерные сорбенты природного и синтетического происхождения [4].

Цель работы – изучить возможность применения природных материалов для концентрирования нестероидных противовоспалительных препаратов.

В качестве сорбента применяли алюмосиликатные керамические микросферы (ценосферы) с размером частиц 0,1–0,3 мм, производства холдинга GRANISTONE (Россия, г. Нижний Новгород).

Сорбцию изучали на примере диклофенака (ДК), выделенного из таблетированных форм лекарственного средства (ООО «Хемофарм», Россия). Для изучения сорбции навески сорбента помещали в сосуды, добавляли раствор исследуемого вещества ДК с известной начальной концентрацией и перемешивали до установления сорбционного равновесия при $(22 \pm 1)^\circ\text{C}$. Концентрацию ДК в равновесной водной фазе устанавливали спектрофотометрически (276 нм).

Исследовали влияние рН раствора в интервале 1–7. Сорбция ДК остаётся практически постоянной при рН 1-2 и затем резко, начиная с рН 3, снижается. При рН 1-2 в водном растворе молекула ДК преимущественно находится в молекулярной форме и благодаря гидрофильному характеру поверхности ценосферы она может служить местом закрепления молекул сорбата по аналогии с сорбцией красителей в работе. В дальнейшем при уменьшении рН количество ионной формы возрастает и при рН 6-7 ДК практически не извлекается.

Массы адсорбента варьировали от 10 до 100 мг, при концентрации ДК 160 мг/л и $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$. Отмечено, что сорбированное количество ДК, увеличивается с увеличением массы сорбента. Установлена, что оптимальная масса сорбента составляет 60 мг.

При выбранных значениях рН (рН = 2) и времени контакта фаз (24 ч) получены изотермы сорбции. В соответствии с коэффициентами аппроксимации для описания сорбции применялась (выбрана) модель Ленгмюра.

Таким образом выбраны оптимальные условиям сорбции ДК алюмосиликатными керамическими микросферами (рН = 2, масса сорбента – 60 мг, объем исследуемого раствора – 10 мл). Величина предельной сорбции изученным сорбентом выше, чем, например, углем Hudrodalco 3000 и составляет 56.6 мг/г.

Список литературы

1. Wang J. Removal of pharmaceuticals and personal care products (PPCPs) from wastewater / J. Wang // J. Environ. Manage. – 2016. – V.182. – P. 620-640.
2. Bai X. Algae-mediated removal of selected pharmaceutical and personal care products (PPCPs) from Lake Mead water / X. Bai, K. Acharya // Sci. Total Environ. – 2017. – V. 581-582. – P. 734-740.
3. Márta Z. Simultaneous determination of ten nonsteroidal anti-inflammatory drugs from drinking water, surface water and wastewater using micro UHPLC-MS/MS with on-line SPE system / Z. Márta // Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis. – 2018. – V.160. – P. 99-108.
4. Nikolaou A. Occurrence patterns of pharmaceuticals in water and wastewater environments / A. Nikolaou, S. Meric, D. Fatta // Anal Bioanal Chem. – 2007. – V. 387, N 4. – P.1225-1223.

УДК 532.782

ПЛАВЛЕНИЕ И КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ ИЗОМЕРОВ ДИГИДРОКСИБЕНЗОЛОВ - ПИРОКАТЕХИНА, РЕЗОРЦИНА И ГИДРОХИНОНА

Щебетовская Н.В., канд. хим. наук,

Муконина Е.А., Моисейчик О.С.

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства
и архитектуры», г. Макеевка, ДНР

nvs_phyz@mail.ru

Введение. В работе представлены результаты сравнительного анализа процессов кристаллизации пирокатехина $1,2-C_6H_6O_2$, резорцина $1,3-C_6H_6O_2$ и гидрохинона $1,4-C_6H_6O_2$, влияния термической предыстории расплавов этих веществ на характер кристаллизации и на степени переохлаждения ΔT^- .

Основная часть. Основным является то, что в зависимости от величины перегрева жидкой фазы ΔT^+ относительно температуры плавления T_L соответствующего дигидроксibenзола после определенного критического значения ΔT_k^+ резко меняется характер последующей кристаллизации от квазиравновесной (КРК) до неравновесной (НРВК). Если свести в одном рисунке графики зависимости ΔT^- от ΔT^+ для этих веществ, изученных в одних и тех же условиях (масса образцов 0.45 г, скорости охлаждения 0.08–0.10 K/c и др.), то можно видеть существенную разницу между средними переохлаждениями $\langle \Delta T^- \rangle$ (рис. 1).

Из данного рисунка видно, что средние предкристаллизационные переохлаждения составляют: у гидрохинона $\sim 9^\circ$, пирокатехина 30° и резорцина 60° .

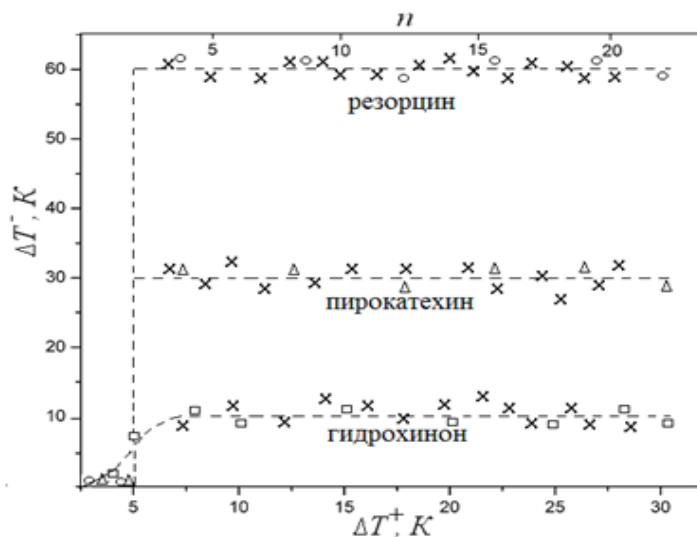


Рис. 1. Графики зависимости ΔT^- от ΔT^+ при кристаллизации резорцина, пирокатехина и гидрохинона. Пунктиром отмечены средние значения $\langle \Delta T^- \rangle$ по результатам работ [1,2], точками – результаты наших исследований, крестиками – число термоциклов n .

Кроме описанного характера зависимости ΔT^- от ΔT^+ установлено также, что на средние значения переохлаждений всех трех дигидроксibenзолов не влияли: число n термоциклов (до 7 при каждом перегреве выше ΔT_k^+), изменение массы образцов от 0.1 до 2 г, изменение скоростей охлаждения от 0.001 до 1.0 K/c. Следует отметить, что при взрывной кристаллизации резорцин затвердевает полностью, независимо от массы до 2 г, а пирокатехин и гидрохинон затвердевает частично с последующей изотермической докристаллизацией при температуре плавления.

Проанализированы величины средних переохлаждений для гидрохинона, пирокатехина и резорцина в зависимости от различных физико-химических характеристик данных веществ. В таблице 1 приведены температуры T_L и энтальпии ΔH_{LS} плавления этих веществ, изменения объемов $\Delta V/V_S$ при плавлении – кристаллизации, средние минимальные температуры T_{\min} в области переохлаждения на начало кристаллизации, отношение T_{\min}/T_L и средние переохлаждения $\langle \Delta T^- \rangle$.

Таблица 1

Параметры кристаллизации пирокатехина, резорцина, гидрохинона и их физико-химические характеристики

Диоксибензолы	T_L, K	$\Delta H_{LS}, \frac{ккал}{моль}$	$\Delta V/V_S$	T_{\min}, K	T_{\min}/T_L	$\langle \Delta T^- \rangle, K$
1,2- $C_6H_6O_2$	378.0	22.79	0.133	348	0.92	30
1,3- $C_6H_6O_2$	383.8	21.32	0.100	325	0.85	60
1,4- $C_6H_6O_2$	445.3	27.10	0.135	436	0.98	9

Если проследить изменения $\langle \Delta T^- \rangle$ в порядке ее увеличения по схеме гидрохинон (9°) → пирокатехин (30°) → резорцин (60°), то в таком же порядке уменьшаются энтальпии плавления (27.10 → 22.79 → 21.32 ккал/моль), усадки (0.135 → 0.133 → 0.100) и отношения T_{\min}/T_L (0.98 → 0.92 → 0.85) соответственно.

Заключение. Полученные результаты трактуются с точки зрения кластерно-коагуляционной модели кристаллизации, с учетом молекулярного и кристаллического строения дигидроксибензолов.

Список литературы

1. Александров В.Д. Исследование переохлаждений при кристаллизации пирокатехина и резорцина / В.Д. Александров, В.А. Постников // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Хімія і хімічна технологія. – 2004. – Вип. 77. – С. 7-12.
2. Александров В.Д. Исследование кинетики кристаллизации пирокатехина / В.Д. Александров, В.А. Постников // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Хімія і хімічна технологія. – 2005. – Т. 48. – Вип. 12. – С. 118-122.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Биофизика

УДК 537.632/.636

СОРТИРОВКА МАГНИТОМАРКИРОВАННЫХ КЛЕТОК ВЫСОКОГРАДИЕНТНЫМ МАГНИТНЫМ СЕПАРАТОРОМ

Беспалова С.В., д-р физ.-мат. наук, проф.,

Легенький Ю.А., Павлов В.Н.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР

v.russian@yandex.ru

Высокоградиентная магнитная сепарация, использует эффект создания градиента магнитного поля, возникающий вблизи тела из магнитомягкого материала, помещенного в однородное магнитное поле. В качестве таких тел, составляющих наполнитель сепаратора, могут быть использованы стержни круглого, или специального сечения, магнитомягкая проволока, шарики, пластины. В статьях [1–4] приведены различные конструкции высокоградиентных сепараторов, использующих вышеописанные принципы.

При создании экспериментальной установки был использован высокоградиентный сепаратор подобный [3]. Для повышения его эффективности в отличие от [3] использовали несколько рядов стержней, образующих пространственный фильтр, с повторяющимися через равные расстояния зонами захвата одинаковой длины. Предположительно эта система должна обеспечить эффективное выделение клеток с определённой магнитной восприимчивостью, задаваемой скоростью потока и внешним магнитным полем.

Целью настоящей работы являлась проверка вышеуказанных соображений и отработка методики разделения клеток по их магнитной восприимчивости χ . Для этого была собрана экспериментальная установка, схема которой представлена на рис. 1. На рис. 1 сепаратор 5 расположен между полюсными наконечниками электромагнита 6. Посредством перистальтического насоса 7, через него прокачивается рабочая среда с исследуемыми магнитомакированными клетками, помещённая ранее в накопительную ёмкость 1, или чистая буферная жидкость, которая помещается в промывочную ёмкость 4. Поршень 2, перемещаемый посредством штока 3, определяет содержимое какой ёмкости будет прокачиваться через сепаратор. Через перистальтический насос 7, жидкость с клетками, которые не были захвачены сепаратором, отправляется обратно в накопительную ёмкость. Перемещение поршня

вниз по рисунку до упора, направит в сепаратор чистую буферную жидкость для вытеснения среды с незахваченными клетками.

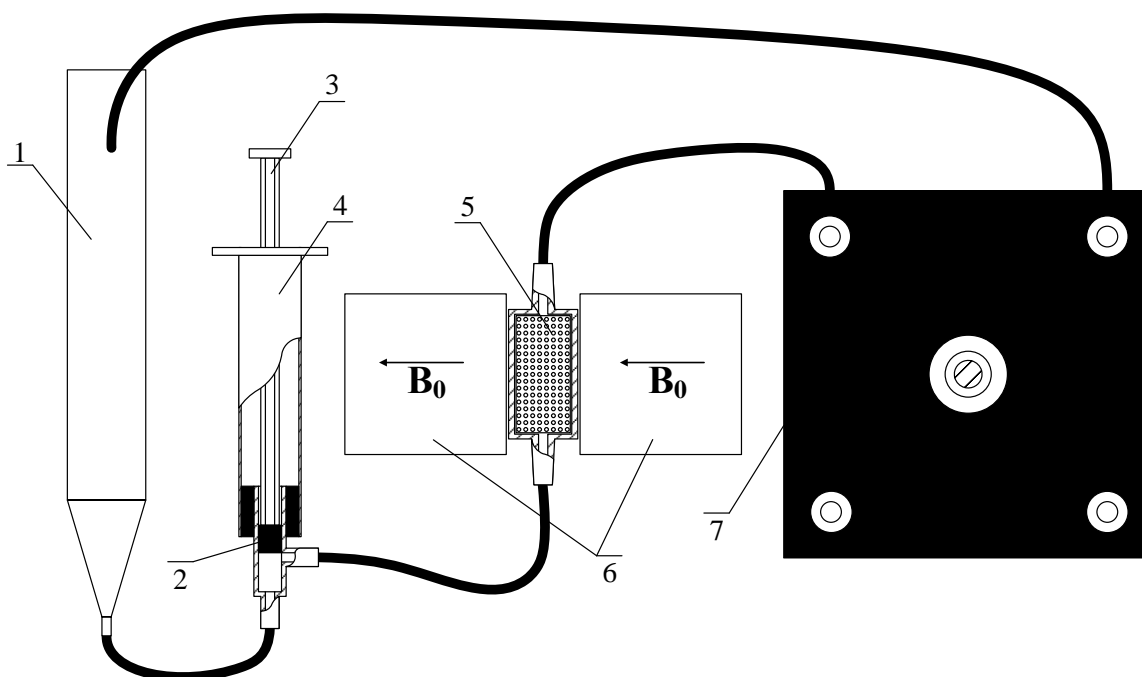


Рис. 1. Схема установки для разделения магнитомаркированных клеток по величине магнитной восприимчивости

Матрица сепаратора собрана на держателе из стеклотекстолита, гидроизолирована лаком и помещена в корпус одноразового шприца 5 мл. Всего в матрице 17 рядов по 8 стержней диаметром 0,8 мм в каждом. Расстояние между центрами стержней в ряду 1,5 мм, расстояние между рядами 1,5 мм. Для получения магнитного поля использовался электромагнит. Прокачка жидкости осуществлялась перистальтическим насосом МНП 1ДУ. В качестве исследуемых сепарируемых клеток использовались магнитомаркированные дрожжи. В качестве буферной жидкости, – дистиллированная вода.

Внешнее магнитное поле, прикладываемое к сепаратору, последовательно изменялось в диапазоне 0,5÷30 мТ. После установки величины поля жидкость с сепарируемыми клетками прокачивалась через сепаратор в течение 10 минут. Клетки с определенной магнитной восприимчивостью χ прилипали к стержням сепаратора. Для промывки отсепарированных клеток в промывочную ёмкость наливалось 3мл дистиллированной воды. После промывки сепаратора получались образцы суспензий клеток объёмом 2,6 мл, содержащие выделенные клетки.

Концентрация клеток в полученных образцах определялась при помощи камеры Горяева. Магнитная восприимчивость отсепарированных клеток χ определялась наблюдением траекторий движения клеток в магнитофоретической камере, измерением их скорости и расчетом аналогично [5].

Результаты измерений представлены на рис. 2. Точки на графике для χ (падающая кривая), представляют собой усреднённое значение χ для клеток образца, полученного для величины магнитного поля. Как видно из графика, величина χ в выделенных фракциях клеток снижается более чем в 3 раза от $\chi=1,2 \cdot 10^{-3}$ до $\chi=3,5 \cdot 10^{-4}$, при этом кривая концентрации клеток в этих фракциях имеет ярко выраженный максимум для фракции, полученной при индукции внешнего поля 15 мТ и имеющей $\chi=6,1 \cdot 10^{-4}$.

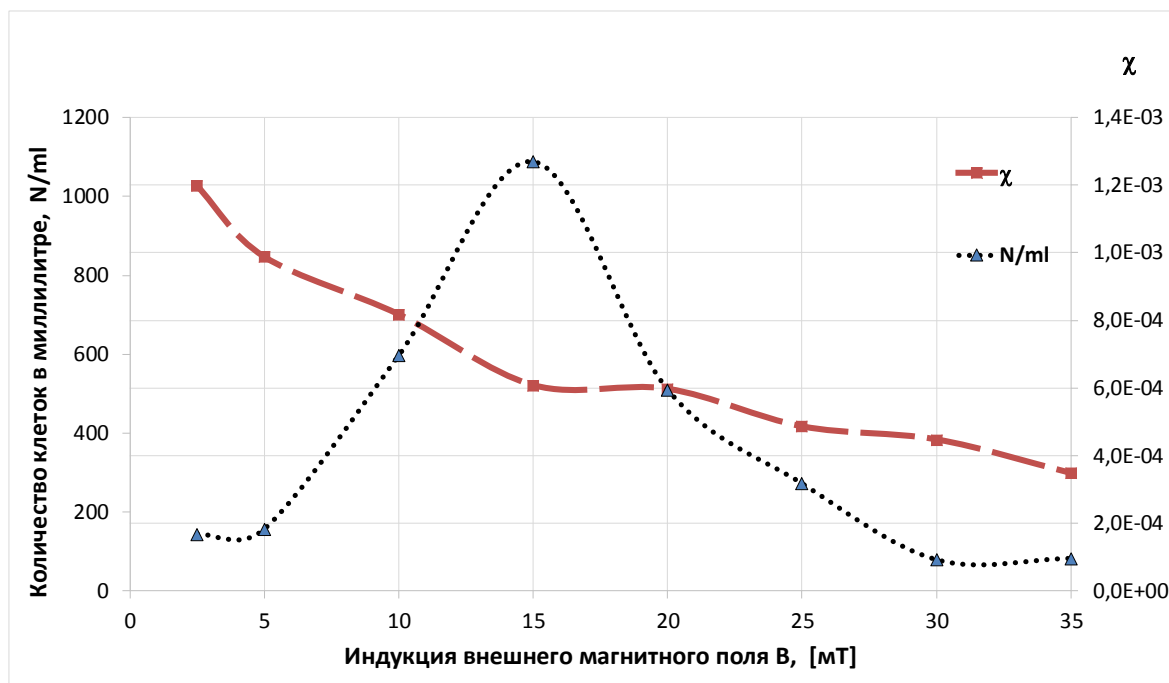


Рис. 2. Зависимость концентрации клеток от индукции внешнего магнитного поля

Результаты испытания сепаратора показывают, что вышеописанная конструкция сепаратора и методика сепарации позволяет разделять исходную суспензию магнитомаркированных клеток на фракции клеток с различающимися величинами магнитной восприимчивости.

Список литературы

1. Толмачев С. Т. Некоторые вопросы полиградиентной магнитной сепарации / С. Т. Толмачев, С. Л. Бондаревский // *Електромеханічні і енергозберігаючі системи.* – 2012. – Вып. 1(17). – С. 31–36.
2. Кондратенко И. П. Исследование магнитогидродинамического сепаратора / И. П. Кондратенко, А. В. Некрасов, Е. Е. Волканин // *Електромеханічні і енергозберігаючі системи.* – 2011. – № 3/2011(15). – С. 107–109.
3. Пат. 62963. МПК В03С 1/02 (2006.01). Фракционер / С. В. Горобец, О. Ю. Горобец, Н. А. Михайленко; заявитель и патентообладатель Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт». – № u201101535; заявл. 10.02.2011; опубл. 26.09.2011, Бюл. № 18.
4. Frodsham George Biomedical applications of high gradient magnetic separation: progress towards therapeutic haemofiltration / George Frodsham, Quentin A. Pankhurst // *Biomed. Eng.-Biomed. Tech.* – 2015. – Vol. 60(5). – P. 393–404.

5. Магнитофоретические свойства фетальных фибробластов человека, маркированных суперпарамагнитными наночастицами оксида железа, стабилизированными цитратом / В. В. Турчин, Ю. А. Лёгенький, С. В. Беспалова и др. // Гены & Клетки. – 2017. – Т. XII. – №1. – С. 47–53.

УДК 57.043

ВЛИЯНИЕ ЧАСТОТЫ ПЕРЕМЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА МЕТАБОЛИЗМ И ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ МАГНИТОМАРКИРОВАННЫХ И НАТИВНЫХ КЛЕТОК ДРОЖЖЕЙ

Беспалова С.В. д-р физ.-мат. наук, проф.,

Ткаченко Д.С., Эренбург О.В.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР

dmitriy.tkachenko.99@mail.ru

В настоящее время нет однозначного объяснения механизмов влияния электромагнитных полей (ЭМП) на биообъекты в широком диапазоне параметров ЭМП [1, 2]. Различия в оценке влияния ЭМП на биологические системы и отсутствие общепризнанных механизмов, объясняющих такое влияние, обуславливает интерес к данной проблеме.

Это послужило основанием для проведения разноплановых исследований по изучению влияния переменных магнитных полей (ПМП). Несмотря на многочисленное количество публикаций по данной тематике, многие эффекты, возникающие в результате воздействия ПМП на биологические объекты, остаются недостаточно изученными. В медицине и современных биотехнологиях стали более широко использоваться магнитные наночастицы (МНЧ), которые в результате взаимодействия с биологическими объектами оказываются иммобилизованными в их клетках. При воздействии ПМП на живые организмы, содержащие МНЧ, могут наблюдаться явления совместного действия МНЧ и МП на биообъекты. Поэтому изучение воздействия ПМП на биообъекты, содержащие магнитные наночастицы, является актуальным.

Цель данной работы – исследовать влияние ПМП с частотой, лежащей в диапазоне 10–50 Гц, и амплитудой 5 мТл при времени экспозиции 20 минут, на жизнеспособность дрожжевых клеток *Saccharomyces cerevisiae*, магнитомаркированных магнитными наночастицами.

Выбор в качестве объекта исследования дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* обусловлен тем, что эти клетки представляют собой легко

культивируемые и доступные одноклеточные организмы, часто используемые в биологии как модели эукариотов. Выбор диапазона частот 10–50 Гц обусловлен тем, что многие бытовые и промышленные устройства излучают ПМП в этом диапазоне. Выбор амплитуды ПМП обусловлен тем, что согласно СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях» при воздействии ПМП частотой 50 Гц предельно допустимый уровень индукции магнитного поля при общем воздействии на всё тело человека в течении времени менее 1 часа составляет 2 мТл, а при локальном воздействии (конечности) – 8 мТл. В данном исследовании выбрано значение амплитуды индукции ПМП среднее между 2 мТл и 8 мТл.

В качестве объекта исследования использовались нативные и магнитомаркированные клетки дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* ТМ «Саф-момент». Магнитомаркирование осуществлялось наночастицами Fe_3O_4 , стабилизированными тетраметиламмония гидроксидом. Маркировка клеток проводилась с помощью методики, описанной в работе [3]. Воздействие ПМП на исследуемые популяции клеток проводилось при размещении суспензий этих клеток внутри соленоида, который подключался к источнику синусоидального напряжения.

Жизнеспособность исследуемых популяций дрожжевых клеток оценивалась по доле живых клеток в популяции. Для определения доли живых и мертвых клеток в исследуемых популяциях использовался метод подсчета окрашенных метиленовым синим клеток в камере Горяева. В качестве контроля для каждой из групп дрожжей служили образцы суспензий клеток, которые не подвергались воздействию ПМП. Все эксперименты проводились в трех повторениях и данные усреднялись.

В результате исследований были получены данные о жизнеспособности для нативных и магнитомаркированных дрожжевых клеток до облучения и после облучения ПМП с амплитудой индукции магнитного поля 5 мТл при изменении частоты ПМП в диапазоне от 10 до 50 Гц (рис. 1). Необходимо отметить, что доля живых клеток после магнитной маркировки уменьшается на величину порядка 15 %. Из приведенных на рисунке данных видно, что ПМП ингибирует жизнеспособность как нативных, так и магнитомаркированных дрожжевых клеток. В исследованном диапазоне частот ПМП при амплитуде индукции ПМП 5 мТл жизнеспособность популяций клеток монотонно снижается с увеличением частоты ПМП. Также установлено, что снижение жизнеспособности для магнитомаркированных клеток относительно необлученных магнитомаркированных клеток менее выражено по сравнению со снижением жизнеспособности для нативных клеток в том же диапазоне частот.

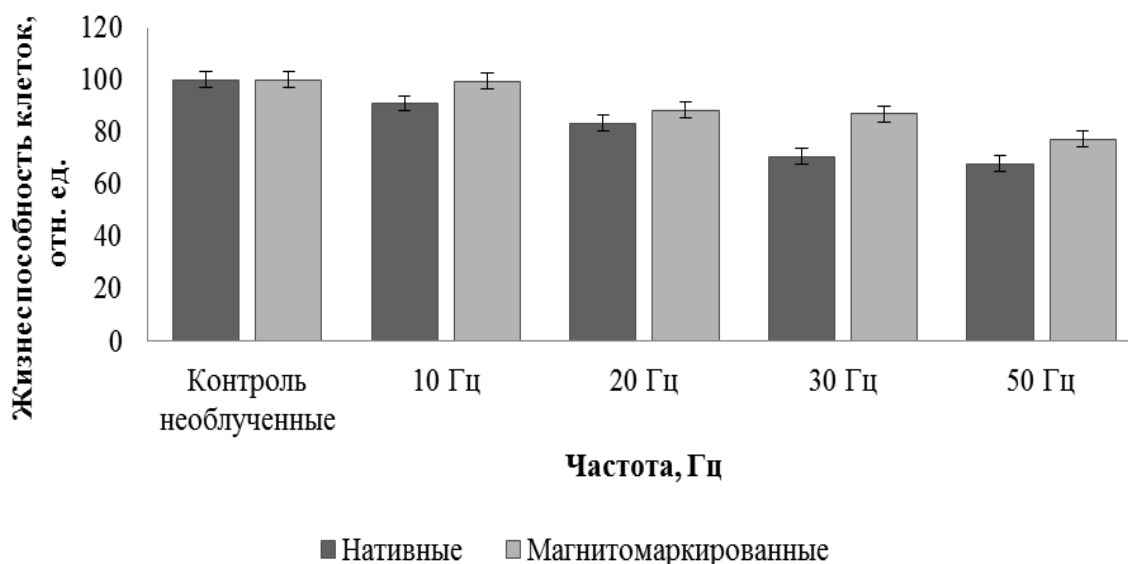


Рис. 1. Зависимость жизнеспособности нативных и магнитомаркированных дрожжевых клеток от частоты воздействующего ПМП при амплитуде 5 мТл
Примечания: данные нормированы относительно контрольных проб

Таким образом, получены результаты исследования влияния низкочастотного магнитного поля среднего диапазона интенсивности на жизнеспособность эукариотических клеток *Saccharomyces cerevisiae*, как нативных так и маркированных МНЧ магнетита. Установлено угнетающее воздействие на жизнеспособность исследованных популяций клеток, возрастающее с увеличением частоты ПМП в диапазоне 10-50 Гц при фиксированной амплитуде ПМП. Показано, что магнитная маркировка не усиливает ингибирующий эффект ПМП. Полученные результаты могут быть применены при использовании магнитомаркированных клеток в биотехнологиях и медицине.

Список литературы

1. Бинги В.Н. Принципы электромагнитной биофизики / В. Н. Бинги. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. – 592 с.
2. Ahlbom A review of the epidemiological literature on magnetic fields and cancer / Ahlbom // Scand. J. Work, Environ. & Health, 1988. – Vol. 14. – P. 337– 343.
3. Солопов М. В. Ускоренный метод получения жизнеспособных магнитомаркированных клеток *Saccharomyces cerevisiae* для их использования в качестве смартбиосорбента / М. В. Солопов, С. В. Беспалова, Ю. А. Легенький // Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса: материалы международной научн. конф. – Донецк: ДонНУ, 2017. – Т. 2 – С. 45-47.

ПРОБЛЕМА СТРЕССА У МЕДИЦИНСКОГО ПЕРСОНАЛА, РАБОТАЮЩЕГО В УСЛОВИЯХ ДЕЙСТВИЯ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Бондаревский-Колотий В.А.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
orbdoktmo@gmail.com

Проблема сочетанного действия на организм человека ионизирующего излучения (ИИ) и факторов различной природы в настоящее время является мало изученной. При этом, одним из эффектов такого воздействия может быть суммация и потенцирование [1].

Продолжительные воздействия ионизирующего излучения на человека приводят к повышению тонуса его нервной системы и проявляются в увеличении её чувствительности, импульсивности и тревожности, характерных для состояния стресса.

В то же время продолжающийся конфликт на Донбассе и связанные с ним постоянное перенапряжение из-за нахождения в районах боевых действий и подсознательное переживание неопределенности ситуации сопоставимы с состоянием хронического стресса и могут вызывать дистресс практически у любого человека [2, 3].

Цель исследования состояла в оценке влияния источников ИИ на медицинских работников в условии последствий стресс-индуцированных состояний в условиях локального военного конфликта.

За основу сравнительного исследования были взяты материалы Информационно-аналитического центра медицинской статистики о распространенности болезней у взрослого населения и лиц пожилого возраста г. Донецка, использовалась форма отраслевой статистической отчетности № 12 за 2018–2019 гг. Для расчета интенсивных показателей использовались также материалы Республиканского центра профпатологии и реабилитации о результатах обследования медицинского персонала, работающего с источниками ИИ.

В ранее проведенных исследованиях уже отмечался высокий уровень распространенности катаракты среди работающих с источниками ИИ [4], при этом пределы индивидуальных доз не превышались.

При анализе материалов обращает на себя внимание высокий уровень распространенности болезней глаза и его придаточного аппарата у медицинского персонала, работающего с источниками ИИ.

Основные данные представлены в таблице.

Распространенность болезней глаза и его придаточного аппарата

Год	Распространенность на 100 чел.		
	Взрослое население	Лица пенсионного возраста	Медицинские сотрудники, работающие с ИИИ
2018	8,2	12,8	38,3
2019	8,0	11,4	40,7

Как следует из полученных данных, показатель распространенности у медицинского персонала в 5 раз превышает таковой у работающего взрослого населения и в 3–3,5 раза у лиц пенсионного возраста.

Следует отметить, что у лиц работающих источниками ИИ, обнаруживается чрезвычайно высокий удельный вес болезней глаза и его придаточного аппарата – 38,3– 40,7 % от числа осмотренных и 62,4–64,9 % от числа заболевших.

Необходимо подчеркнуть, что наибольшему негативному влиянию стрессогенных факторов подвергается медицинский персонал рентгенодиагностических отделений и кабинетов. В период пандемии COVID-19 эта категория медицинских работников является наиболее подверженной действию дополнительного психологического фактора и риску развития психических нарушений [5].

Пандемия COVID-19 вскрыла проблемы, связанные с низкой социальной защищенностью и оплатой труда, ростом профессиональных нагрузок на персонал из-за дефицита кадров в системе здравоохранения. Вследствие этого стресс на рабочем месте – уже стал эпидемией [6]. Сложившаяся ситуация диктует необходимость принятия соответствующих мер для снижения влияния комбинированного действия на медицинский персонал профессиональных нагрузок и стресс факторов вызванных пандемией.

Согласно существующим представлениям о стрессе, условия, в которых работает медицинский персонал и подвергается воздействию так называемых «невидимых» стрессоров (ионизирующее излучение, возможность заражения COVID-19), не воспринимаемых с помощью органов чувств как угрозу, можно отнести к разряду экстремальных. Такие условия характеризуются повышенной или высокой степенью риска и могут представлять угрозу жизни и здоровью медицинского персонала [7].

Данные, полученные в исследованиях населения территорий, загрязненных после радиационных аварий, а также медицинских работников, работающих с источниками ИИ, свидетельствуют о развитии универсальной реакции на действие радиации в виде повышения тревожности (психологической напряженности) как устойчивой личностной черты, характерной для состояния стресса со всеми его компонентами [8].

Психологические последствия у людей, подвергшихся угрозе радиационного поражения, определяются спецификой воздействия пережитого стресса, вызванного информацией в различных СМИ о действии радиации на организм человека. Это воздействие стало вторичным стрессом и пусковым механизмом формирования симптомов посттравматического стрессового расстройства (ПТСР). Знание об отсроченном характере воздействия стрессогенных факторов приводит к тому, что люди постоянно находятся в состоянии напряжения, ожидания неприятных последствий для своего здоровья [9].

Считают, что ПТСР является следствием переживания ситуации, в которой человек испытал серьезную угрозу жизни или здоровью, сильный страх, беспомощность или ужас [10]. Поэтому COVID-19, и создаваемая им угроза личной безопасности и страх заражения соответствуют определению травмирующего события. Воздействие таких травмирующих и стрессовых событий может привести к развитию острого стрессового расстройства [9].

Проблема стресса у медицинского персонала, работающего в условиях действия ИИ, не является всесторонне исследованной, несмотря на отдельные публикации, освещающие неблагоприятные последствия действия ИИ с другими стрессогенными факторами, и поэтому требует углубленного изучения. Медицинские источники ИИ оказывают выраженное неблагоприятное воздействие на орган зрения, что, по-видимому, усугубляется последствиями стресс-индуцированных состояний.

Список литературы

1. Психологический стресс – иммунитет – здоровье. Сообщение 1. Радиация – стресс - иммунитет – здоровье у ветеранов подразделений особого риска / В. М. Шубик // Радиационная гигиена. – 2012. – Т.5, № 3. - С. 38–47.
2. Галстян А. Г. Проблема посттравматического стрессового расстройства в Нагорном Карабахе / А. Г. Галстян, С. М. Минасян // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 9-2. – С. 298–301.
3. Применение психотерапевтических методик при посттравматическом стрессовом расстройстве у мирного населения Донбасса / Г. С. Рачкаускас // Вестник неотложной и восстановительной хирургии. – 2019. - № 3(4). – С. 110–114.
4. Бондаревский-Колотий В. А. Ионизирующее излучение как фактор развития лучевой катаракты у медицинских работников (аналитический обзор литературы) / В. А. Бондаревский-Колотий // Университетская клиника. – 2020. – № 2(35). – С. 92–99.
5. Падун М. А. Риски психической травматизации медицинских работников во время пандемии COVID-19 / М. А. Падун // Институт психологии Российской академии наук. Социальная и экономическая психология. - 2020. – Т.5, № 2(18). - С. 309–329.
6. Association Between Physician Burnout and Patient Safety, Professionalism, and Patient Satisfaction: A Systematic Review and Meta-analysis. / М. Panagioti // JAMA InternMed. – 2018. – №178(10). – P. 1317–1331.

7. Психогении в экстремальных условиях / Ю. А. Александровский. – М.: Медицина, 1991. – 96 с.
8. Нуралов В. Н. Некоторые характеристики социального и психологического статуса работающих с источниками ионизирующих излучений в медицине / В. Н. Нуралов, И. Э. Бронштейн, Н. М. Вишнякова // Радиационная гигиена. – 2008. – Т. 1, № 4. – С. 31–35.
9. Клиническая психология: в 4 т.: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / под ред. А.Б. Холмогоровой. Т. 2. Частная патопсихология / А. Б. Холмогорова. – М.: «Академия», 2012. – 432 с.
10. Restauri N. Burnout and Posttraumatic Stress Disorder in the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Pandemic: Intersection, Impact, and Interventions / N. Restauri, A. D. Sheridan // J. Am. Coll. Radiol. – 2020.– Vol. 17, iss. 7. – P. 921–926.

УДК 577.3

ПОСТРАДИАЦИОННЫЕ ЭФФЕКТЫ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО

Боровой И.И.¹, Лиманец А.А.²

¹ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР

²ГОУ ВПО «Донбасская аграрная академия», г. Макеевка, ДНР

kornienkovo@mail.ru

Представляется очевидным значение радиобиологических исследований, которые раскрывают механизмы действия ионизирующих излучений на живые клетки, многоклеточные организмы, сообщества видов, позволяют выяснять природу явлений, приводящих к формированию отдалённых биологических реакций [1], находить способы и средства защиты организма от повреждающего действия излучений [2–5].

В связи с этим целью настоящей работы являлось: исследование влияния ионизирующего излучения на архитектуру надземной части *Quercus robur* L. через ~50 лет после облучения.

Работа выполнена в крупнейшем городе Донбасса – Донецке. Участки с опытными растениями находятся на территории Донецкого ботанического сада (дендрарий (южный массив)). Возраст исследуемых растений составляет 47±2 лет.

Дендрометрические параметры стволов растений опытной и контрольной групп (рис. 1) показали достоверные отличия ($p < 0.05$). Диаметр стволов опытной группы деревьев, меньше чем диаметр стволов контрольной группы $d_{\text{осн}}$ на 5±1 см, и d_{bh} на 8±1 см. Высота ствола, опытной группы, меньше чем в контрольной группе на 2 ± 1 м.

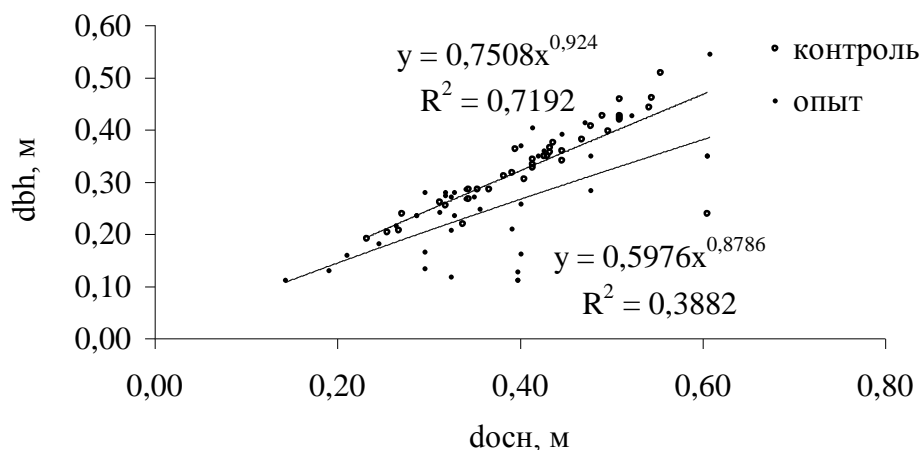


Рис. 1. Связь $d_{\text{очн}}$ и d_{bh} *Quercus robur* L (контрольная и опытная группа) (по Корниенко, Нецветову [5])

В опытной группе деревьев обнаружены нарушения ориентации стволов: раздвоение ствола, зигзагообразные изгибы, отклонение от строго вертикального направления роста. У 70% растений опытной группы имеется радиоморфоз – зигзагообразный ствол, тогда как в контроле меньше чем 5%. У 43% растений раздвоенный ствол (контроль <10%). 24% деревьев опытной группы выпало (96 шт.) к 50му году жизни, в контрольной группе таких растений было 37 шт.

У 90% исследованных деревьев опытной группы наблюдались дефекты ствола (морозобоины, дупла, комлевая гниль и т.д.) и кроны (асимметрия, усыхание скелетных ветвей, суховершинность и т.д.).

Жизненное состояние большинства деревьев опытной группы составило 2–3 балла, а для контрольной 5–6. Этот показатель может говорить о влиянии радиации на 50 году жизни как ингибитора приводящего к раннему старению и смерти растений.

Отмечены изменения развития ствола дуба черешчатого, которые сохранились на 50 году жизни растений. Размеры облучённых деревьев достоверно меньше контрольных: диаметр ствола опытной группы деревьев, меньше чем диаметр ствола контрольной группы $d_{\text{очн}}$ на 5 ± 1 см, и d_{bh} на 8 ± 1 см. Высота ствола, опытной группы, меньше чем в контрольной группе на 2 ± 1 м. Вследствие различных нарушений ствола, как пострадиационного эффекта, частота встречаемости нарушений морфологии стволов у опытной группы – зигзагообразных 70%, раздвоенных 43%. Смертность в опытной группе составила 24%.

Список литературы

1. Артюхов В. Г. Влияние радиоактивного облучения материнских деревьев дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) на цитогенетические показатели семенного потомства (отдаленные эффекты) / В. Г. Артюхов, В. Н. Калаев, А. Д. Савко // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Серия Физ. Мат., 2004. – № 1. – С. 121–128.

2. Tree rings reveal extent of exposure to ionizing radiation in Scots pine *Pinus sylvestris* / T. A. Mousseau // *Trees*. – 2013. – Vol. 27. – P. 1443–1453.
3. Highly reduced mass loss rates and increased litter layer in radioactively contaminated areas / T. A. Mousseau // *Oecologia*. – 2014. – Vol. 175. – P. 429–437.
4. Корниенко В. О. Влияние радиационного облучения на архитектуру надземной части дуба черешчатого *Quercus robur* L. / В. О. Корниенко, М. В. Нецветов // Научный вестник НЛТУ, Львов. – 2016. – Вып. 26/3. – С. 93-99.
5. Протасевич Е. В. Влияние ионизирующего излучения на архитектуру *Quercus robur* L. / Е. В. Протасевич, В. О. Корниенко / Донецкие чтения 2017. Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса: Матер. междунар. научн. конф. (Донецк, 17-20 октября 2017 г.). Донецк: – Изд-во ДонНУ. – 2017. – Т. 2 – С. 43-44.

УДК 577.344

ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ПАРАМЕТРОВ РЕДУЦИРОВАННОЙ МОДЕЛИ И ФОРМЫ КРИВОЙ ПЕРЕМЕННОЙ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ К ИЗМЕНЕНИЮ ЗНАЧЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ ДЕТАЛЬНОЙ МОДЕЛИ

Губарев А.А., Готин Б.А., Романчук С.М., канд. техн. наук
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
Gubarev_A_A_@mail.ru

Детальные модели (ДМ), описывающие фотосистему и позволяющие рассчитать кривую переменной флуоресценции (КПФ), содержат большое число параметров. Часть из этих параметров известна с относительно высокой точностью, часть изменяется от вида к виду, часть зависит от состояния фотосистемы (ФС). Параметры детальной модели имеют ясный биологический смысл. В работе [1] предложена редуцированная модель (РМ), содержащая параметры, выражающиеся через параметры ДМ. РМ позволяет по части ДМ, значения которых известны с относительно высокой точностью, и экспериментально полученной КПФ оценивать значения других параметров ДМ, в частности параметры чувствительные к состоянию ФС.

Изменение параметров чувствительных к состоянию ФС может помочь в интерпретации изменения показателей (тест функций), используемых в флуориметрических экспресс методах диагностики состояния водных систем. Для возможности оценки изменения параметров ДМ по экспериментальным КПФ при помощи РМ параметры этой модели должны быть чувствительны к изменению соответствующих параметров ДМ.

Целью настоящего исследования было: исследование чувствительности параметров РМ, формы экспериментальной КПФ к изменению параметров ДМ и построения алгоритма определения начального приближения для значений параметров. Экспериментальные КПЯ были получены при помощи макета флуориметра ФС-2, разработанного в ДонНУ в рамках исследований по теме «Разработка информационно-аналитической системы управления жизнеобеспечением городов и состоянием окружающей среды». Объектом исследования служила чистая культура одноклеточной зеленой водоросли *Chlorella sorokiniana*. Используя часть параметров ДМ, значения которых достаточно точно известны, можно оценить, не прибегая к численному расчёту и сравнению с экспериментом, их влияние на параметры РМ. Для оценки влияния других параметров, как это обычно и делается, см. например [2], выполнялось численное интегрирование.

Из полученных в работе оценок вытекает, что параметры ДМ K_1 , K_2 , K_3 (константа равновесия переноса электрона с возбуждённого РЦ на феофитин, с феофитина на Q_A и восстановления терозина в результат передачи электрона РЦ), k_{F1} , k_{F2} , k_{F3} (константы флуоресценции в различных состояниях), k_{d1} , k_{d2} (константы безызлучательных переходов) слабо влияют на форму нормированной модельной кривой переменной флуоресценции; их значения не могут быть оценены по экспериментальным данным на основе РМ.

Численное моделирование показало, что в достаточно широком диапазоне изменения значений K_{5x} (константы равновесия перехода Q_B в двухзарядное состояние) можно подобрать такое значение K_{4x} (константы перехода Q_B в однозарядное состояние), что при фиксированных значениях всех остальных параметров величина среднеквадратичного отклонения модельной кривой от экспериментальных точек не изменится. Следовательно, невозможно по экспериментальным данным определить значения обеих констант.

Наиболее чувствительна форма модельной нормированной кривой переменной флуоресценции к значениям световых констант (k_{Lx} , k_{Ly} , k_z) и константам K_{4x} , K_{4y} , K_{4z} , если считать, что значения констант K_{5x} , K_{5y} фиксированы. Изменение световых констант проявляется в большей степени в изменении времени достижения пика флуоресценции, констант K_{4x} , K_{4y} , K_{4z} на изменение ординаты флуоресценции от соответствующего состояния ФС. Это позволило предложить алгоритм нахождения начального приближения для значений констант исходной детальной модели.

1. Константы k_{L1} , k_{L2} , k_{L3} подбираются таким способом, чтобы пики кривых флуоресценции от РЦ каждого вида соответствовали точкам J , I , F на экспериментальной КПФ.

2. За счёт выбора значений K_{xi} можно изменяться ординаты для сближения модельной КПФ с экспериментальной КПФ;

3. За счёт выбора k_{PQ2} можно обеспечить близкое совпадение модельной КПФ и экспериментальной КПФ на участке между точкой J и точкой F .

На рис. приведена аппроксимация, полученная на основе такого выбора начальных значений параметров, сглаженной и нормированной экспериментальной КПФ.

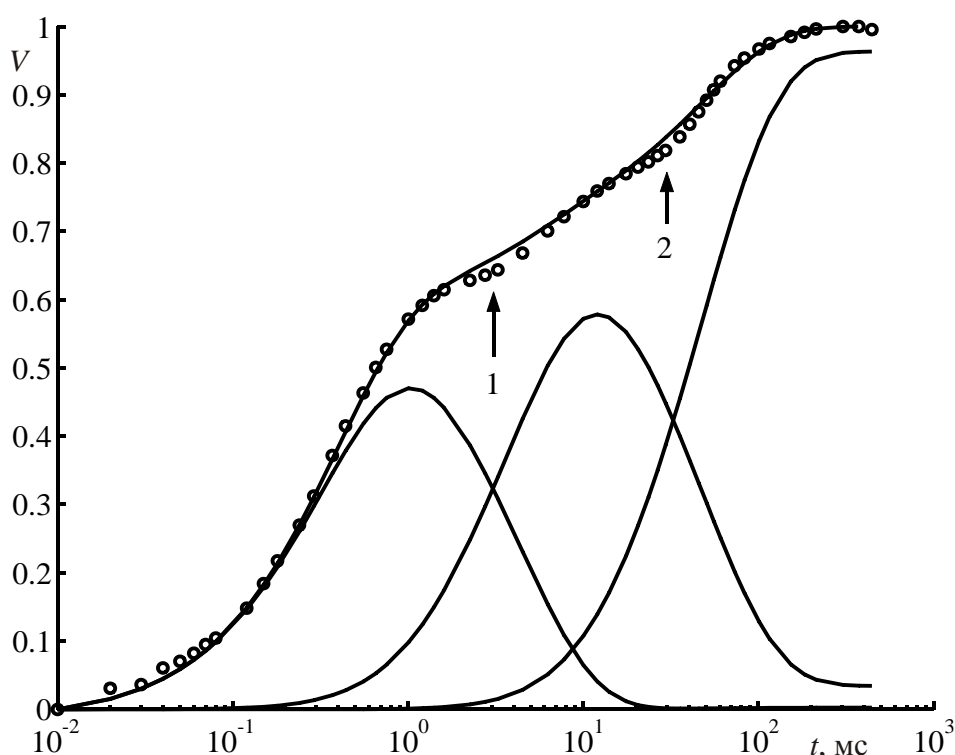


Рис. Аппроксимация нормированной экспериментальной КПФ (символы) решением РМ (линия); также показаны вклады в суммарную КПФ от различных состояния ФС. Стрелками с числами показаны два участка наибольшего расхождения аппроксимации и экспериментальных данных

В качестве начальных значений k_{PQ1} , k_{PQ2} и k_{di} брались значения из литературных источников. С уменьшением значений этих параметров величина среднеквадратичного отклонения решения РМ от экспериментальных данных Δ_n уменьшалась.

В табл. приведены такие значение k_{PQ1} , k_{PQ2} и k_{di} , что дальнейшее уменьшение не приводит к уменьшению Δ_n .

Оцененные по экспериментальным данным значения параметров

K_1, K_2, K_3	100, 10^8 , 200	k_{L1}, k_{L2}, k_{L3}	2.6, 0.25, 0.04
K_{4x}, K_{4y}, K_{4z}	7.8, 47, 70	$k_{d1} = k_{d2} = k_{d3}$	0
K_{5x}	14	$k_{F1} = k_{F2} = k_{F3}$	$6.7 \cdot 10^4$
K_{5y}	1	$k_{PQ1} k_{PQ2}$	$1 \cdot 10^{-4}, 1 \cdot 10^{-5}$

Эти значения заметно меньше приводимых в источниках научной литературы.

Список литературы

1. Плюснина Т. Ю. Редуцированная модель фотосистемы II для оценки характеристик фотосинтетического аппарата по данным индукции флуоресценции / Т. Ю. Плюснина, Е. Н. Воронова, В. Н. Гольцев и др. // Компьютерные исследования и моделирование. – 2012. – Т. 4, № 4. – С. 943–958.
2. Lazar D. Chlorophyll a Fluorescence Rise Induced by High Light Illumination of Dark-adapted Plant Tissue Studied by Means of a Model of Photosystem II and Considering Photosystem II Heterogeneity / D. Lazar // J. theor. Biol. – 2003. – Vol. 220. – P. 469–503.

УДК 57.043

ВЛИЯНИЕ АМПЛИТУДЫ ПЕРЕМЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ НА ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ ДРОЖЖЕВЫХ КЛЕТОК

Егоркин Н.С., Тарасова О.О.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
egorkin.nikita98@mail.ru

Электромагнитные поля (ЭМП) промышленной частоты – это поля, которые возникают вблизи бытовых и промышленных приборов. Они являются частью низкочастотного диапазона радиочастотного спектра ЭМП, существующих в окружающем пространстве. В странах СНГ наиболее распространенный диапазон ЭМП промышленной частоты соответствует частоте 50 Гц. Расширение сфер использования промышленных приборов и бытовой техники, в результате работы которых возникают такие электромагнитные поля, обуславливает интерес ученых к вопросам воздействия этих полей на биологические объекты. Потенциальная опасность и механизмы воздействия электромагнитных полей на биологические организмы в настоящий момент времени до конца не изучены и активно обсуждаются в научной литературе [1, 2]. Дополнительным фактором, который необходимо учитывать при

исследовании влияния ЭМП на живые организмы, является то, что в настоящее время в промышленности, медицине и биотехнологиях все более широко применяются магнитные наночастицы (МНЧ), которые могут взаимодействовать на разных уровнях со структурой клеток организма и при этом участвовать в формировании отклика биологического организма на воздействие переменных магнитных полей промышленной частоты (ПеМППЧ). Изучение первичных этапов реакции биообъектов на ЭМП целесообразно проводить на одноклеточных организмах или изолированных клетках, поскольку в многоклеточных живых системах отклик на внешнее воздействие наблюдать и интерпретировать намного сложнее. В настоящее время информации о влиянии совместного воздействия МНЧ и ПеМППЧ на клеточные организмы в научной литературе мало. Поэтому, экспериментальные исследования в этом направлении являются актуальными.

Цель данной работы заключается в экспериментальном исследовании влияния амплитуды переменного магнитного поля (ПеМП) промышленной частоты на жизнеспособность нативных дрожжевых клеток и клеток, магнитомаркированных наночастицами магнетита.

В работе для приготовления исследуемых клеточных суспензий использовали промышленные регидратированные хлебопекарные дрожжи (*Saccharomyces cerevisiae*) производителя ООО «Фарсис», ГОСТ Р 54845-2011. В качестве магнитных маркеров для придания клеткам парамагнитных свойств использовались наночастицы магнетита, покрытые цитратной оболочкой ($Fe_3O_4 - cit$).

Для синтеза и стабилизации наночастиц суперпарамагнитного оксида железа была взята за основу методика, описанная в статьях S. Nigam с соавт. [3] и L. Li с соавт. [4].

Облучение суспензий клеток проводилось ПеМП с частотой 50 Гц, при следующих величинах амплитуды ПеМП: 1 мТл, 5 мТл, 10 мТл, 20 мТл, 25 мТл и 30 мТл. Образцы суспензий клеток облучались при помещении контейнера с суспензией клеток, диспергированных в физиологическом растворе, в соленоид. Соленоид подключался к источнику переменного напряжения, подающего на соленоид синусоидальное напряжение с частотой 50 Гц. Длительность облучения во всех случаях составляла 20 минут, температура $T = (21 \pm 1) ^\circ C$.

Жизнеспособность исследуемых популяций оценивалась до и после облучения ПеМП по доле живых клеток в популяции. Подсчет живых и мертвых клеток дрожжей проводился с помощью камеры Горяева. Для окрашивания препарата использовался метиленовый синий. В качестве контроля для каждой из групп дрожжей служили образцы суспензий нативных и магнитомаркированных клеток, которые не подвергались воздействию ПеМП. Все эксперименты проводились в трехкратном повторении, их результаты усреднялись.

На рисунке представлены данные для исследованных суспензий нативных и магнитомаркированных клеток, полученные до (контроль) и после облучения ПеМП.

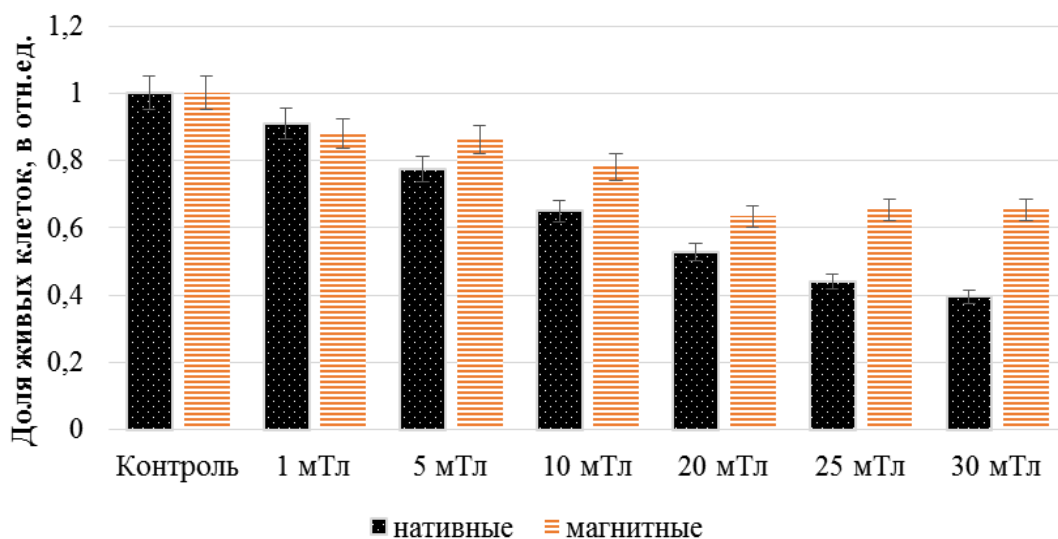


Рис. Сравнение зависимостей жизнеспособности нативных и магнитомаркированных клеток в популяциях дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* от амплитуды переменного магнитного поля. Все данные нормированы на долю живых клеток в соответствующих необлученных популяциях

Все данные, приведенные на рисунке, нормированы на долю живых клеток в соответствующих контрольных популяциях. Из анализа рисунка видно, что при увеличении амплитуды ПеМП, воздействующего на клетки, доля живых клеток в исследованных популяциях уменьшается, то есть их жизнеспособность падает. Также анализ рисунка показывает, что увеличение амплитуды переменного магнитного поля оказывает более сильное воздействие на уменьшение жизнеспособности нативных клеток, относительно их необлученной (контрольной) популяции, в сравнении с уменьшением жизнеспособности магнитомаркированных клеток, относительно магнитомаркированных необлученных популяций. Необходимо отметить, что согласно СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях» при воздействии ПМП частотой 50 Гц предельно допустимый уровень индукции магнитного поля при общем воздействии на всё тело человека в течении времени менее 1 часа составляет 2 мТл, а при локальном воздействии (конечности) – 8 мТл. Из данных, представленных на рисунке 1 видно, что даже воздействие ПеМП амплитудой 1 мТл в течение 20 минут оказывает заметное действие на жизнеспособность дрожжевых клеток.

В настоящей работе исследовано влияние воздействия переменного магнитного поля промышленной частоты на жизнеспособность нативных и магнитомаркированных клеток при изменении амплитуды магнитного поля.

В результате исследований установлено, что жизнеспособность и нативных и магнитомаркированных клеток, оцениваемая по доле живых клеток в популяции, зависит от амплитуды воздействующего переменного магнитного поля. Установлено, что с увеличением амплитуды переменного магнитного поля промышленной частоты, доля живых клеток уменьшается, как для нативных, так и для магнитомаркированных популяций. Необходимо отметить, что магнитная маркировка не усугубляет негативное воздействие ПемП промышленной частоты на дрожжевые клетки. Результаты данных исследований могут быть использованы в пищевой промышленности, медицине и биотехнологиях.

Список литературы

1. Occupational magnetic field exposure and neurodegenerative disease / Feychting M. // *Epidemiology*. – 2003. – P. 413–428.
2. Lai H. Magnetic-field-induced DNA strand breaks in brain cells of the rat / H. Lai, N. P. Singh // *Environ. Health Perspect.* – 2004. – P. 687–694.
3. Nigam S. Development of citrate-stabilized Fe₃O₄ nanoparticles: Conjugation and release of doxorubicin for the rapeticapplications / S. Nigam, K.C. Barick, D. Bahadur // *J. Magnetism and Mag. Mater.* – 2011. – P. 237-43.
4. Effect of synthesis conditions on the properties of citric-acid coated iron oxide nanoparticles / Li L. [et al.] // *Microelectron. Eng.* – 2013. – P. 329–345.

УДК 542.934.8

ОЦЕНКА ОСОБЕННОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ ФАЦИЙ НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ ХРАНЕНИЯ МЕДИЦИНСКОГО ПРЕПАРАТА

Капшуков Р.А., Матвеевкова Е.И., Манжос А.М.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
spectrolite@mail.ru

В последнее время исследование особенностей формирования фаций, образующихся после дегидратации различных видов растворов как органического, так и неорганического происхождения, все чаще привлекает внимание исследователей в различных отраслях знаний. В частности, в отечественной литературе наиболее широкое распространение получили исследования, связанные с особенностями формирования упорядоченных структур после дегидратации различных биологических жидкостей, а именно сыворотки и плазмы крови [1, 2], слезной жидкости [3] и др. Кроме того, проводятся экспериментальные исследования, в которых для объяснения различных механизмов структурообразования применяются модельные растворы [4]. Вместе с тем изучаются

особенности формирования упорядоченных структур "сидячими" каплями, содержащими бактерии [5]. Кроме того, в литературных источниках отмечается, что попытки использовать переход жидкость – твердое тело в фармакологии отмечаются уже с начала 30-х годов 20 века [6].

Целью данной работы являлась оценка возможности применения метода клиновидной дегидратации, для выявления особенностей формирования структурных картин, образованных лекарственным бактерицидным препаратом «Энтерожермина».

В ходе исследований проводилась оценка особенностей процесса формирования структурного портрета после дегидратации капель различного объема (10 мкл, 15 мкл, 20 мкл) указанного выше бактерицидного препарата на плоской поверхности, в качестве которой выступали предметные стекла. Длительность процесса дегидратации составляла 2 часа при нормальных микроклиматических условиях. Визуальные наблюдения велись при помощи оптического микроскопа МБС – 10, а структурные портреты фаций фиксировались при помощи цифрового фотоаппарата Nikon.

Данные эксперименты проходили в три этапа. А именно исследовались препараты, срок годности одного из которых истек в августе 2021 года, а срок годности другого препарата истек в августе 2018 года (1-й случай). Так же исследовались препараты срок годности одного из которых заканчивался в апреле 2020 года, а в качестве образца для сравнения выступал препарат, который мог сохраняться до октября 2020 года (2-й случай). И препараты с одинаковым сроком годности (3-й случай).

В результате экспериментов для первого случая было установлено, что лекарственный препарат с истекшим сроком годности формирует фации со структурной картиной отличной от фаций препарата с длительным сроком хранения. Так, первой отличительной особенностью являлись различия в области контактного валика. Например, у препарата с истекшим сроком годности образуется более тонкая линия контактного валика. Другой отличительной особенностью, для препарата с истекшим сроком годности, является факт сравнительно неоднородного распределения по площади поверхности компонентов препарата, что отражалось на структурной картине фаций в виде достаточно большого, свободного от осадка, пространства между краевым валиком и центральной областью фации.

Когда исследовались особенности формирования структурных картин, образующихся после дегидратации препаратов с полугодичным интервалом истечения срока годности (2-й случай), было замечено, что только для объема исходной капли в 10 мкл исследуемого препарата наблюдалась картина, характерная для препарата с истекшим сроком годности (1 случай). С другой стороны, в обоих случаях наблюдалось несколько иное распределение

материала для объемов в 15 и 20 мкл. Так, если в случае, препарата с длительным сроком хранения (1 случай) материал достаточно равномерно распределяется по поверхности фации и имеет ярко выраженный кольцевой характер распределения материала, то в случае для препаратов с истекающими сроками годности можно видеть области, в которых фация имеет лишь «точечное» распределение материала.

Таким образом, в этой части эксперимента было замечено, что фации препаратов с истекающими сроками хранения имеют визуально наблюдаемые отличия от фаций, образующихся после дегидратации препарата с длительным сроком хранения.

В заключительной части проводилось сравнение особенностей формирования фации препаратов, взятых из одной упаковки, срок хранения которых истекает в августе 2021 года. Основная задача этого эксперимента состояла в том, чтобы определить, не являются ли приведенные выше исследования особенностями препарата на стадии приготовления, например, некоторыми отличиями в концентрации бактерий в исследуемом растворе. В результате исследований препарата, взятого из одной упаковки, установлено, что существенных различий в фациях после дегидратации не наблюдалось.

При экспериментальном исследовании бактерицидного медицинского препарата «Энтерожермина» наблюдается различие в конечной картине фаций, а также динамике процесса дегидратации при различных сроках годности данного препарата. Представленные выше экспериментальные исследования показывают потенциальную возможность оценки годности указанного в работе медицинского препарата по картине фаций, полученных методом клиновидной дегидратации.

Список литературы

1. Максимов С. А. Метод определения показателей структур фаций сыворотки крови: обоснование использования в биомедицинских исследованиях / С. А. Максимов // Медицина в Кузбассе. – 2007. – Вып. 3. – С. 41–45.
2. Особенности морфологической картины сыворотки крови у больных пожилого возраста с острым инфарктом миокарда / О. Ю. Шрамко // Аспирантский вестник Поволжья. – М., 2010. – Вып. 3-4. – С. 240–242.
3. Рослякова А. Г. Кристаллографический скрининг слезной жидкости при инволюционной центральной хориоретинальной дистрофии / А. Г. Рослякова // Дальневосточный медицинский журнал. – 2004. – Вып. 4. – С. 56–58.
4. Яхно Т. А. Кристаллизация хлорида натрия из высыхающих капель белково-солевых растворов с разным содержанием белка / Т. А. Яхно // Журнал технической физики. – 2015. – Т. 85. – Вып. 11. – С. 30–36.
5. Nellimoottil T. T. Evaporation-Induced Patterns from Droplets Containing Motile and Nonmotile Bacteria / T.T. Nellimoottil, P.N. Rao, S.S. Ghosh // Langmuir. – 2007. – Vol. 23 – P. 8655–8658.
6. Методы клиновидной дегидратации биологических жидкостей / В. Э. Маркевич // Морфология. – 2014. – Т. 8. – №1. – С.113–117.

ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ Fe_3O_4 (ТМА) НА РАБОТУ H^+ -АТФазы КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ КУКУРУЗЫ САХАРНОЙ (*ZEA MAYS L.*)

Корниенко В.О., Акульшина М.О.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет» г. Донецк, ДНР
kornienkovo@mail.ru

В современной литературе особое внимание уделяют вопросам токсикологического эффекта и воздействия наночастиц (нч) металлов и их оксидов на биологические системы [1–3]. Использование нанотехнологий в сельском хозяйстве открывает широкие возможности их применения, в том числе в качестве предпосевной обработки семян растений [4–6]. Следовательно, проведение нанотоксикологических исследований на биологических объектах и выявление механизмов действия наночастиц на клеточные системы растений является актуальной тематикой научной работы на сегодняшний день [7, 8].

Объект исследования – проростки кукурузы сахарной. Исследования проводились на корневой системе растений, которые выращивались в ростовой камере в течение 10 суток, при однородных климатических условиях (освещенность, температура, влажность). В работе использовали 5 групп растений:

I) контрольная (полив осуществлялся только дистиллированной водой);

II) семена в течение суток были подвергнуты обработке наночастицами Fe_3O_4 при концентрации 0,05 мг/мл;

III) семена в течение суток были подвергнуты обработке наночастицами Fe_3O_4 при концентрации 0,01 мг/мл;

IV) семена в течение суток были подвергнуты обработке наночастицами Fe_3O_4 при концентрации 0,015 мг/мл;

V) семена в течение суток были подвергнуты обработке наночастицами Fe_3O_4 при концентрации 0,02 мг/мл.

Дальнейшие исследования кислотно-основного состояния среды, в которую помещали отсеченные элементы корневой системы, проводили с помощью рН-метра ULAB MP551. По величине изменения рН исследуемой среды мы могли судить о работе H^+ -АТФазы. Для этого мы 1 г отсеченных корней помещали в инкубационный раствор (0,1 мМ $CaSO_4$ +1 мМ KCl) и на протяжении 20 минут (с шагом в 1 минуту) регистрировали изменение рН. По формуле (1), рассчитывали скорость выделения протонов корневой системой.

$$V_{H^+} = \frac{[H^+]_t - [H^+]_o}{M \cdot t} \quad (1)$$

где, V_{H^+} – скорость выделения протонов корневой системой, моль/г корней · минуту; $[H^+]_o$ – концентрация протонов в инкубационном растворе до погружения в него корней, моль; $[H^+]_t$ – концентрация протонов в инкубационном растворе через t минут после погружения в него корней, моль; M – сырая масса корней (г); t – время, мин.

Исследования по каждой группе проводили в трехкратной повторности. Результаты обрабатывали статистически в программе Microsoft Excel 2010.

Подкисляющая активность корней рассматривается как критерий физиологической активности проростков с/х культур растений и, как маркер устойчивости к факторам стресса (например, солевого стресса). Исходя из этого, для характеристики адаптивных возможностей кукурузы сахарной в условиях обработки наночастицами мы определяли подкисляющую активность их корней в контроле (полив дистиллированной водой) и в условиях обработки наночастицами.

Нами было установлено, что обработка наночастицами увеличивает ацидофицирующую активность корней проростков кукурузы сахарной. Полученные данные свидетельствуют также о том, что имеется зависимость усиления ацидофицирующей активности от концентрации наночастиц железа Fe_3O_4 . Так, при обработке семян концентрацией 0,05 мг/мл Fe_3O_4 скорость выделения протонов оставалась на уровне с контролем (0,11 мМоль/г*мин), при концентрацией 0,1 мг/мл Fe_3O_4 скорость увеличивалась в ~2 раза (0,25 мМоль/г*мин), при концентрации 0,15 мг/мл Fe_3O_4 скорость увеличивалась в ~3 раза (0,39 мМоль/г*мин), при концентрации 0,2 мг/мл Fe_3O_4 скорость увеличивалась в ~20 раз (2,2 мМоль/г*мин).

Известно, что поддержание ионного гомеостаза на клеточном уровне реализуется с помощью работы ионных насосов и ионных каналов. Было показано, что при обработке наночастицами концентрациями от 0,1 до 0,2 H_+ -транспортная активность в присутствии Fe_3 увеличивается в несколько раз. Это может быть следствием усиления как работы H_+ -АТФазы плазмалеммы, так и изменению количества ионных каналов.

Список литературы

1. Корниенко В. О. Влияние наночастиц Fe_3O_4 на онтогенез и морфометрические показатели кукурузы сахарной (*Zea mays* L.) / В. О. Корниенко, О. Р. Кольченко, А. С. Яицкий // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки. – 2020. – № 08/2. – С. 30–36.
2. Гасанова Ф. В. Влияние наночастиц на физиологические характеристики и активность ферментов растений, выращенных в соленых почвах / Ф. В. Гасанова // Бюллетень науки и практики. – 2019. – Т. 5. – №2. – С. 142–151.
3. Корниенко В.О. Влияние наночастиц Fe_3O_4 на онтогенез кукурузы сахарной (*Zea mays* L.) / В.О. Корниенко // Germany: Lambert Academic Publishing, 2019. – 70 с.

4. Padrnath N. Enhanced bioactivity of ZnO nanoparticles - an antimicrobial study / N. Padrnath, R. Vijayaraghavan // Sci. Technol. Adv. Mater. – 2008. – Vol. 9. – № 3. – P. 035004.
5. Toxicity of Ag, CuO and ZnO nanoparticles to selected environmentally relevant test organisms and mammalian cells in vitro: a critical review / O. Bondarenko // Arch. Toxicol. – 2013. – Vol. 87. – P. 1181-1200.
6. Сушила М. М. Нанотехнологии в растениеводстве и сельском хозяйстве / М. М. Сушила, А. И. Монькина // Вестник Рязанского гос. агротех. универ. им. П.А. Костычева. – 2011. – №3. – С. 42-44.
7. Гладкова М. М. Инженерные нанотехнологии в почве: источники поступления и пути миграции / М.М. Гладкова, В.А. Терехова // Вестн. Моск. ун-та., Сер. 17. Почвоведение. – 2013. – № 3. – С. 34-39.
8. Федоренко, В. Ф. Нанотехнологии и наноматериалы в агропромышленном комплексе/ В. Ф. Федоренко. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 148 с.
9. Оприлов В.А. Н–АТФаза плазматической мембраны – основная электрогенная система высших растений / В.А. Оприлов // Соросовский образовательный журнал. – 2000. – Т. 6, № 3. – С. 28–32.

УДК 577.3

ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ Fe_3O_4 С РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ ПОКРЫТИЯ НА РАННИЕ СТАДИИ РАЗВИТИЯ КУКУРУЗЫ САХАРНОЙ (*ZEA MAYS L.*)

Корниенко В.О., Антонюк Т.Ю., Трупп В.Н.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет» г. Донецк, ДНР
kornienkovo@mail.ru

Для экспериментальной части работы использовались семена кукурузы сахарной. В контрольных вариантах семенной материал замачивали в дистиллированной воде, экспериментальные группы обрабатывались суспензией НЧ металлов разных концентраций:

- I – контрольная (без обработки наночастицами);
- II – обработка НЧ с концентрацией 0,05 мг/мл;
- III – обработка НЧ с концентрацией 0,1 мг/мл;
- IV – обработка НЧ с концентрацией 0,15 мг/мл;
- V – обработка НЧ с концентрацией 0,20 мг/мл;
- VI – обработка НЧ с концентрацией 0,25 мг/мл;
- VII – обработка НЧ с концентрацией 0,30 мг/мл;
- VIII – обработка НЧ с концентрацией 0,35 мг/мл;
- IX – обработка НЧ с концентрацией 0,40 мг/мл.

В каждой группе выборка составила 60 семян. В трехкратной повторности. Шаг по величине концентрации составляет пять сотых мг/мл. Энергию

прорастания и всхожесть семян определяли в сроки, указанные в ГОСТ 12038-84: на 3-и сутки (энергия прорастания) и 7-е сутки (всхожесть). Экспозиция составляла 2 часа.

Для решения поставленных задач в работе использовались два типа магнитных наночастиц магнетита: Fe_3O_4 -ТМА (частицы, стабилизированные тетраметиламмонием гидроксидом) и Fe_3O_4 -Cit (частицы, стабилизированные цитратом натрия). Частицы были синтезированы на кафедре биофизики сотрудниками отдела ФМЯ и ВТСП и предоставлены для выполнения исследований.

При обработке НЧ Fe_3O_4 с ТМА покрытием наибольший ингибирующий эффект проявился на длине стебля (11–35 %) и корневой системы (38–65 %) кукурузы сахарной. Максимальное снижение выявили в IV (0,15 мг/мл) и VI (0,25 мг/мл) группах. Меньше всего влияние наночастиц Fe_3O_4 отразилось на диаметре стебля и корня. Диаметр стебля у опытных групп достоверно не отличался от контрольных значений. 10% снижение по средним значениям перекрывается планками стандартного отклонения. Стимулирующего эффекта получено не было. Для VII и VIII групп обнаружен 10% стимулирующий эффект (по диаметру корневой системы).

При обработке НЧ Fe_3O_4 с Cit покрытием максимальный ингибирующий эффект на длину стебля и корневой системы проявился в группе II (0,05 мг/мл), III (0,1 мг/мл) и VI (0,25 мг/мл). При концентрации Fe_3O_4 0,05 мг/мл снижение длины надземной части семени и корневой системы в среднем составило 50 % ($p < 0.05$). Нейтральный эффект был отмечен для VIII опытной группы, с концентрацией Fe_3O_4 0,35 мг/мл. Что касается корневой системы, то влияние НЧ Fe_3O_4 имело нейтральный (0,9–1,0) и стимулирующий эффект ($> 1,0$). Достоверного ингибирующего действия обнаружено не было. В группах III (0,1 мг/мл) и IV (0,15 мг/мл) выявлено достоверное стимулирующее влияние наночастиц Fe_3O_4 с цитратным покрытием ($p < 0.05$). При концентрации 0,1 мг/мл наблюдали увеличение диаметра стебля на 20 %, а корневой системы на 10 %. При концентрации 0,15 мг/мл выявили 10 % увеличение диаметра стебля и корня.

ВЛИЯНИЕ Fe_3O_4 НА КУКУРУЗУ САХАРНУЮ (*ZEА MAYS L.*)

Котюк П.Ф.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет» г. Донецк, ДНР
pkotyuk01@mail.ru

В настоящее время большой проблемой является истощение, загрязнение и опустынивание огромных земельных территорий. Растения – основные координаторы потоков НЧ в экосистемах, но механизмы и последствия трансформации и накопления НЧ растениями пока малопонятны. Результаты исследований часто противоречат друг другу, а исход экспериментов зависит не только от свойств НЧОЖ, но и ростового субстрата и видовой принадлежности растений.

В ходе оценки влияния НЧОЖ на растения исследователей волнуют такие вопросы, как возможность проникновения частиц в растительные ткани, их накопления и передачи по пищевой цепи; влияние на фотосинтетический аппарат, биомассу и урожайность, а также изменение элементного состава растений.

В работах [1] описывается эксперимент с кукурузой сахарной. Во время эксперимента использовались наночастицы типа Fe_3O_4 , размером ~7.98 нм, покрытые гидроксидом тетраметиламмония, в концентрации 10, 50, 100, 150, 200 и 250 мкг/л (феррофлюид). В ходе эксперимента семена кукурузы закладывались в чаши Петри с ростовой средой на 12 суток, при этом производились ежедневные добавки 15 мл растворов нч. В результате чего накопление НЧ в растении и урожае не обнаружено, происходит увеличение длины проростков, количества ДНК (возможно, хлоропластов) на 10 % и хлорофилла а – на 13 % при концентрациях 10–50 мкг/л. ингибирование роста, снижение количества хлорофилла а и соотношения хлорофиллов а/в на 35 % при 100–250 мкг/л.

В работе [2] с кукурузой сахарной (*Zea mays*) применялись наночастицы типа Fe_3O_4 (Sigma-Aldrich), размером 50–100 нм, в концентрации 2 г/л. Семена кукурузы закладывались на фильтровальной бумаге с применением 5 мл суспензии НЧ, в течении 5 (7) суток в чаши Петри. В результате эксперимента накопление НЧ в растении и урожае не обнаружено, так же не обнаружено негативного влияния на прорастание семян и размер корней и побегов.

В итоге можно сделать вывод, что НЧОЖ в разумных количествах чаще улучшали всхожесть семян и стимулировали рост корней и/или побегов [1] либо никак не влияли на первые этапы развития [2].

Исследования проводили на семенах кукурузы сахарной (*Zea mays*). Семена проращивали в ростовой камере. Контрольный образец замачивали в дистиллированной воде, а экспериментальные проходили обработку в

суспензии НЧ металлов разной концентрации в течение 2 часов. После чего семена закладывали в чаши Петри по 50 штук, на подложку из влажной фильтровальной бумаги. Температура среды прорастания составляла + 20 °С. Эксперимент происходил при одинаковых температуре, освещенности и поливе. Полив происходил раз в сутки, только дистиллированной водой. Энергию прорастания семян определяли на 3-е сутки, а всхожесть на 7-е, согласно ГОСТ 12038–84.

Для эксперимента брались НЧ магнетита Fe₃O₄-ALB. Концентрация НЧ составляла 0,8 мг/мл, 1,2 мг/мл, 1,6 мг/мл, 2,4 мг/мл.

Также на часть образцов применялось воздействие вибрации частотой $f_{\text{вибр.}} = 10$ Гц.

Все образцы были разделены на 9 экспериментальных групп: I – контрольная – без обработки семян наночастицами и вибрацией; II – обработка семян наночастицами с концентрацией (СНЧ) 0,8 мг/мл; III – обработка семян наночастицами с СНЧ = 1,6 мг/мл; IV – обработка семян наночастицами с СНЧ = 2,4 мг/мл; V – обработка семян наночастицами с СНЧ = 1,2 мг/мл; VI – обработка семян наночастицами с СНЧ = 1,2 мг/мл и воздействие на них вибрацией с частотой $f_{\text{вибр.}} = 10$ Гц; VII – обработка семян наночастицами с СНЧ = 2,4 мг/мл и воздействие на них вибрацией с $f_{\text{вибр.}} = 10$ Гц; VIII – обработка семян наночастицами с СНЧ = 1,6 мг/мл и воздействие на них вибрацией с $f_{\text{вибр.}} = 10$ Гц.

Влияние исследуемых факторов на онтогенетические показатели Zea mays L. В отличие от контроля, энергия прорастания семян после обработки НЧ возрастала. На 3-е сутки лучше всего проросли семена групп IV и VII. Количество проросших семян в группе VII превышает соответствующий показатель как группы без влияния вибраций, так и контрольной группы. Наибольшее количество набухших семян – в IX группе, наименьшее – в I группе. Наибольшее количество не проросших семян кукурузы сахарной отмечено в III группе, а наименьшее – в I группе и в IX группе, и в группах IV, VII и VIII, где не проросших семян не наблюдалось. Стадия колеоптиля преобладает в IV и в VII группах.

Стимулирующее действие НЧ наблюдается у IV и VII групп, т.к. их показатель прорастания превышает контрольную группу. Остальные группы являются ингибиторными: их показатели меньше контрольной.

На 7-е сутки были сняты показания фаз развития. наибольшее количество семян находятся в стадии колеоптиля в IX группе, наименьшее – в контрольной группе. Группа, у которой преобладают два листа, – IV, а наименьшее значение наблюдается у контрольной группы I и у группы VI, где второй лист отсутствовал.

Влияние исследуемых факторов на морфометрические показатели Zea mays L. Влияние механических колебаний на длину стебля и корней кукурузы оказалось незначительным. Так, статистически значимое увеличение средних длин стебля кукурузы происходило в IV группе, корня

также в IV группе, II группе, VII группе и в VIII группе. Влияние вибрации на растения в меньшей степени отразилось на значениях среднего диаметра корней.

Увеличение длины стебля, в сравнении с контрольной группой, происходило в IV опытной группе (СНЧ = 2,4 мг/мл), а диаметра – в VIII группе (СНЧ = 1,6 мг/мл; $f_{\text{вibr.}} = 10$ Гц). Остальные группы имели значения меньше контрольной группы.

Длина корня, в сравнении с контрольной группой, возросла во II группе, IV и VII. Диаметр корня увеличился лишь в VI группе.

При использовании НЧ железа концентрации 2,4 мг/мл, повысилась энергия прорастания семян кукурузы сахарной на 36%, всхожесть – на 64%, увеличилась длина проростков на 24%, длина корня на 78% [3]. Ингибирующий эффект спровоцировали концентрации наночастиц 1,2 мг/мл. Таким образом, может служить рекомендацией возможность использования наночастиц железа с концентрацией 2,4 мг/мл без воздействия вибрации в качестве стимулятора роста *Zea mays* L.

Список литературы

1. Răcuciu M., Creangă D.E. TMA-OH coated magnetic nanoparticles internalized in vegetal tissue / M. Răcuciu, D.E. Creangă // Rom. J. Phys. – 2006. – Vol. 52. – P. 395–402.
2. Assessment of the phytotoxicity of metal oxide nanoparticles on two crop plants, maize (*Zea mays* L.) and rice (*Oryza sativa* L.) / Z. Yang // Int. J. Environ. Res. Public Health. – 2015. – Vol. 12. – P. 15100–15109.
3. Корниенко В. О. Влияние наночастиц Fe₃O₄ на онтогенез и морфометрические показатели кукурузы сахарной (*Zea mays* L.) / В. О. Корниенко, О. О. Кольченко, А. С. Яицкий // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки. – 2020. – № 08/2. – С. 30–36.

УДК 57.087

ФЛУОРИМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНОГО ФИТОПЛАНКТОНА

Курилова О.А., Чуфицкий С.В.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
kurilovao.a@bk.ru, chufitskyisergey@yandex.ru

На данный момент существует большое количество работ, посвященных проблемам мониторинга поверхностных вод [1–4]. Это связано с интенсивным антропогенным воздействием, в результате которого большое количество различных загрязняющих веществ попадают в окружающую среду [5]. В связи с этим для контроля состояния водной среды особое значение приобретает разработка тест-систем, которые

основаны на методах биоиндикации. Для решения данной задачи наиболее перспективным является метод флуориметрии, обладающий достаточной чувствительностью, информативностью и скоростью измерений [4].

Объектами исследования для данного метода могут служить экстракты пигментов, клетки фитопланктона, а также высшие растения. Основным преимуществом метода является возможность выполнения измерений на данных объектах *in vivo*. Следовательно, метод флуориметрии можно использовать в целях первичной оценки состояния водной среды, а также для биофизического анализа первичных процессов фотосинтеза [1, 6, 7].

Широкая вариативность применения метода флуориметрии связана с реализацией нескольких подходов к выполнению измерений. Выбор протокола измерений сопряжен с рядом трудностей как в реализации метода, так и интерпретации полученных данных, что при определенных условиях может значительно снижать эффективность метода [4, 6, 8]. Таким образом, возникает проблема подбора и реализации правильного протокола измерений.

Целью данного исследования является определение наиболее оптимальных методов флуориметрического анализа проб воды для экологического биомониторинга.

На данный момент существует три основных подхода к проведению флуориметрических измерений: P&P (Pump & Probe), PAM (Pulse Amplitude Modulation) и FRR (Fast Repetition Rate). Каждый из данных подходов имеет свои преимущества и недостатки.

При реализации метода Pump & Probe используется непрерывный луч света высокой интенсивности для индуцирования фотосинтетических процессов и генерации флуоресценции [4]. Как правило, измерения выполняют после продолжительной темновой адаптации образцов, что в значительной мере замедляет процесс измерения и не дает в полной мере реализовать данный метод в полевых условиях при экспресс-диагностике проб воды. Метод прямой регистрации является одним из первых протоколов измерений флуоресцентного отклика и предназначен, как правило, для выполнения лабораторных исследований [8]. На сегодняшний день данный метод флуориметрии практически не применяется.

Более совершенными и гибкими в плане возможностей реализации являются методики PAM и FRR.

При реализации PAM протокола измерений используется комбинация постоянного света и импульсного излучения, что позволяет увеличить интенсивность действующего света [6]. Методика подразумевает применение импульсов света низкой интенсивности, не вызывающих фотохимических реакций (измерительный свет – measuring light (ML)), коротких, около 1 мкс, вспышек света высокой интенсивности для максимального насыщения фотосинтетического аппарата

(насыщающие вспышки света – saturation pulse (SAT-pulse)), а также постоянного света субнасыщающей интенсивности, вызывающего начало первичных процессов фотосинтеза (актиничный свет – actinic light (AL)) [4]. Применение данных источников света в различных сочетаниях дает возможность оценить эффективность функционирования фотосистемы II, скорость электронного транспорта, а также интенсивность процессов нефотохимического тушения. Данный способ применим как в лабораторных, так и в полевых условиях [5].

С помощью подобного протокола представляется возможным подробно изучить динамику изменений флуоресцентных показателей при введении разного рода поллютантов. Например, Тодоренко Д.А. и Маторин Д.Н. [7] представили результаты исследований по воздействию тяжелых металлов в разных концентрациях на культуру пресноводных водорослей *Scenedesmus quadricauda*. Измерения флуоресцентных показателей проводили на импульсном флуориметре WaterPAM (Германия). Основными характеристиками для определения степени токсичности были постоянная F_0 и максимальная F_m флуоресценция, а также выход переменной флуоресценции $\frac{F_v}{F_m}$. Измерения проводили после экспозиции клеток водорослей в присутствии различных концентраций сульфата меди и наночастиц серебра в течение 24 ч. Похожие исследования проводили Осипов В.А. и Абдурахманов Г.М. [5], где объектами исследований выступали культуры водорослей *Thalassiosira weissflogii* и *Pseudo-nitzschia delicatissima*. Измерение параметров флуоресценции хлорофилла в культурах водорослей проводили на бортовом импульсном флуориметре.

Метод FRR предназначен для характеристики процессов на уровне ФС II, основанный на измерении переходов флуоресценции в ответ на серию субнасыщающих вспышек с контролируемой интенсивностью, длительностью и интервалами [6]. Ключевыми фотосинтетическими параметрами, которые можно вычислить с помощью FRR метода, являются: $\sigma_{PS II}$, F_0 , F_m p и скорости электронного транспорта внутри ФС II. При этом, возможность изменять интенсивность и длительность вспышек света, а также временные интервалы между ними обеспечивает высокую вариативность протоколов измерения, что в значительной степени расширяет возможности применения данного метода.

В статье Kolber Z.S. [8] были подробно описаны все три метода, их преимущества и недостатки. Весьма подробно был описан метод FRR, который позволяет независимо управлять фотохимическим и нефотохимическим тушением, а также редокс состоянием акцепторной и донорной стороны ФС II, тем самым оценивая вклад каждого процесса в выход переменной флуоресценции.

Методики для контроля состояния водной среды, созданные на основании флуориметрии, являются весьма перспективными и

вариативными. Различные подходы к проведению измерений обеспечивают получение широкого спектра данных, отражающих как общее состояние биоиндикатора, так и особенности протекания отдельных биофизических реакций. Вариативность применения FRR метода делает его более подходящим для выполнения задач непрерывного экологического биомониторинга водных объектов.

Список литературы

1. Беспалова С. В. Флуориметрия хлорофилла фитопланктона и другие методы в мониторинге водных объектов Донбасса / С. В. Беспалова, С. В. Чуфицкий, С. М. Романчук // Всерос. научн. конф. «Мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды. Основные результаты и пути развития (20-22 марта 2017 г., Москва): ИГКЭ, 2017. – С. 355–356.
2. Изучение токсичности сульфата меди и наночастиц серебра с использованием флуоресценции микроводорослей / Д. А. Тодоренко // Вестник РУДН, Серия экология и безопасность жизнедеятельности, 2014. – № 1. – С. 25–31.
3. Glorian H. Water Quality Monitoring in Northern India for an Evaluation of the Efficiency of Bank Filtration Sites / H. Glorian, T. // Water. – 2018. – Vol. 10, iss. 1804. – P. 1–15.
4. Samborska K. Monitoring and Modelling of Water Quality / K. Samborska, K. Korszun, R. Ulanczyk. – Institute for Ecology of Industrial Areas, 2012. – 189–221p.
5. Маторин Д. Н. Флуоресценция хлорофилла высших растений и водорослей / Д.Н. Маторин, А.Б. Рубин. – М.: Ижевск, 2012. – 256 с.
6. Гольцев В. Н. Переменная и замедленная флуоресценция хлорофилла *a* – теоретические основы и практическое приложение в исследовании растений / В. Н. Гольцев, М. Х. Каладжи, М. А. Кузманова – М.: Ижевск, 2014. – 220 с.
7. Осипов В. А. Использование флуоресценции хлорофилла «а» для биотестирования водной среды / В. А. Осипов // География и геоэкология. Юг России: экология, развитие. – 2012. – №2. – С. 93–98.
8. Kolber Z.S Measurements of variable chlorophyll fluorescence using fast repetition rate techniques: defining methodology and experimental protocols / Z. S Kolber, O. Prasil, P. G. Falkowski // Biochimica et Biophysica Acta. – 1998. – Vol. 1367. – P. 88–106.

УДК 577.0; 57.033

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ФОТОСИНТЕЗ И ФЛУОРЕСЦЕНЦИЮ РАСТИТЕЛЬНЫХ КЛЕТОК

Ляшова А.С., Чуфицкий С.В.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
arina_lyashova@mail.ru, chufitskyisergey@yandex.ru

Рост инфраструктуры крупных городов приводит к локальным изменениям фонового магнитного поля, источниками которого являются линии электропередач, кабельные системы, электростанции, электротехника, электроприводный транспорт и т.д. Согласно некоторым исследованиям магнитное поле способно влиять на метаболические

процессы в живых клетках и даже на их скорость деления [1], что в сложившихся условиях создает необходимость изучения действия данного внешнего фактора на живые организмы. В частности, в современных исследованиях рассматривается действие магнитных полей на растительные объекты, что связано с различного рода влиянием на их ростовые показатели и фотосинтетическую активность.

Целью исследования являлось изучение воздействия переменного и постоянного магнитного поля на фотосинтетическую активность и ростовые показатели растений.

Магнитное поле Земли является постоянным действующим фактором, к которому адаптированы все живые организмы. Диапазон магнитного поля Земли находится в пределах от 0 до ~ 67 мкТл и имеет вертикальную и горизонтальную составляющую [2]. Было доказано, что растения имеют высокую чувствительность к слабым (до 0,5 мТл) постоянным и переменным магнитным полям [3], однако реакция на действие поля у разных видов проявляется в разной степени [4]. Было обнаружено усиление скорости химических реакций в растительных клетках при воздействии постоянного магнитного поля индукцией до 100 мТл, что положительно сказывается на активности ферментов, фотохимической активности и степени дыхания. Такие фотобиологические процессы, как перенос электронов, генерация активной формы кислорода, а также интенсивность флуоресценции в фотосистемах I и II растений могут меняться под воздействием внешних магнитных полей, которые на несколько порядков превышают геомагнитное поле Земли [4]. Исследование [5] показывает, что на фотосинтетические пигменты растения значительно влияет интенсивность постоянного магнитного поля, а также продолжительность его действия. При увеличении индукции постоянного магнитного поля и времени его воздействия на семена растений, в проростках семян возрастали концентрации хлорофилла *a*, хлорофилла *b* и каротиноидов. Это объясняется увеличением внутренней энергии атомов пигментов и ускорением их синтеза [2]. При обработке растений постоянным магнитным полем возрастают выход флуоресценции хлорофилла *a* и температура листа растения, также качественные изменения происходят в структуре спектра флуоресценции [2].

Одним из факторов, обеспечивающих эффективность преобразования поглощенной энергии магнитного поля, является водная среда [2].

Облучение переменным магнитным полем может по-разному влиять на растения, в зависимости от напряженности переменного магнитного поля и продолжительности его действия. Облучение растения амплитудой магнитного поля 1,5 мТл, частотой 15 Гц и длительностью от 0,5 до 2 часов положительно повлияло на функциональное состояние тилакоидных мембран, ростовые характеристики растений и их выносливость. Можно предположить, что низкочастотное переменное

магнитное поле не вызывает существенных изменений активности кислород-выделяющего комплекса фотосинтетического аппарата, однако является причиной нарушений в протекании химических процессов. Таким образом, растение быстрее активирует защитные механизмы [6]. Воздействие переменного поля на культуру микроводоросли *Scenedesmus* sp. на протяжении более 24 часов имело стимулирующий эффект на скорость прироста биомассы. Экспериментальным путем было установлено, что наибольший прирост (в 2,5 раза по сравнению с контрольными значениями) наблюдается после 2–3 суток облучения при индукции переменного магнитного поля равной 25 мТл и частоте 6 Гц [1].

В исследовании [5] переменное магнитное поле индукцией 1 500 мТл имело стимулирующее влияние на уровень фотосинтетических пигментов при воздействии на них в течение 1 минуты, в то время как более длительная обработка (5 и более минут) имела сильное ингибирующее действие. Это можно объяснить поглощением молекулами пигментов энергии в результате взаимодействия с внешним магнитным полем, а также нарушениями процесса синтеза фотопигментов. Другие возможные объяснения снижения содержания пигментов заключаются в разрушении каротиноидов свободными радикалами или воздействии этих радикалов на фотосинтетические ферменты.

Действие магнитного поля на растительные клетки может иметь различный характер и зависит от его напряженности, и длительности воздействия на биообъекты. При этом возможны как стимулирующие эффекты, так и значительное угнетение ростовых показателей, а также ингибирование протекания фотосинтетических реакций.

Список литературы

1. Влияние длительности воздействия переменного магнитного поля на прирост одноклеточной водоросли *Scenedesmus* / Д. А. Усанов // Известия Саратовского университета, Сер. Химия, Биология, Экология. – 2010. – Т.10. – Вып.1. – С. 76–79.
2. Maffei M. E. Magnetic field effects on plant growth, development and evolution / M. E. Maffei // *Frontiers in Plant Science*. – 2014. – Vol. 5., iss. 445. – 15 p.
3. Belyavskaya N. A. Biological effects due to weak magnetic field on plants / N. A. Belyavskaya // *Advances in Space Research*. – 2004. – Vol. 34. – P. 1566–1574.
4. Galland P., Pazur A. Magnetoreception in plants / P. Galland, A. Pazur // *Journal of Plant Research*. – 2005. – Vol. 118. – P. 371–389.
5. Faten D. Magnetic fields induce changes in photosynthetic pigments content in date palm (*Phoenix dactylifera* L.) seedlings / D. Faten, J. M. Al-Khayri // *The Open Agriculture Journal*. – 2009. – Vol. 3. – P. 1–5.
6. Влияние низкочастотного переменного магнитного поля и гипертермии на рост и фотосинтез проростков гороха / Ю. В. Сеницына // *Современные проблемы науки и образования*. – 2014. – № 6. – С. 1–6.

ВЫСОКОГРАДИЕНТНЫЙ МАГНИТНЫЙ СЕПАРАТОР ДЛЯ СОРТИРОВКИ МАГНИТОМАРКИРОВАННЫХ КЛЕТОК ПО ВЕЛИЧИНЕ МАГНИТНОЙ ВОСПРИИМЧИВОСТИ

Павлов В.Н.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
v.russian@yandex.ru

Тема сепарации биологических клеток по их свойствам в медицине и биотехнологиях весьма актуальна, поэтому устройства, реализующие различные методы разделения клеток по заданным параметрам, а также устройства, обеспечивающие управление движением клеток, продолжают разрабатываться и совершенствоваться [1, 2]. Устройства разделения клеток в непрерывном потоке, описанные, к примеру, в работах [3–6] достаточно сложны. В настоящей работе приведено описание и проведено численное моделирование силовых характеристик простого устройства стержневого типа для высокоградиентной магнитной сепарации магнитомаркированных клеток.

В качестве прототипа был взят стержневой сепаратор, описанный в работе [7]. Для повышения его эффективности в наш сепаратор было добавлено несколько рядов стержней, образующих пространственный фильтр, с повторяющимися через равные расстояния зонами захвата одинаковой длины (см. рисунок 1). Магнитомаркированная клетка дрейфует в потоке буферной жидкости со скоростью v_0 , между стальными стержнями, находящимися в однородном магнитном поле \mathbf{B}_0 (рис. 1). Вблизи стержня сепаратора на клетку действует сила $\mathbf{F}_m = \Delta\chi V_p \mathbf{G}$, где, $\Delta\chi$ – разность магнитных восприимчивостей среды и клетки, V_p – объём магнитомаркированной клетки. В формуле (1) параметр $\mathbf{G} = \frac{1}{2\mu_0} \nabla(B_0^2)$ – это силовая функция, характеризующая величину силы, действующей на объект единичного объёма с магнитной восприимчивостью $\chi=1$ в заданной точке пространства [8]. Здесь μ_0 – магнитная постоянная.

Ускоряясь под действием силы \mathbf{F}_m , клетка движется со скоростью v_p к ближайшему стержню. При этом предполагается, что на небольшом участке траектории соблюдается баланс силы \mathbf{F}_m и силы гидродинамического сопротивления $\mathbf{F}_f = 6\pi\eta R_p v_p$. Здесь R_p – радиус клетки, η – кинематическая вязкость буфера. Сила Архимеда и сила тяжести в настоящем моделировании не учитывались.

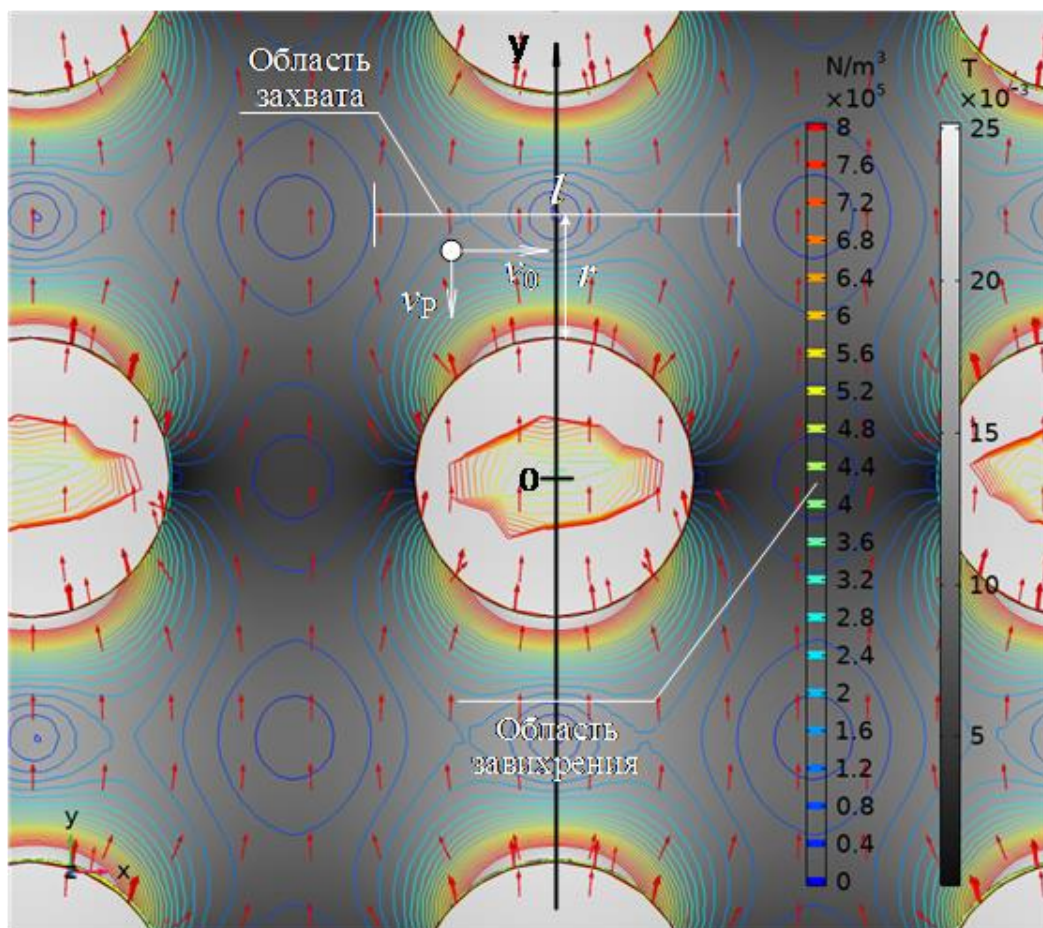


Рис. 1. Распределение полей в матрице из 15-ти стержней (3 ряда, по 5 – стержней в ряду). Показана центральная часть. Внешнее магнитное поле B_0 направлено вдоль оси y . Направление результирующего магнитного поля B показано стрелками. Модули B и G показаны темной фонов и изолиниями соответственно.

Так как для магнитомаркированных клеток магнитная восприимчивость среды пренебрежимо мала по сравнению с их восприимчивостью, то она тоже не учитывалась. После всех этих предположений, приравнивания формулы (1) и (2), для скорости движения магнитомаркированной клетки к ближайшему стержню v_p получим:
$$v_p = \frac{\chi_p}{6\pi\eta R_p} G.$$
 Как видно из этой формулы скорость движения клетки к стержню, а также сила удержания F_m , определяется силовой функцией (внешним магнитным полем) и магнитной восприимчивостью магнитомаркированных клеток χ . Предполагается что все прочие параметры одинаковы для всех клеток. Рис. 2 дополняет рис. 1 и даёт более полное представление о распределении полей вблизи стержней решётки. Графики на рис. 2 получены с использованием программного пакета COMSOL 5.4

Модуль скорости потока – v_0 , определяет время, которое частица будет находиться в области захвата. За это время клетка может быть

притянута к стержню в том случае, если она имеет магнитную восприимчивость, позволяющую развить необходимую для преодоления τ (половины расстояния между поверхностями соседних стержней, см. описание к рис. 2) скорость. Иными словами скорость v_p , удовлетворяет условию: $v_p \geq r \frac{v_0}{l}$, где l длина области захвата.

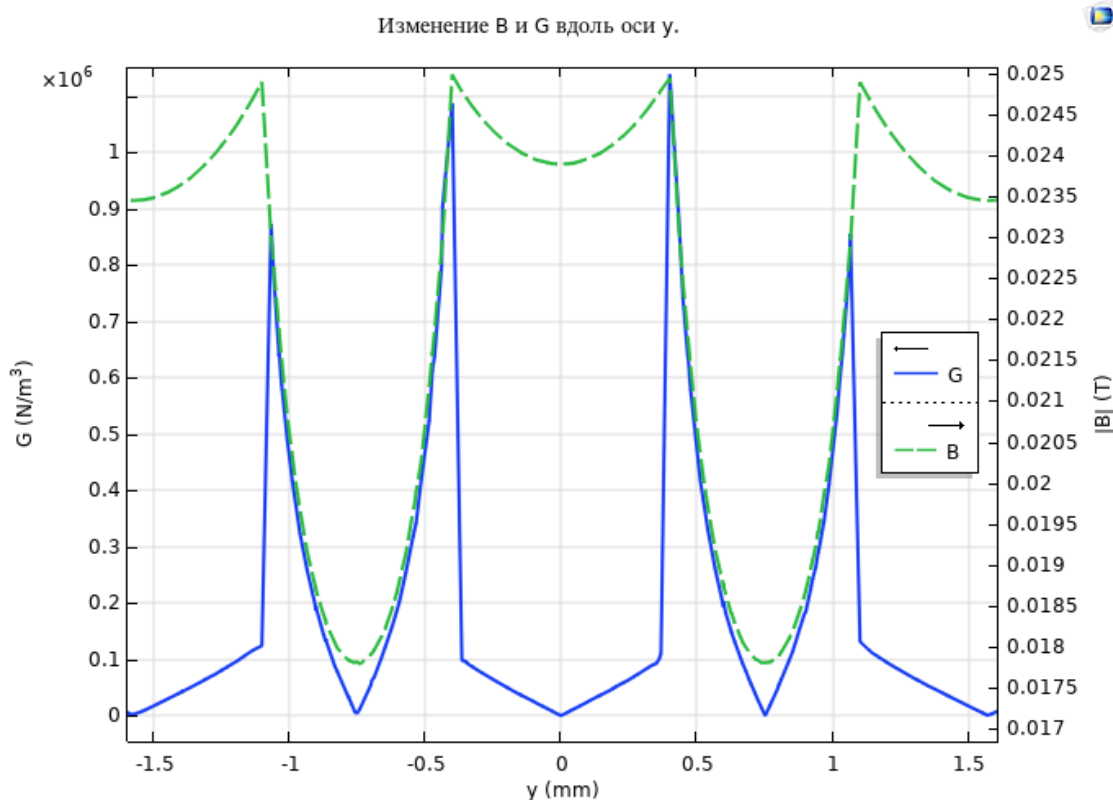


Рис. 2. Изменение модуля силовой функции $|G|$ и модуля магнитной индукции $|B|$ вдоль оси y , (см. рис. 1) для случая: внешнее поле $|B_0|=10$ мТ; диаметр стержня – 0,8 мм; расстояние между центрами стержней 1,5 мм; магнитная проницаемость стержня $\mu=500$. Ровно посередине между стержнями и независимо от шага решётки, $|G|$ обращается в ноль

Таким образом, изменение внешнего магнитного поля при постоянной скорости потока эквивалентно изменению нижнего порога χ , при которой клетка ещё может быть притянута и удержана сепаратором, что позволяет сепарировать клетки по магнитной восприимчивости.

Список литературы

1. Dalili A. A review of sorting, separation and isolation of cells and microbeads for biomedical applications / A. Dalili // *Analyst*. – 2019. – Vol. 144. – P. 8.
2. Luo T. Microfluidic single-cell manipulation and analysis: methods and applications / T. Luo // *Micromachines*. – 2019. – Vol. 10. – P. 104.
3. Pamme N. Continuous sorting of magnetic cells via on-chip free-flow / N. Pamme, C. Wilhelm // *Lab Chip*. – 2006. – Vol. 6. – P. 974–980.

4. Svoboda J. Magnetic techniques for the treatment of materials / J. Svoboda // Kluwer Academic Publishers. – 2004. – Vol. 6. – P. 206–207.
5. Tsai H. Analytical and preparative applications of magnetic split-flow thin fractionation on several ion-labeled red blood cells / H. Tsai // BioMagnetic Research and Technology. – 2006. – Vol. 4. – P. 6.
6. Волканин Е. Е. Магнитная сепарация наночастиц в липидных оболочках по фракциям: дис. на соиск. научн. степ. канд. техн. наук: спец. 05.09.01 «Электрические машины и аппараты» / Е. Е. Волканин; Кременчугский нац. ун-т им. Михайла Остроградского. – Кременчуг, 2015. – С. 59. – С. 150–163.
7. Пат. 62963. МПК В03С 1/02 (2006.01). Фракционер № u201101535; заявл. 10.02.2011 ; опубл. 26.09.2011, Бюл. № 18.
8. Кириленко А. В. Анализ силового воздействия высокоградиентного магнитного поля на магнитные наночастицы в потоке жидкости / А. В. Кириленко, В. Ф. Чехун, А. Д. Подольцев и др. // Reports of the National Academy of Sciences of Ukraine. — 2010. – № 9. – С. 162–172.

УДК 577.3

ОЦЕНКА МЕХАНИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ *JUNIPERUS VIRGINIANA* L.

Сагина Ю.В., Ибрагимхалилова Д.В.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
julia13zara@gmail.com

На сегодняшний день активно развивается направление экологической биофизики, сосредоточенное на оценке влияния экологических факторов на древесные растения, произрастающие в условиях юго-востока степной зоны [1–7].

Цель работы – оценить механическую устойчивость насаждений *Juniperus virginiana* L. в условиях действия природно-климатических факторов.

Исследования проводили на куртинах можжевельника виргинского (*Juniperus virginiana* L.) произрастающего в дендрарии Донецкого ботанического сада (ДБС). Контрольная группа отличалась от экспериментальной наличием первого ряда можжевельника казацкого (*Juniperus sabina* L.) растущего по периметру и создающего преграду для прохождения прямых лучей (рис. 1).



Рис. 1. Контрольная куртина *Juniperus virginiana* L.
(по Корниенко, 2020 [1])

Экспериментальная группа – монокуртины можжевельника виргинского [1, 2].

Для статистической обработки данных использовали программы «Statistica 8» (StatSoft Inc.) и «Excel 2010» (Microsoft Corporation). Достоверность отличий средних значений определяли с использованием t-критерия Стьюдента.

В монокуртинах можжевельника виргинского (экспериментальная группа) при действии природно-климатических факторов происходит изменение формы кроны. Это приводит к снижению общей механической устойчивости и повышению аварийности как отдельных растений (в основном на краю древостоя), так и куртины в целом (рис. 2). В контрольных насаждениях практически отсутствуют выпавшие растения, а также деформированные в результате влияния экологических факторов.

Для сохранения растений необходимо снижать действие света на нижнюю часть ствола методом обматывания их защитным волокном или применением защитных чехлов. Укреплению канатами и подпорками подлежат деревья, необратимо изогнувшиеся вследствие потери упругости и разрывов тканей от критической нагрузки.



Рис. 2. Экспериментальные насаждения *Juniperus virginiana* L.

Список литературы

1. Корниенко В. О. Влияние природно-климатических факторов на механическую устойчивость и аварийность древесных растений на примере *Juniperus virginiana* L. / В. О. Корниенко // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2020. – № 134. – С. 93-100.
2. Корниенко В. О. Экологическое значение биомеханических свойств древесных растений на примере *Juniperus virginiana* L. / В. О. Корниенко, В. Н. Калаев // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2018. – № 1. – С. 97–103.

3. Корниенко В. О. *Acer platanoides* L. в условиях антропогенной нагрузки г. Донецка / В. О. Корниенко, О. Р. Кольченко, Т. Б. Матвеева // Самарский научный вестник. – 2019. – Т. 8., № 3 (28). – С. 46-52.
4. Корниенко В. О. Влияние температуры на биомеханические свойства древесных растений в условиях закрытого и открытого грунта / В. О. Корниенко, В. Н. Калаев, А. О. Елизаров // Сибирский лесной журнал. – 2018. – №6. – 91–102.
5. Корниенко В. О. Новый методический подход к оценке механической устойчивости зелёных насаждений в городской среде / В. О. Корниенко, С. А. Приходько // Самарский научный вестник. – 2018. – Т. 7., № 2 (23). – С. 72–77.
6. Корниенко В. О. Оценка жизненного состояния древесных насаждений в условиях урбанизированной среды / В. О. Корниенко, С. А. Приходько, А. С. Яицкий // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки. – 2020. – № 03/2. – С. 14-19.
7. Корниенко В. О. Механическая устойчивость древесных пород и рекомендации по предотвращению их аварийности в городских насаждениях / В.О. Корниенко, В.Н. Калаев. – Воронеж: Роза Ветров, 2018. – 92 с.

УДК 542.934.8

ВЛИЯНИЕ СОРБЦИИ ИОНОВ КОБАЛЬТА НА ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ ДРОЖЖЕВЫХ КЛЕТОК

Тарасова О.О., Коняхин Е.И.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
olga.olegovna.tarasova@gmail.com, konyahine@gmail.com

Одной из главных проблем, стоящих в настоящий момент перед человечеством является нехватка питьевой воды. Эта проблема может быть разрешена посредством разработки методов регенерации сточных вод. Наиболее сложным для ее решения является очистка воды от растворенных в ней солей, в том числе солей тяжелых металлов и в частности солей кобальта. На сегодняшний день, наиболее перспективным методом очистки воды от растворенных в ней органических веществ является биосорбция. За последние годы проблемам биосорбции ионов тяжелых металлов (ТМ) различными микроорганизмами было посвящено множество работ [1–4]. Перспективными, в ряду используемых микроорганизмов, являются пекарские дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*, как дешёвая и доступная форма микроорганизмов. Биосорбция ионов ТМ осуществляется клетками дрожжей за счет находящихся на поверхности клеток активных сайтов – функциональных групп, участвующих в связывании ионов ТМ с поверхностью клетки или обеспечивающих протекание их химического взаимодействия с поверхностью клетки. При

этом известно, что живые клетки сорбируют ионы ТМ более интенсивно за счет наличия стадии активной сорбции. При наличии активной сорбции живыми клетками наблюдается более длительная зависимость от времени сорбции, чем при чисто пассивном механизме сорбции [2, 3].

Цель работы – исследовать влияние сорбции ионов Co^{2+} на жизнеспособность дрожжевых клеток при варьировании времени сорбции и концентрации ионов Co^{2+} в растворе культивирования.

В настоящей работе использовалась суспензия регидратированных пекарских дрожжей фирмы «Lesaffre» (Франция) в физиологическом растворе. Сорбция ионов Co^{2+} дрожжевыми клетками проводилась при добавлении в исходную суспензию дрожжей раствора CoCl_2 для создания в среде культивирования концентраций ионов Co^{2+} 0,01; 0,02; 0,03 и 0,04 моль/л. В ходе исследований время экспозиции дрожжевых клеток в растворе с добавлением ионов Co^{2+} варьировалось от 0 до 120 минут с шагом 30 минут. Опыты проводились при температуре $T = (22 \pm 1)^\circ\text{C}$.

Жизнеспособность популяций дрожжевых клеток до и после сорбции ионов Co^{2+} оценивалась по доле живых клеток в популяции. Для определения доли живых и мертвых клеток в исследуемых популяциях использовался метод подсчета окрашенных метиленовым синим клеток в камере Горяева. В качестве контроля для каждой из обработанных суспензий дрожжей служили образцы суспензий клеток, которые не контактировали с раствором ионов Co^{2+} . Все эксперименты проводились в трех повторениях и полученные данные усреднялись.

В результате исследований были получены данные о жизнеспособности дрожжевых клеток *Saccharomyces cerevisiae* после сорбции ионов Co^{2+} при различных концентрациях ионов Co^{2+} и времени сорбции 90 минут. Полученные данные после усреднения представлены на рис. 1.

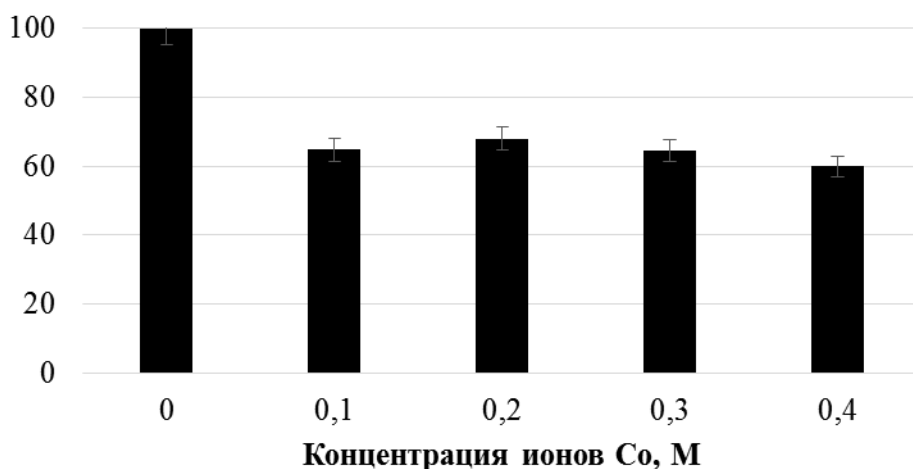


Рис. 1. Относительная жизнеспособность дрожжей, в зависимости от концентрации ионов Co, %

Влияние времени сорбции проводилось при концентрации ионов Co^{2+} 0.04 моль/л. Полученные данные представлены на рис. 2.

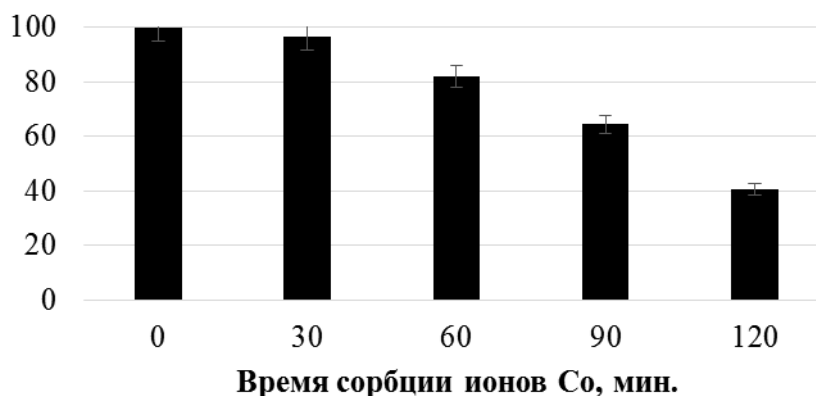


Рис. 2. Относительная жизнеспособность дрожжей, в зависимости от времени сорбции ионов Co^{2+} , %

Все данные на рис. 1 и 2 нормированы на жизнеспособность контрольной популяции. Таким образом жизнеспособность популяции, которая не контактировала с ионами Co^{2+} равняется 100 %. Для всех остальных исследованных популяций показаны изменения их жизнеспособности после сорбции ионов Co^{2+} относительно контрольной суспензии.

Из графика, приведенного на рисунке 1 видно, что после сорбции ионов Co^{2+} в течении 90 минут даже при минимальной исследованной концентрации ионов Co^{2+} наблюдается существенное падение относительной жизнеспособности дрожжевых клеток. При увеличении концентрации Co^{2+} от 0,01 моль/л до 0,04 моль/л, жизнеспособность дрожжевых клеток с увеличением концентрации ионов кобальта практически не меняется в пределах погрешности эксперимента. Следовательно, концентрации ионов Co^{2+} большие 0.01 моль/л являются губительными для дрожжевых клеток. Также необходимо отметить, что при концентрациях ионов кобальта 0,03–0,04 моль/л наблюдалась повышенная агрегация клеток дрожжей.

Из анализа рис. 2 видно, что, при минимальном из исследованных времен сорбции (30 минут), падения жизнеспособности в пределах погрешности эксперимента не наблюдается. Учитывая данные работы [4], в которой наблюдали стимуляцию метаболизма дрожжевых клеток при таком же времени сорбции и меньших концентрациях ионов кобальта (0,3 мМ) наши данные согласуются с данными работы [4]. Также из анализа рисунка 2 видно, что при увеличении времени сорбции ионов кобальта в интервале 60–120 минут относительная жизнеспособность дрожжевых клеток монотонно понижается.

В настоящей работе исследовано влияние сорбции ионов Co^{2+} на жизнеспособность дрожжевых клеток при варьировании времени сорбции и концентрации ионов Co^{2+} в растворе культивирования. Установлено, что жизнеспособность дрожжей снижается с увеличением времени сорбции больше 60 минут и концентрации ионов Co^{2+} в среде культивирования больше 0,01 М. Высокие концентрации ионов кобальта губительны для дрожжевых клеток, и, по-видимому, блокируют активный механизм сорбции ионов Co^{2+} .

Список литературы

1. Алосманов Р. М. Исследование кинетики сорбции ионов кобальта и никеля фосфорсодержащим катионитом / Р. М. Алосманов // Бакинский государственный университет, Баку. – 2009. – С. 427–432.
2. Аронбаев С. Д. Биосорбционное концентрирование тяжелых металлов и радионуклидов микроорганизмами и сорбентами на их основе. Обзор / С. Д. Аронбаев // Молодой ученый. – 2015. – № 24. – С. 31–50.
3. Аронбаев С. Д. Тенденции развития биосорбционной ремедиации сточных вод / С. Д. Аронбаев // Сб. трудов VI межд. научн. конф. Молодых ученых и талантливых студентов «Водные ресурсы, экология и гидрологическая безопасность». – М., 2012. – С. 169–172.
4. Смирнова Т. И. Сорбция кобальта (II) дрожжевыми микроорганизмами в слабом постоянном магнитном поле / Т. И. Смирнова // Вестник ТвГУ. Серия: Химия. – 2018. – № 1. – С. 52–58.

УДК 577.3

БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ПЕРЕМЕННОГО И МОДУЛИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА СЕМЕНА *HORDEUM VULGARE* L.

Фролова Е.Г.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР

Elena.Frolova.2011@yandex.ru

За последние десятилетия действие электромагнитных полей как экологического фактора резко увеличилось за счет антропогенного воздействия [1, 2, 4]. Уровень электромагнитного излучения техногенного происхождения в некоторых диапазонах значительно превысил уровень естественного излучения [2]. Чем более промышленно развита территория, тем разнообразнее процессы, формирующие техногенное поле.

Живые организмы постоянно находятся под воздействием электромагнитных полей с различными характеристиками, которые оказывают как стимулирующее, так и ингибирующее действие. В связи с

этим, в настоящее время все большую значимость приобретают исследования биологического действия модулированных электромагнитных полей. Такие исследования интересны и важны тем, что биологический эффект влияния модулированных электромагнитных полей зависит от характера и вида модуляции.

Активно развиваемым научным направлением в настоящее время является изучение воздействия низкочастотных электромагнитных полей на различные биологические системы [3, 4]. Использование низкочастотных электромагнитных полей для предпосевной обработки семян оказывает стимулирующее действие, повышает устойчивость растений к стрессовым факторам, способствует увеличению урожайности [5–7]. Следует отметить, что биологический эффект действия ЭМП различен у разных культур.

Объектом исследования являлись семена ячменя обыкновенного (*Hordeum vulgare* L.). Для эксперимента были взяты пробы семян по 100 штук в каждой. Группа I – контроль; группа II – находилась в условиях переменного магнитного поля с частотой $f=50$ Гц; группа III – в условиях переменного магнитного поля с частотой $f=42$ Гц; группа IV – в условиях модулированного переменного магнитного поля с частотой 7 Гц. Модулированное магнитное поле создавалось наложением переменных полей с частотами 50 и 42 Гц. Объект находился в условиях поля по 8 часов каждый день. Кроме магнитного поля все остальные факторы (температура, свет, влажность) были одинаковы. Действие поля определялось по длине проростков.

В ходе эксперимента было установлено, что в группе I наибольшее число проростков находится в интервале 35–55 мм; в группе II – в интервале 30–45 мм; в группе III – 25–55 мм; в группе IV – 20–40 мм.

Таким образом, сдвиг опытных проб по отношению к контролю составляет 10–20 мм и наиболее выражен в модулированном поле.

Пик нарастания разности средних длин проростков приходится на 8 день эксперимента, а после происходит резкое уменьшение. Снижение темпов роста проростков на 9 день отмечают также в исследованиях влияния ЭМП на проростки озимой пшеницы [5].

Полученные данные свидетельствуют, что модулированное поле с $f=7$ Гц дает больший биологический эффект, чем поля, его создающие, взятые по отдельности.

Список литературы

1. Эйди У. Р. Электромагнитное загрязнение планеты и здоровье / У. Р. Эйди, Х. Дельгадо, Ю. А. Холодов // Наука и человечество: международный ежегодник. – М., 1989. – С. 10–18.
2. Денисова Т. В. Влияние электромагнитных полей на биологические свойства почв / Автореф. дисс. д.б.н. Т.В. Денисова. – Ростов-на-Дону. – 2011. – 51 с.

3. Барышев М. Г. Влияние низкочастотного электромагнитного поля на биологические системы / М. Г. Барышев, Г. И. Касьянов, С. С. Джимаков // Известия вузов. Пищевая технология. – 2007. – № 3. – С. 44–48.
4. Шибкова Д. З. Эффекты воздействия электромагнитных излучений на разных уровнях организации биологических систем. / Д. З. Шибкова, А. В. Овчинникова // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 5. – С. 156–159.
5. Влияние электромагнитных полей на ранний онтогенез различных сортов озимой пшеницы / Сохова М. А. // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – № 6. – 8 с.
6. Урусбиева М. Х. Влияние магнитного поля на ростовые процессы мягкой пшеницы в начальный период онтогенеза / М. Х. Урусбиева // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 3. – 8 с.
7. Казакова А. С. Влияние предпосевной обработки семян ярового ячменя электромагнитным полем переменной частоты на их посевные качества / А. С. Казакова, М. Г. Федорищенко, П. А. Бондаренко // Технология, агрохимия и защита сельскохозяйственных культур. – 2005. – С. 207–210.

УДК 577.344

**ФОРМИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННО НЕОДНОРОДНОГО
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОТНОСТЕЙ ХИЩНИКОВ И ЖЕРТВ В
МОДЕЛИ СО СКОРОСТЬЮ ИЗМЕНЕНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ ЖЕРТВ,
ЗАВИСЯЩЕЙ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОГО
МЕТАБОЛИТА**

Череповский Р.И., Губарев А.А.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР

Gubarev_A_A_@mail.ru

Неоднородное распределение плотности численности особей популяции, в частности фитопланктона, является открытой проблемой. В теоретических работах исследуется формирование такого неоднородного распределения для случая условий, не зависящих от пространственных координат. Домбровским Ю.А. и Маркманом Г.С. предложена идея эктокринного регулирования плотности, построена модель для изолированной популяции фитопланктона. Эта идея в дальнейшем была развита в работе [1]. Как в работе Домбровского и Маркмана, так и в работе [1] исследовалось формирование неоднородного распределения плотности одновидовой популяции фитопланктона на одномерном ареале.

В данной работе исследуется модель типа хищник – жертва, описывающая плотности внутри ареала прямоугольной формы системой уравнений

$$\begin{cases} \frac{\partial N_1}{\partial t} = D_{N_1} \Delta N_1 + (a_0 + gM)N_1 - d_1 N_1 N_2, \\ \frac{\partial N_2}{\partial t} = D_{N_2} \Delta N_2 + b_1 N_1 N_2 - d_2 N_2^2, \\ \frac{\partial M}{\partial t} = D_M \Delta M + cN_1 - eM, \end{cases} \quad (1)$$

где N_1 , N_2 – плотности численности жертв и хищников, M – концентрация биологически активного метаболита в среде; D_{N_1} , D_{N_2} , D_M – коэффициенты, характеризующие подвижность жертв, хищников и метаболита («коэффициенты диффузии»). На границах ареала заданы однородные условия Неймана (условия изолированности ареала). Слагаемое $d_2 N_2^2$ описывает зависящую от плотности смертность популяции хищников; слагаемое $(a_0 + gM)N_1$ – скорость увеличения численности жертв, зависящую от концентрации метаболита M . В данной работе исследовалось влияние метаболита, выделяемого жертвами и воздействующего только на жертв. Простейшим выражением для такой скорости выделения метаболита будет пропорциональность плотности жертв (слагаемое cN_1 в третьем уравнении). Метаболит распадается со временем со скоростью eM .

Неоднородное распределение плотности фитопланктона имеет вид пятен плотности. В данной работе вводится достаточно естественная минимальная модификация системы хищник – жертва, приводящая к формированию пространственно неоднородного распределения хищников и жертв в результате потери устойчивости однородных распределений (диффузионная неустойчивость).

Система (1), содержащая 10 параметров, при помощи замены $N_1 = \frac{a_0}{b} n_1$, $N_2 = \frac{a_0}{d_1} n_2$, $M = \frac{c}{b} m$, $t = \frac{\tau}{a}$ приводится к системе содержащей 6 параметров

$$\begin{cases} \frac{\partial n_1}{\partial \tau} = D_1 \Delta n_1 + (1 + \gamma m)n_1 - n_1 n_2, \\ \frac{\partial n_2}{\partial \tau} = D_2 \Delta n_2 + n_1 n_2 - \delta n_2^2, \\ \frac{\partial m}{\partial \tau} = D_3 \Delta m + n_1 - \varepsilon m, \end{cases} \quad (2)$$

где $\gamma = g/a$, $\delta = d_2/d_1$, $\varepsilon = e/a$, $D_1 = D_{N_1}/a$, $D_2 = D_{N_2}/a$, $D_3 = D_M/a$. Локальная система, соответствующая (2) имеет точку покоя

$B\left(\frac{\varepsilon\delta}{\varepsilon-\delta\gamma}, \frac{\varepsilon}{\varepsilon-\delta\gamma}, \frac{\delta}{\varepsilon-\delta\gamma}\right)$ лежащую внутри первой четверти, если $\varepsilon > \delta\gamma$

(точка сосуществования хищников и жертв). В работе получены условия устойчивости этой точки покоя и показано, что в случае $D_2 \gg D_1$ (подвижности хищников много больше подвижности жертв) пространственно однородное распределение плотностей, соответствующее устойчивой точке покоя является неустойчивым. При определённом выборе значений остальных параметров для диффузионной неустойчивости достаточно превышения D_2 значения D_1 всего лишь в 10 раз. Типичное распределение плотности жертв имеет вид пятен высокой плотности, которые разделены большими областями с плотностью близкой к нулю. Плотность хищников распределена немного более равномерно по ареалу. Распределения плотностей зависит от одной координаты, только в случае прямоугольного ареала с очень малой длины одной из сторон.

Список литературы

1. Жданова О. Л. Моделирование динамики фитопланктона с учетом механизмов эктокринного регулирования / О. Л. Жданова, А. И. Абакумов // Математическая биология и биоинформатика. – 2015. – Т. 10, № 1. – С. 178–192.

УДК 581 : 902.672

КОНЦЕНТРАЦИЯ ПЫЛЬЦЫ *TRAGOROGON MAJOR* L. В ВОЗДУХЕ ДОНЕЦКО-МАКЕЕВСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

Абрусник М.А.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
kf.botan@donnu.ru

Палинологический мониторинг экотопов Донбасса представляет собой приоритетное направление кафедры ботаники и экологии ДонНУ [1–3]. В диагностике промышленной среды пыльцевые зёрна являются объектом тотального скрининга и экологического мониторинга [2, 4–6], поскольку их дискретные характеристики коррелируют с ежедневными изменениями в экотоксикологических параметрах воздушной среды [2, 4].

Цель работы – произвести расчет концентрации пыльцы *Tragorogon major* L. (см. рис. 1, 2) на территории Донецко-Макеевской промышленной агломерации. Всё анализируемое геопространство было разделено на 20 квадратов в соответствии с количеством учетных площадей.

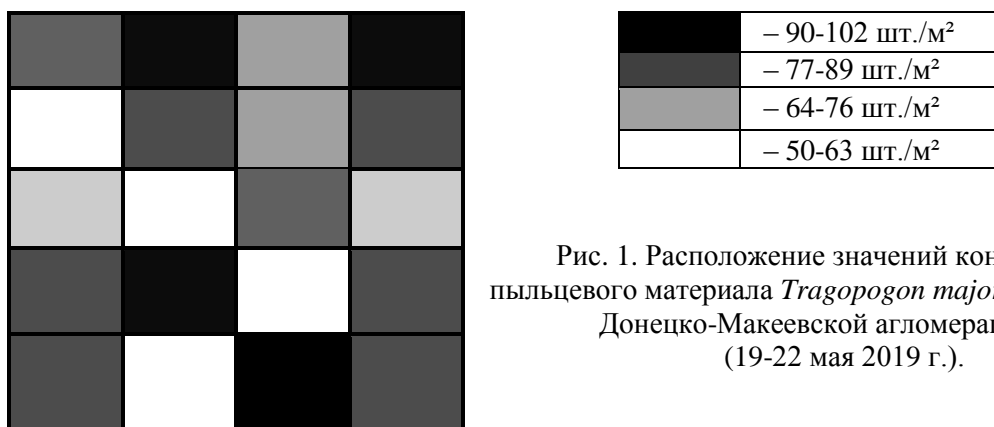


Рис. 1. Расположение значений концентрации пыльцевого материала *Tragorogon major* в условиях Донецко-Макеевской агломерации (19-22 мая 2019 г.).

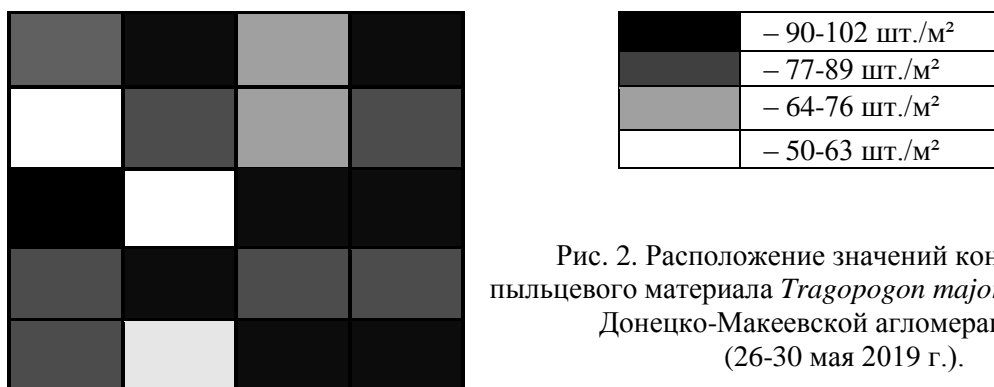


Рис. 2. Расположение значений концентрации пыльцевого материала *Tragorogon major* в условиях Донецко-Макеевской агломерации (26-30 мая 2019 г.).

Основа адаптированного палиноструктурного микроскопирования – световое оптическое исследование поля зрения увеличителя в перерасчет на реальные размеры в м². Вся территория зоны мониторинга была проанализирована в ранжированном диапазоне (на 4 степени опасности). Концентрация определена в расчете на количество пыльцевых зерен, осевших за сутки на предметное стекло с желатиновым покрытием.

Отмечена динамика показателей концентрации пыльцы аллергенного вида растений: по сравнению со 2-й декадой мая 2019 г. вычисляемые параметры в 3-й декаде достоверно увеличились, что отражает фенопаузу цветения в пике проявления. Есть возможность в дальнейшем составлять и корректировать маршруты прогулок людей; из практики суточной активности подтверждено, что максимальный выброс осуществляется в утреннее время с 6 до 8 часов, – в это время людям, склонным к аллергическим проявлениям, не рекомендуется проветривать помещения и находиться на открытой местности без средств индивидуальной защиты.

Установлено, что большая часть территории в период цветения *Tragopogon major* имеет повышенные уровни воздействия фитоагента и может быть причиной аллергических реакций у местного населения.

Список литературы

1. Глухов А. З. Состояние пыльцы *Tripleurospermum perforatum* (Merat) M. Lairp и *Cichorium intybus* L. при загрязнении почв тяжелыми металлами / А. З. Глухов, И. Н. Остапко, А. И. Сафонов // Промышленная ботаника. – 2001. – Т 1. – С. 84–87.
2. Сафонов А. И. Палинологический скрининг в мониторинговой программе Центрального Донбасса / А. И. Сафонов, Н. С. Мирненко // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2019. – № 3-4. – С. 43–48
3. Бойко Н. В. Палинологический материал *Taraxacum officinale* (L.) Webb ex Wigg. в условиях г. Донецка / Н. В. Бойко, А. И. Сафонов // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов: Сб. материалов XIII Междунар. научн. конф. аспирантов и студентов (Донецк, 16-17 апреля 2019 г.). – Донецк: Изд-во ДонНТУ, 2019. – С. 84–86.
4. Мирненко Н. С. Спорово-пыльцевой метод в Донбассе на основе научных рекомендаций ученых России / Н. С. Мирненко, А. И. Сафонов // Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса: Матер. Междунар. научн. конф. студентов и молодых ученых (Донецк, 17-20 октября 2017 г.). – Том 2: Химико-биологические науки. – С. 97–99.
5. Сафонов А. И. Диагностика воздуха в г. Донецке по спектру скульптур поверхности пыльцы сорно-рудеральных видов растений / А. И. Сафонов, Н.С. Захаренкова // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2016. – № 1-2. – С. 18–24.
6. Мирненко Н. С. Тератоморфы пыльцевых зёрен *Ambrosia artemisiifolia* L. селитебных территорий г. Донецка / Н. С. Мирненко // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2017. – № 1-2. – С. 26–31.

НАУЧНЫЕ ЭКСКУРСИИ О РАСТЕНИЯХ-ИНДИКАТОРАХ ДОНБАССА

Абуснайна М.В., Стреблянская Е.В.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
kf.botan@donnu.ru, mayya.abusnaina@mail.ru

Экологическое образование и воспитание является неотъемлемой задачей учебного процесса и научной работы студентов, специализирующихся на кафедре ботаники и экологии биологического факультета ДонНУ [1–3], что обосновано исторически и обусловлено сложной экологической ситуацией в регионе. В начатой тематике формирования научной экскурсии [4] предложена и текущая разработка, которая рассматривается как элемент внедрения и популяризации научных знаний в образовательный процесс для биологов и экологов ДонНУ [5].

Цель работы – осветить спектр тематик и научных направлений экскурсионных аспектов для реализации в образовательной деятельности эколого-ботанического содержания.

В методической реализации эксперимента использованы наработки преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов кафедры ботаники и экологии Донецкого национального университета [1–3, 5].

Общие блоки тематических направлений научных экскурсий следующие: микроскопический мир растений-индикаторов техногенного региона (с использованием оригинального фотоматериала под микроскопом, биноклем, при увеличении обычной лупой); индикация перекрестков и автотрасс, экологически правильное зеленое зонирование городов Донецкой Народной Республики (по данным структурного адаптациогенеза, состоянию элементов сорно-рудеральной фракции урбанофлоры); эстетический анализ улиц (архитектурное и ландшафтное решение, научное обоснование стилей, пропорций, сочетания размерностей и цветовой композиции); вертикальное и горизонтальное озеленение (сезонные экскурсии открытого типа, примеры конкретных уголков парковых и селитебных зон города); качество водоемов наших городов (сбор информации, анализ при микроскопировании, технологии учета гидробиологических показателей); придорожные полосы и микрокомпозиции цветочно-декоративного назначения; брендовые цветники центральных улиц и парковых зон городов; успехи создания и функциональной работы рекреационных территорий (анализ гипсометрических и колористических решений в гармонии урбанистики, представление примерного ряда сезонных явлений и динамики внешнего вида малых ландшафтов при локальной точке обзора); сочетание

ландшафтных стилей с учетом информации о растительном материале разных функциональных экотопов городов Донбасса.

Указанные темы апробированы в образовательных учреждениях и организациях Донецка, Макеевки, Енакиево, Горловки, Кировское, Харцызска, Дебальцево, Шахтерска и Снежное.

Список литературы

1. Сафонов А. И. Введение в специализацию на кафедре ботаники и экологии ДонНУ / А. И. Сафонов, Н. С. Захаренкова, Э. И. Мирненко // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности : Матер. I Междунар. научн. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 196–197.
2. Сафонов А. И. Образовательные технологии подготовки биологов специализации по садово-парковому дизайну в Донецком национальном университете / А. И. Сафонов, А. З. Глухов, С. А. Приходько и др. // Проблемы и перспективы развития современной ландшафтной архитектуры: Матер. Всероссийской научно-практической конф. с международным участием – Симферополь: Изд-во КФУ, 2017. – С. 73–75.
3. Сафонов А. И. Специфика подготовки учебно-методической продукции ботанико-экологического содержания для научной библиотеки ДонНУ / А. И. Сафонов // Донецкие чтения 2019: Образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Матер. IV Междунар. научн. конф. (Донецк, 31 октября 2019 г.). – Т. 6. Ч. 2. – Педагогические науки. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2019. – С. 294–297.
4. Абуснайна М. В. Фитоиндикация как научный ресурс организации экологического образования / М. В. Абуснайна, Е. В. Стрелянская, Н. В. Коротенко // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». Донецк: ДонНУ, 2020. Вып. 12, Т.1: Естественные науки. – С. 5–8.
5. Сафонов А. И. Преемственность экологического образования в системе "школа – университет – предприятие" / А. И. Сафонов // Экологическая ситуация в Донбассе. – Т. 1. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2016. – С. 151–154.

УДК 581.2 : 581.15 (477)

ТЕРАТОМОРФНОСТЬ СЕМЯДОЛЬНОГО АППАРАТА КАК ИНДИКАТОР ЗАГРЯЗНЕНИЯ СРЕДЫ

Бойко Н.В.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
boikontsh@gmail.com

В аспекте начатых эмбриологических исследований сорно-рудерального апомиктичного вида *Taraxacum officinale* (L.) Webb ex Wigg на территории г. Донецка [1] возникла необходимость детального исследования сопряженных генеративных структур, поскольку большинство из них, проявляя свою экологическую пластичность, рассматриваются в качестве фитоиндикационных критериев проводимого

мониторинга состояния среды в промышленном регионе [2–5], включая и *T. officinale* [6].

Цель работы – используя имеющиеся публикации по фитотератогенезу в Донбассе [3, 5], выделить наиболее часто встречающиеся формы структурных отклонений у *Taraxacum officinale* (L.) Webb ex Wigg в норме и патологии (см. рис.) на центральных улицах г. Донецка. Эксперимент проведен повторно в марте 2019 и 2020 гг. на проростках после периода покоя в искусственных условиях температурного двухмесячного холодного стресса.



Рис. Тератологические варианты строения эмбрионального аппарата *Taraxacum officinale* (L.) Webb ex Wigg:

А – норма, Б – схизокотилия, В – трикотилия, Г – гипергенезия

Определена экотопическая разница частоты встречаемости аномалий в строении семядольного аппарата *T. officinale*:

- для территорий социально-бытового назначения (схизокотилия – 5 %, трикотилия – 4 %, гипергенезия – 3 %, чаты регистрации точечных и краевых некрозов семядольных листьев);

- для буферных территорий промышленных предприятий в черте города (схизокотилия – 11 %, трикотилия – 9 %, гипергенезия – 9 %, индикатором визуализированных отклонений – частые хлорозы на верхушках листовых пластинок семядольного происхождения);

- для техногенных объектов на примере отвалов угольных шахт в г. Донецке (схизокотилия – 7 %, трикотилия – 9 %, гипергенезия – 8 %);

- для рекреационной парковой характеристики экотопа (схизокотилия – 5 %, трикотилия – 6 %, гипергенезия – 6 %, характерна большая интенсивность развития настоящих листовых пластин в сравнении с семядольным аппаратом экземпляров, сформировавших своё генеративное потомство в антропогенно напряженных учетных площадях города).

Результаты сравнения данных в разные поды подтвердили общую статистику отмеченной закономерности. В дальнейших исследованиях возможен дифференциальный анализ тканевых структур семядольного аппарата *T. officinale*.

На основании полученных данных установили, что степень трансформации и геохимической нарушенности экотопа стимулирует большую структурную гетерогенность среды промышленного города; эмбриональный аппарат является надежным информативным критерием фитоиндикации.

Список литературы

1. Бойко Н. В. Палинографические результаты для некоторых фитоиндикаторов Донбасса / Н. В. Бойко, О. О. Фесенко, А. С. Медяник // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». – Донецк: ДонНУ, 2020. Вып. 12, Т.1.: Естественные науки. – С. 27–31.
2. Сафонов А. И. Фитоэмбриональный скрининг в экологическом мониторинге Донбасса / А. И. Сафонов // Зеленый журнал – Бюллетень ботанического сада Тверского государственного университета. – 2017. – Вып. 3. – С. 5–12.
3. Сафонов А. И. Тератогенез растений-индикаторов промышленного Донбасса / А. И. Сафонов // Разнообразии растительного мира. – 2019. – № 1 (1). – С. 4–16.
4. Сафонов А. И. Динамика фитомониторинговых показателей антропогенеза в Донбассе (2000-2019 гг.) / А. И. Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2020. – № 1-2. – С. 31–36.
5. Сафонов А. И. Структурная разнокачественность эмбриональных структур фитоиндикаторов в Донбассе / А. И. Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2016. – № 3–4. – С. 23–29.
6. Бойко Н. В. Палинологический материал *Taraxacum officinale* (L.) Webb ex Wigg. в условиях г. Донецка / Н. В. Бойко, А. И. Сафонов // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов: Сб. материалов XIII Междунар. науч. конф. аспирантов и студентов (Донецк, 16-17 апреля 2019 г.). – Донецк: ДонНТУ, 2019. – С. 84–86.

УДК582.296.32 : 632.15

СОЗДАНИЕ БРИОТЕКИ НА КАФЕДРЕ БОТАНИКИ И ЭКОЛОГИИ ДОНЕЦКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА

Бондарь Е.Н.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
bondar.liza2015@yandex.ru

Изучение биоразнообразия является ключевой задачей экологических исследований всех регионов мира. Для функционального применения растений каждая административная или социально-значимая единица имеет свои приоритеты в изучении. В современном промышленно развитом Донбассе таким приоритетом является проведение экологического мониторинга, в том числе с помощью растений-индикаторов [1–3], среди которых существенное внимание уделяется

мохообразным [4–6] как в аспекте накопления ими важных для экспертизы веществ [4, 5], так и в таксономическом отношении [6].

Цель работы – представить результаты камеральной инвентаризации представителей бриобионтов в Донбассе, образцы которых хранятся на кафедре ботаники и экологии ДонНУ. Продуктом такой инвентаризации является чек-лист бриотеки, собранной за 2016–2020 гг. студентами и сотрудниками кафедры (рис.).



Рис. Элементы бриотеки кафедры ботаники и экологии

В результате проделанной работы установлено (без синонимического ряда) количество экземпляров для следующие видов мохообразных: *Amblystegium serpens* (Hedw.) Schimp. (3 экз.), *Hypnum serpens* Hedw. (2 экз.), *Stereodon serpens* (Hedw.) Brid. (2 экз.), *Pseudoamblystegium subtile* (Hedw.) Vanderp. & Hedenäs (2 экз.), *Leskea subtilis* Hedw. (2 экз.), *Amblystegiella subtilis* (Hedw.) Loeske (1 экз.), *Amblystegium subtile* (Hedw.) Schimp. (2 экз.), *Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwägr. (1 экз.), *Mnium palustre* Hedw. (3 экз.), *Hypnum palustre* (Hedw.) F. Weber & D. Mohr (3 экз.), *Bartramia palustris* (Hedw.) P. Beauv. (2 экз.), *Orthopyxis palustris* (Hedw.) P. Beauv. (2 экз.), *Sphaerocephalus palustris* (Hedw.) Lindb. (4 экз.), *Brachythecium campestre* (Müll.Hal.) Bruch et al. (2 экз.), *Hypnum campestre* (Müll. Hal.) Mitt. (4 экз.), *Chamberlainia campestris* (Müll. Hal.) H. Rob. (2 экз.), *Brachythecium mildeanum* (Schimp.) Schimp. (1 экз.), *Brachythecium salebrosum* subsp. *mildeanum* (Schimp.) Renauld & Cardot (3 экз.), *Hypnum salebrosum* var. *mildeanum* (Schimp.) Husn. (4 экз.), *Brachythecium salebrosum* (F.Weber & D.Mohr) Bruch et al. (2 экз.), *Hypnum salebrosum* Hoffm. ex F. Weber & D. Mohr (2 экз.), *Chamberlainia salebrosa* (Hoffm. ex F. Weber & D. Mohr) H. Rob. (3 экз.), *Bryum argenteum* Hedw. (4 экз.), *Argyrobryum argenteum* (Hedw.) Kindb. (2 экз.), *Hypnum argenteum* (Hedw.) F. Weber & D. Mohr (3 экз.), *Mnium argenteum* (Hedw.) Hoffm. ex P. Beauv.

(12 экз.), *Bryum caespiticium* Hedw. (15 экз.), *Gemmabryum caespiticium* (Hedw.) J.R. Spence (2 экз.), *Hypnum caespiticium* (Hedw.) F. Weber & D. Mohr (1 экз.), *Mnium caespiticium* (Hedw.) With. (3 экз.), *Bryum capillare* Hedw. (2 экз.), *Hypnum capillare* (Hedw.) F. Weber & D. Mohr (1 экз.), *Mnium capillare* (Hedw.) With. (1 экз.), *Plagiobryum capillare* (Hedw.) N. Pedersen (2 экз.), *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid (23 экз.), *Didymodon purpureus* (Hedw.) Hook. & Taylor (3 экз.), *Mnium purpureum* (Hedw.) With. (2 экз.), *Trichostomum purpureum* (Hedw.) De Not. (1 экз.), *Grimmia pulvinata* (Hedw.) Sm. (3 экз.), *Fissidens pulvinatus* Hedw. (4 экз.), *Bryum pulvinatum* (Hedw.) With. (2 экз.), *Campylopus pulvinatus* (Hedw.) Brid. (2 экз.), *Leskea polycarpa* Hedw. (1 экз.), *Hypnum polycarpon* (Hedw.) Hoffm. ex Müll. Hal. (3 экз.), *Orthotrichum pallens* Bruch ex Brid. (3 экз.), *Dorcadion pallens* (Bruch ex Brid.) Lindb. (1 экз.), *Orthotrichum pumilum* Sw. (1 экз.), *Dorcadion pumilum* (Sw.) Lindb. (2 экз.), *Orthotrichum speciosum* Nees (2 экз.), *Dorcadion speciosum* (Nees) Lindb. (1 экз.), *Dorcadionella speciosa* (Nees) Plášek, Sawicki & Ochyra. (1 экз.), *Lewinskya speciosa* (Nees) F. Lara, Garilleti & Goffinet (1 экз.), *Hypnum cuspidatum* (Hedw.) F. Weber & D. Mohr (1 экз.), *Orthomnion cuspidatum* (Hedw.) T.J. Kop. & Yu Sun (2 экз.), *Bruchia repens* (Brid.) Hornsch. (2 экз.), *Cylindrothecium repens* (Brid.) De Not. (1 экз.), *Entodon repens* (Brid.) Grout (3 экз.), *Cuspidaria schreberi* (Brid.) Müll. Hal. (1 экз.), *Entodon schreberi* (Brid.) Mönk. (1 экз.), *Hylocomium schreberi* (Brid.) De Not. (1 экз.), *Bryum rurale* (Hedw.) With. (2 экз.), *Tortula ruralis* (Hedw.) G. Gaertn. B. Mey. & Scherb. (2 экз.), *Barbula mucronifolia* (Schwägr.) Garov. (1 экз.), *Syntrichia mucronifolia* (Schwägr.) Brid. (3 экз.), *Barbula muralis* (Hedw.) F. Weber & D. Mohr (1 экз.), *Bryum murale* (Hedw.) With. (1 экз.), *Desmatodon muralis* (Hedw.) Jur. (2 экз.), *Syntrichia muralis* (Hedw.) Raab (1 экз.), *Bryum controversum* (Hedw.) P. Beauv. (1 экз.), *Grimmia controversa* (Hedw.) F. Weber & D. Mohr (1 экз.).

Таким образом, были просмотрены экземпляры дух блоков хранения из шести и установлено, что за 5 лет в бротеке насчитывается более 50 таксонов, которые необходимо систематизировать по принадлежности к родам и семействам, а внутри видовых названий в дальнейшем унифицировать в соответствии с современной ботанической номенклатурой.

Список литературы

1. Bepalova S. V. Determination of bioindicators sensitivity thresholds for ecologically unfavourable environmental factors / S. V. Bepalova, O. S. Goretsky, A. I. Safonov // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2010. – № 1(10). – С. 9–25.
2. Сафонов А. И. Динамика фитомониторинговых показателей антропогенеза в Донбассе (2000-2019 гг.) / А. И. Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2020. – № 1-2. – С. 31–36.

3. Сафонов А. И. Новые виды растений в экологическом мониторинге Донбасса / А. И. Сафонов // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2020. – № 1. – С. 96–100.
4. Алемасова А. С. Накопление тяжелых металлов мохообразными в различных экотопах Донбасса / А. С. Алемасова, А. И. Сафонов, А. С. Сергеева // Трансформация экосистем под воздействием природных и антропогенных факторов: Матер. Междунар. научн. конф. (Киров, 16-18 апреля 2019 г.). Киров: ВятГУ, 2019. С. 60–65.
5. Сергеева А. С. Диагностика антропогенно трансформированных экотопов Донбасса по содержанию тяжелых металлов в гаметофитах мохообразных / А. С. Сергеева, А. С. Алемасова, А. И. Сафонов // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: Матер. XVII Всероссийской научн.-практич. конф. с междунар. участием (Киров, 05 декабря 2019 г.). – Киров: ВятГУ, 2019. – С. 15–18.
6. Морозова Е. И. Мониторинг в условиях промышленных экотопов с помощью мохообразных / Е. И. Морозова, А. И. Сафонов // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: матер. I Междунар. науч. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – Т. 1. Физ.-мат., техн. науки и экол. – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 317–318.

УДК 574. 502.4 : 502.62

ОСОБО ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ ДОНЕЦКОГО РЕГИОНА НАИБОЛЕЕ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ТУРИЗМА

Голубничая С.Н., канд. биол. наук, доц.
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
sg197@yandex.ru

Донецкий регион отличается высоким уровнем антропогенного прессинга и урбанизации. В этих условиях особенно остро встают вопросы рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды. Особо охраняемые природные территории (ООПТ) являются одной из важных форм такой работы. Объекты природно-заповедного фонда также служат факторами формирования экологического сознания населения, повышения его экологической грамотности и ответственности.

Одним из аспектов функционирования особо охраняемых природных территорий является экологический туризм – путешествия в места с относительно нетронутой природой, с целью получения представлений о природных и культурно-этнографических особенностях территории. При этом не нарушается целостность природных экосистем, а экономические показатели улучшаются, что в свою очередь способствует финансированию природоохранных программ и мероприятий [1–3].

Цель – выделение наиболее перспективных для развития экологического туризма особо охраняемых природных территорий

Донецкого региона, выработка рекомендаций по оптимальному сочетанию природоохранной и рекреационной функций данных объектов.

Особо охраняемые природные территории Донецкого региона занимают площадь 30 670 гектаров и насчитывают 44 объекта разных категорий. Самой многочисленной является группа заказников 16 единиц, Памятников природы зарегистрировано тринадцать, есть три заповедных урочища, два парка-памятника садово-паркового искусства, два ландшафтно-рекреационных парка, Биосферная особо охраняемая природная территория республиканского значения «Хомутовская степь – Меотида» (включающая 9 ООПТ) и ботанический сад.

Возможности использования данных территорий для туризма и рекреации зависят от их статуса, уникальности ресурсов, транспортной доступности, развития инфраструктуры и целого ряда других факторов.

Выделим наиболее перспективные для развития экологического туризма ООПТ Донецкого региона.

1. Ландшафтно-рекреационный парк «Зуевский» отличается богатством всех трех составляющих ландшафта. На холмистых возвышенностях имеется большое количество скальных участков. Чрезвычайно богаты гидрографические ресурсы: реки Крынка и Ольховая с сооруженными на них водохранилищами (Зуевское, Ханженковское, Ольховское), многочисленные пруды и ручьи. Ядро растительности представлено петрофитными разнотравно-типчаково-ковыльными степями. Флора парка насчитывает 509 видов, в том числе 56 эндемичных и реликтовых. Особенно интересны петрофитные папоротники и злаки. Помимо степных участков нуждаются в охране и редкие лесные экосистемы Липовой балки и склонов Зуй-горы. Интересна также фауна парка. Гостей привлекает Музей раковин и минералов, скалодром. За сезон «Зуевский» посещает более 10 тыс. человек. Есть несколько коллективных средств размещения: лагерь здоровья «Зуевка», экокемпинг «У реки», базы отдыха «Домик альпиниста», «Ева».

2. Ландшафтно-рекреационный парк «Донецкий кряж» расположен на живописных склонах одноименной холмистой возвышенности, доминирующей в рельефе региона. Ландшафт парка представляет собой чередование степных участков, искусственных насаждений, естественных дубово-ясеневых байрачных и пойменных лесов. Флора парка многообразна, она состоит из 500 видов, включая эндемичные и редкие.

В 2012 г. появился «Сафари парк», где можно со специальной смотровой площадки наблюдать за североамериканскими бизонами и благородными оленями. Аутентичная фауна также разнообразна.

Сотрудники ландшафтно-рекреационных парков проводят экскурсии по экологическим тропам, просветительскую и воспитательную работу среди посетителей и местных жителей. В парках оборудованы места

кратковременной рекреации – зоны отдыха, где сосредоточена основная масса посетителей, проводятся различные мероприятия.

3. Государственное предприятие «Донецкий ботанический сад» представляет собой настоящий оазис природы в промышленном городе. На территории в 204 га культивируется более семи тысяч видов и сортов растений, из них 71 вид охраняется на международном уровне; 97 – занесены в Красную книгу; 88 – подлежат охране на региональном уровне. Помимо научно-исследовательских функций охраны редких растений и их формаций предприятие предоставляет рекреационные услуги. Ботанический сад открыт для посещения круглогодично. В среднем за год здесь проводится больше 2,5 тыс. экскурсий для 35 тыс. посетителей. Регулярно проводятся выставки произведений народных умельцев, мастер-классы, концерты под открытым небом, фестивали. Проводится эколого-просветительская работа среди школьников и взрослого населения.

Существуют также лимитирующие факторы. Актуальной проблемой является превышение допустимых нагрузок на некоторые участки природных территорий, наиболее приближенных к городам или трассам. Особенно эту проблему ООПТ ощутили в 2020 г., когда из-за введенного в Республике режима повышенной готовности в связи с угрозой новой коронавирусной инфекции, вызванной 2019-nCoV, границы ДНР несколько месяцев были полностью закрыты, а затем многие жители попросту не имели возможности выехать из Республики для отдыха. В ландшафтно-рекреационных парках к этому оказались частично готовыми. В них были организованы специальные зоны отдыха, которые приняли на себя весь «удар» антропогенной нагрузки.

Слабая информированность туристов также является весомой проблемой. Для многих из них сокращенное название экологического туризма – «экотуризм» – напрямую ассоциируется с дешевыми турами по аналогии «экомаркет – дешевый магазин». Туристские предприятия слабо содействуют экологическому просвещению своих клиентов. Сами туристы не готовы жертвовать своим комфортом ради охраны природы. Сотрудники парков проводят разъяснительную работу, пытаются контролировать, но их численность мала. Местные жители не заинтересованы в развитии экологического туризма. Есть опасность в ближайшее время столкнуться с овертуризмом, при котором местные жители физически будут препятствовать попаданию туристов на природные территории. Введение платы за посещение вряд ли сможет спасти ситуацию, так как местные жители обоснованно опасаются, что это нововведение ограничит их права.

Повышению эффективности развития экологического туризма способствовало бы создание большего количества специальных зон отдыха, проведение маркетинговых мероприятий по продвижению этих новых зон, использование легенд, мифов, проведение фестивалей,

праздников с освещением их в средствах массовой информации и интернете. Целесообразно расширить сеть ООПТ в Донецком регионе, в том числе за счет крупных объектов по типу ландшафтно-рекреационных парков. Наиболее перспективными для развития экологического туризма в Донецком регионе являются ландшафтно-рекреационные парки и Государственное предприятие «Донецкий ботанический сад». Необходимо развивать экологический туризм и рекреацию на принципах прогрессивного устойчивого развития.

Список литературы

1. Мишечкин Г. В. Экологический туризм на урбанизированных территориях / Г. В. Мишечкин, С. Н. Голубничая // Современные проблемы сервиса и туризма. – 2017. – Т.11. – №7(77). – С. 85–99.
2. Заднепровская Е. Л. Развитие экологического туризма на особо охраняемых природных территориях Краснодарского края / Е. Л. Заднепровская, Е. В. Ползикова, В. Г. Минченко. - Краснодар, 2018. - С. 45–49.
3. Старцева Н. М. Продвижение экологического туризма в условиях рыночной экономики / Н. М. Старцева // Туризм и региональное развитие: сб. научных статей. – Вып. 5. – Смоленск: Универсум, 2016. – С. 590–593.

УДК 581 : 630

ПРОГНОЗНЫЙ СЦЕНАРИЙ ДЕНДРОПАРКОВОГО НАСАЖДЕНИЯ В РЕКРЕАЦИОННОЙ ЗОНЕ Г. МАКЕЕВКИ

Городина И.С.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
kf.botan@donnu.ru

В программах оптимизации и мониторинга антропогенно трансформированных систем Донбасса [1–4] изучение древесных растений в городской среде является актуальной задачей экологов, лесотехников, зеленых строителей, ландшафтных дизайнеров [5, 6].

Цель работы – провести функциональное зонирование и прогнозный сценарий развития сквера Зайцево г. Макеевки (рис.), установить лучшую форму ухода за дендронасаждениями. Использовали лесотаксационные методы оценки древостоя. Прогноз строили по трем сценариям: с разным уровнем рекреационной нагрузки (преимущественно нерегулируемое вытаптывание), а также учитывали разные системы ирригационного обеспечения на начальных этапах посадочных работ. Выполнение заданий актуально в рамках традиционных экологических программ кафедры ботаники и экологии ДонНУ.

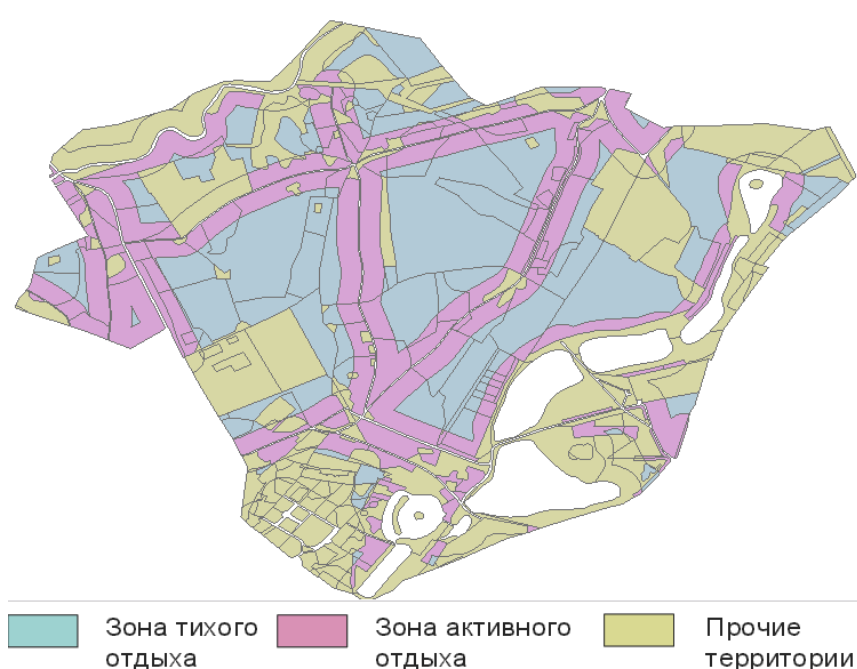


Рис. Функциональное зонирование выделенной рекреационной территории г. Макеевки

Стратегическое планирование развития территории рекреационного назначения в черте города включало разделение местности на разные типы зон отдыха (активный, тихий, буферные места). При разработке подобных заданий в дальнейшем важно учитывать гипсометрические характеристики местности с привязкой к геолокальным информационным ресурсам возможного близкого залегания грунтовых вод и только тогда планировать точечные или аллеиные посадки древесных растений.

Установлено, что для лесного насаждения в степной зоне в условиях промышленного города (на примере г. Макеевки) лучшим является проведение искусственного гидро-поддержания – более эффективный метод хозяйствования при выборе сценариев ухода.

Список литературы

1. Bepalova S. V. Conceptual approaches to standardization in system of environmental biomonitoring / S. V. Bepalova, A. D. Shtirts, A. I. Safonov // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2013. – № 1. – С. 8–15.
2. Bepalova S. V. The criteria of assessment of ecological state of environment on thresholds of sensitivity of bioindicators / S. V. Bepalova, O. S. Goretsky, A. I. Safonov // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2011. – № 1. – С. 25–43.
3. Bepalova S. V. Determination of bioindicators sensitivity thresholds for ecologically unfavourable environmental factors / S. V. Bepalova, O. S. Goretsky, A. I. Safonov // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2010. – № 1(10). – С. 9–25.
4. Safonov A. I. Approbation of botanical expertise method in ecological monitoring / A. I. Safonov, Y. S. Safonova // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2014. – Т. 10, № 2. – С. 219–221.

5. Майданченко В. О. Оценка рекреационных территорий промышленного города / В. О. Майданченко, А. И. Сафонов // Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса: Матер. Междунар. научн. конф. студ. и молодых ученых (Донецк, 17-20 октября 2017 г.). – Т. 2. Хим.-биол. науки. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2017. – С. 93–94.
6. Safonov A. I. Phyto-qualimetry of toxic pressure and the degree of ecotopes transformation in Donetsk region / A. I. Safonov // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2013. – № 1. – С. 52– 59.

УДК 614.71:546.3(477.62)

ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ГОРОДА ДОНЕЦКА ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ НА ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ

Госман Д.А., Романченко М.П., Сабадаш О.В.

ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет
им. М. Горького», г. Донецк, ДНР
dima-dmitrow@rambler.ru

В современном мире проблема загрязнения воздушного бассейна городов и населенных пунктов является актуальной; Донецкая Народная Республика (ДНР) в этом вопросе – не исключение, где на 1 км² площади, загрязнение в 4,2 раза больше, чем в США, и в 3 раза больше, чем в странах Европейского Союза, при сравнительном анализе загрязнения воздуха среди субъектов Российской Федерации ДНР (г. Донецк) находится на двенадцатой позиции после таких городов как Норильск, Магнитогорск, Челябинск, Чита, Дзержинск и др. [1, 4]. В 2012–2014 гг. указанная территория характеризовалась интенсивным развитием промышленности и высоким уровнем выбросов [3, 4]

Цель исследования – установить связь между загрязнением тяжелыми металлами (ТМ) атмосферного воздуха и заболеваемостью населения в г. Донецке.

Характеристику загрязнения атмосферного воздуха свинцом, кадмием, медью и цинком осуществляли по данным гигиенического мониторинга, проводимого Донецким городским центром Республиканского центра СЭН ГСЭС МЗ ДНР (2010–2019 гг.). Для наглядного сравнения уровней загрязнения атмосферного воздуха были выбраны два района г. Донецка: промышленный Буденновский (р.Б.) и условно чистый район Ворошиловский (р.В.). Проводили оценку загрязнения атмосферного воздуха свинцом (ПДК=0,0003 мкг/м³), кадмием (ПДК=0,0003 мкг/м³), медью (ПДК=0,002 мкг/м³) и цинком (ПДК=0,05 мкг/м³) [2]. Данные анализировали при помощи статисти-

ческого пакета Medstat. При сравнении двух выборок нормального распределения использовали критерий Стьюдента, в остальных случаях – критерий Манна-Уитни. Показатели для статистической обработки: заболеваемость, смертность и распространенность заболеваний взрослого и детского населения г. Донецка по основным нозологическим единицам согласно официальным учетно-статистическим формам.

Анализ данных свидетельствует о том, что в атмосферном воздухе промышленного района концентрация ТМ практически не превышает соответствующих ПДК за исключением свинца, так же стоит отметить превышение ПДК пыли, диоксида азота, аммиака, фенола и формальдегида. Концентрация свинца согласно среднегодовым показателям колеблется от $0,00016 \pm 0,00003$ мкг/м³ до $0,00055 \pm 0,00004$ мкг/м³ и в среднем составляет $0,000578 \pm 0,00005$ мкг/м³. При сравнении полученных результатов было выявлено равномерное снижение концентраций загрязнения атмосферного воздуха ТМ в период 2010–2019 гг.; если в довоенный период (2010–2013 гг.) наблюдается превышение ПДК ТМ: свинец в 1,86 раз, медь в 3,86 раз, цинк в 3,83 раз и кадмий в 1,83 раз, то в первый военный (условно переходной) период (2014–2016 гг.) и второй военный (условно стабилизированного) период с 2017 по настоящее время зафиксированы снижение показателей загрязнения ниже уровня ПДК. В динамике переходного и стабилизированного периодов наблюдения концентраций ТМ в атмосферном воздухе промышленного района установлено статистически значимое снижение концентраций свинца в 6,4 раза, кадмия – в 5,9 раз и отмечается тенденция к дальнейшему снижению показателей.

Таким образом, отмечены некоторые закономерности динамики загрязнения атмосферного воздуха: за период с 2014 по 2019 гг. уровень из чрезвычайно загрязненного региона изменился до условно чистого. В пробах атмосферного воздуха контрольного района тяжелые металлы определяются эпизодически. Средняя концентрация свинца, кадмия, меди и цинка в р.В. не превышает ПДК как по максимальным зарегистрированным концентрациям, так и по средним показателям. Сопоставительный анализ состояния здоровья населения района Б. за период 2010–2013 гг. свидетельствует о достоверно более высоких показателях смертности и распространенности заболеваний (на 7,9–12,5% по отношению к району В. и на 5–8% по отношению к общегородским показателям). Обращает на себя внимание рост смертности и распространенности заболеваний в военный период 2014–2017 гг. в сравнении с довоенным: по отношению к району В. рост показателей составил 8,9–14,3 %, к общегородским показателям – 7–9 %, хотя оба района не считаются механически пострадавшими в результате боевых действий. Коэффициент корреляции Пирсона составил 0,75, что свидетельствует о наличии тесной положительной связи между изучаемыми показателями.

Таким образом, анализ заболеваемости населения свидетельствует о более высоких уровнях заболеваемости и смертности в промышленном районе, военные периоды характеризуются стабильным снижением концентраций анализируемых веществ в атмосферном воздухе.

Список литературы

1. Госман Д. А. Профилактика неблагоприятного воздействия загрязнения тяжелыми металлами объектов окружающей среды Донбасса / Д. А. Госман, Д. О. Ластков // Экологические проблемы современности: выявление и предупреждение неблагоприятного воздействия антропогенно детерминированных факторов и климатических изменений на окружающую среду и здоровье населения. – 2017. – С. 266–267.
2. ГН 2.1.6.3492-17 Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений.
3. Ермаченко А. Б. Гигиеническая оценка влияния факторов окружающей среды на состояние здоровья населения антропогенно нагруженных территорий / А. Б. Ермаченко // Вестник гигиены и эпидемиологии. – 2018. – №2 – С. 55–58.
4. Зайцева Н. В. Гигиеническая оценка динамики уровня загрязнения атмосферного воздуха в Российской Федерации / Н. В. Зайцева // Анализ риска здоровью-2020 совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью Rise-2020 и круглым столом по безопасности питания. – 2020. – С. 235–243.

УДК 635.918 : 504.75

ВЛИЯНИЕ ИНТЕРЬЕРНЫХ РАСТЕНИЙ НА СЕЗОННУЮ ДИНАМИКУ МИКРОФЛОРЫ ВОЗДУХА В УСЛОВИЯХ ЗАКРЫТОГО ПОМЕЩЕНИЯ МЕДИЦИНСКОГО УЧРЕЖДЕНИЯ г. МАКЕЕВКИ

Дембицкая Д.К., Гридько О.А., канд. биол. наук, доц.
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
dembitskaya6@gmail.com

В связи с ростом массового инфицирования населения, поддержание здоровых микрoэкологических условий в помещениях, где имеет место скопление значительного числа людей (поликлиники, больницы, места массового досуга) приобретает особую актуальность. Проведение профилактических мероприятий по аэросанации внутренней среды закрытых помещений занимает одно из ведущих и приоритетных мест в современной медико-биологической науке [2]. Особенно подобные мероприятия наиболее актуальны в осенне-зимние периоды, когда организм человека испытывает внутренние стрессы, связанные с сезонным ослаблением иммунитета, повышенным риском острых респираторных и вирусных заболеваний, передающиеся воздушно-капельным путем.

Несмотря на то, что существует большой ассортимент воздухоочистителей, фильтров, озонаторов, ионизаторов и других приборов, призванных очистить воздух от условно-патогенных, патогенных микроорганизмов и спор грибов, актуальным остается доступный и традиционный способ оздоровления воздушной среды закрытых помещений с помощью растений.

Озеленение помещений оказывает благоприятное влияние на микроклимат помещения, способствует повышению общей биологической стерильности воздуха, очищению от пыли и вредных газов. Доказано, что интерьерные растения обладают бактериостатическим и бактерицидным, фунгицидным и фитонцидным эффектами, которые снижают риск инфекционных заболеваний [2, 4].

Цель работы – оценить сезонную динамику санитарно-бактериологического состояния воздуха в условиях закрытого помещения в местах массового скопления людей медицинского учреждения и выделить наиболее перспективные виды интерьерных растений, способствующие снижению риска инфекционных заболеваний.

Объектами исследования служили интерьерные растения из семейств Araceae Juss. (*Aglaonema rotundum* Schott., *Spathiphyllum chopin* Schott., *Zamioculcas zamiifolia* Schott., *Zantedeschia Calla* Spreng), Moraceae Gaudich. (*Ficus benjamina* L.) и Geraniaceae Juss. (*Pelargonium zonale* L.).

Исследования проводили в течение 2017–2018 гг. непосредственно в помещении со значительным скоплением людей клинико-диагностической лаборатории городской больницы № 6 города Макеевки. Схема экспериментов заключалась в изучении сезонной динамики изменения микробной загрязненности помещения при наличии (опыт) и отсутствии растений (контроль). Отбор проб осуществляли на высоте 1,6–1,8 м от пола по общепринятым методикам [1]. Микробиологическое исследование воздуха проведено седиментационным методом, содержание микроорганизмов определено по В. Л. Омелянскому [1].

Микробная загрязненность воздуха в контрольных замерах летнего, осеннего и зимнего замеров без растений не превышала санитарную норму [3] и составила соответственно 1 273,9, 760,6 и 1 020,7 КОЕ/м³. В результате отбора проб воздуха с использованием растений установлено снижение общей численности микроорганизмов в исследованном помещении по сравнению с контролем (табл. 1). Также были выявлены колонии округлой формы с мелким размером (0,5–3 мм). Поверхность колоний гладкая, профиль выпуклый, край ровный. Колонии пигментированы в белый цвет. Структура – однородная. Прикасаясь к поверхности колоний петлей, отмечена мягкая консистенция.

Сезонная динамика микроорганизмов в 1 м³ воздуха закрытого помещения
медицинского учреждения г. Макеевки

Вид	Количество микроорганизмов, КОЕ/м ³ воздуха		
	Июль 2017	Октябрь 2017	Январь 2018
<i>Spathiphyllum chopin</i> Schott	$\frac{1273,9 \pm 99,13}{760,9 \pm 190,13}$	$\frac{760,6 \pm 49,12}{760,7 \pm 110,19}$	$\frac{1020,7 \pm 120,14}{509,6 \pm 49,19}$
<i>Zamioculcas zamiifolia</i> Schott	$\frac{1273,9 \pm 99,13}{1001,0 \pm 202,05}$	$\frac{760,6 \pm 49,12}{254,8 \pm 20,13}$	$\frac{1020,7 \pm 120,14}{760,9 \pm 69,21}$
<i>Ficus benjamina</i> L.	$\frac{1273,9 \pm 99,13}{1020,1 \pm 80,12}$	$\frac{760,6 \pm 49,12}{382,2 \pm 30,14}$	$\frac{1020,7 \pm 120,14}{760,7 \pm 48,15}$
<i>Pelargonium zonale</i> L.	$\frac{1273,9 \pm 99,13}{891,7 \pm 107,19}$	$\frac{760,6 \pm 49,12}{636,9 \pm 39,99}$	$\frac{1020,7 \pm 120,14}{509,9 \pm 69,12}$
<i>Zantedeschia Calla</i> Spreng.	$\frac{1273,9 \pm 99,13}{1028,7 \pm 208,08}$	$\frac{760,6 \pm 49,12}{636,9 \pm 50,19}$	$\frac{1020,7 \pm 120,14}{1000,7 \pm 190,31}$
<i>Aglaonema rotundum</i> Schott	$\frac{1273,9 \pm 99,13}{1020,6 \pm 79,21}$	$\frac{760,6 \pm 49,12}{636,5 \pm 50,13}$	$\frac{1020,7 \pm 120,14}{764,3 \pm 52,78}$

Примечание: в числителе – контроль, в знаменателе – опыт.

В зимний период наблюдений отмечено, что при использовании *Spathiphyllum chopin* и *Pelargonium zonale* в интерьере помещения количество микроорганизмов, выросших в чашках Петри, снижается в 2 раза, *Aglaonema rotundum* – в 1,4 раза по сравнению с контролем.

В летний период количество микроорганизмов, выросших в чашках Петри, снижается в 1,6 раз при озеленении помещения с помощью *Spathiphyllum chopin*, в 1,2 раза – с использованием *Ficus benjamina*, *Zantedeschia Calla* и *Aglaonema rotundum*.

В осенний период озеленение с помощью *Zamioculcas zamiifolia*, *Ficus benjamina* и *Pelargonium zonale* оказывает влияние на снижение микроорганизмов, выросших в чашках Петри, в 2,9, 1,9 и 1,2 раза соответственно по сравнению с контролем.

На основании полученных данных установлено, что в летний и зимний периоды наблюдений на снижение количества микроорганизмов в 1 м³ воздуха оказывает озеленение закрытого помещения с помощью *Spathiphyllum chopin* и *Pelargonium zonale*, в осенний период – *Zamioculcas zamiifolia* и *Ficus benjamina*.

Таким образом, с целью профилактики респираторных заболеваний у пациентов и работников медицинского учреждения, а также оздоровления воздушной среды помещений, рекомендовано использование указанных видов интерьерных растений.

Список литературы

1. Вольпе И. М. Практическое руководство по санитарной микробиологии / И. М. Вольпе, В. Д. Кучеренко. – М: МГУ, 1970. – 147 с.
2. Казаринова Н. В. Медицинский фитодизайн. Состояние проблемы / Н. В. Казаринова, К. Г. Ткаченко // Курортные ведомости. – 2004. – № 1(22). – С. 56–58.
3. Колешко О. И. Микробиология с основами вирусологии / О. И. Колешко, Т. В. Завезенова. – Иркутск: Изд-во Иркутского ун-та, 1999. – 452 с.
4. Цыбуля Н. В. Использование тропических растений для санации воздуха в экологически неблагоприятных условиях помещения / Н. В. Цыбуля, Т. Д. Фершалова, Л. П. Давидович // Известия Самарского научного центра Российской Академии наук. – 2017. – Т. 19, № 2(2). – С. 360–364.

УДК 581.6

СПОСОБНОСТЬ К ПРОРАСТАНИЮ СЕМЯН *PSEUDOLYSIMACHION INCANUM* (L.) ORIZ. ПОД ВЛИЯНИЕМ ВОДНЫХ ВЫТЯЖЕК ИЗ ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

Демьяненко Т.В., канд. биол. наук, *Третьякова Е.Н.*
ГОУВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
tatyana.demyanenko.2014@mail.ru

Многие декоративные виды, используемые в зеленом строительстве, являются замечательным элементом художественного оформления населенных пунктов [4]. Однако, в современном озеленении, повышается потребность в увеличении ассортимента цветочно-декоративных растений не прихотливых в уходе. В связи с этим возникает недостаток видового разнообразия в озеленении городов и для решения этой проблемы ищут пути использования декоративных растений природной флоры, так как они и не прихотливы, и устойчивы в различных местопроизрастаниях [1–3]. Одним из рекомендуемых в озеленение является вид *Pseudolysimachion incanum* (L.) Oriz., который характеризуется высокой декоративностью, благодаря относительно длинным цветоносам с различной окраской венчиков, от белой до тёмно-фиолетовой и седоватыми от опушения листьями. Но возникает проблема с получением достаточного количества посадочного материала. Семенное возобновление исследуемого вида в условиях выращивания практически отсутствует. Одной из возможных причин считают высокий процент поражаемости семян различными заболеваниями, что приводит к потере их всхожести. На сегодня одним из экологически безопасных и экономически приемлемых методов

обеззараживания семенного материала является обработка водными вытяжками из вегетативных органов лекарственных растений.

Цель данной работы – изучить влияние различных концентраций водных вытяжек из вегетативных органов растений полыни горькой, тысячелистника паннонского и календулы лекарственной на всхожесть семян *P. incanum* в лабораторных условиях. Использовали семена названного вида, собранные в ГУ «Донецкий ботанический сад» в 2017 и 2019 гг. Определяли способность к прорастанию семян *P. incanum* с использованием водных вытяжек, из вегетативных органов названных лекарственных растений, разведенных водой в соотношении 1:1.

В результате установили, что использование водных вытяжек из вегетативных органов лекарственных растений в соотношении 1:1 в течение всего периода проращивания семян, полностью угнетает прорастание семян. Но и увлажнение семян вытяжками данной пропорции только на начальных этапах проращивания также значительно снижает их всхожесть по сравнению с контролем (вода). Так, например, при увлажнении вытяжкой полыни горькой в названном соотношении общая всхожесть составила только 3,5 %, а вытяжкой тысячелистника паннонского – только 5 %. Следует отметить и положительную сторону исследования: в течение всего эксперимента у семян не обнаружили каких-либо поражений грибными заболеваниями, что проявлялось при обработке водой.

Таким образом, использование водных вытяжек из вегетативных органов полыни горькой, ноготков лекарственных и тысячелистника паннонского, разведенных водой в соотношении 1:1, значительно снижает процент проросших семян *P. incanum*.

Список литературы

1. Методические указания по семеноведению интродуцентов. – М.: Наука, 1980. – 62 с.
2. Остапко В. М. Интродукция раритетных видов флоры юго-востока Украины // В. М. Остапко, Т. В. Зубцова. – Севастополь: Вебер, 2006. – 296 с.
3. Кравцова Т. И. Строение перикарпия у представителей семейства *Scrophulariaceae* / Т. И. Кравцова, Н. С. Котельникова // Бот. Журн. – Т. 96, №1. – 2011. – 384–388 с.
4. Fischer E. Scrophulariaceae // K. Kubitzki (ed.) The families and genera of vascular plants. Vol. 7. – Berlin: Heidelberg, 2004. – P. 333–432.

**ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ЗОНИРОВАНИЕ УРБАНИЗИРОВАННЫХ
ТЕРРИТОРИЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ ПО ОБЕСПЕЧЕННОСТИ
ПРИРОДНЫМ КАРКАСОМ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ
ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ**

Епринцев С.А., канд. геогр. наук, доц., *Шекоян С.В.*, канд. техн. наук,
Жигулина Е.В., канд. геогр. наук
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», г. Воронеж, Россия
esa81@mail.ru

В условиях современного состояния урбоэкосистем, удельный вклад в интегральный показатель экологической безопасности городов вносят множество факторов [1–5]. Одним из основных при этом является природный каркас, окружающий данную территорию [1, 2, 6–10]. Под данным термином, согласно эколого-проектировочной документации понимают совокупность наиболее активных и взаимосвязанных в экологическом отношении пространственных элементов (реки и речные долины, лесные массивы и т.д.), от которых зависит жизнеустойчивость природной среды для данной территории [2, 8]. Ключевые элементы природного комплекса – это территории, сохранившие уникальные экологические сообщества, являющиеся «точками экологической активности» [2, 8].

Таким образом, природный каркас территории, повышая качество аэрации урбанизированных территорий, а также повышая степень разнообразия ландшафтов, является одним из факторов, определяющих экологическую безопасность территории [2, 8].

Цель исследования – пространственная оценка природного каркаса урбанизированных территорий Центральной России и пригородных зон по материалам дистанционного зондирования Земли.

Для пространственной оценки факторов, определяющих параметры природного каркаса городов Центральной России, создан архив многоканальных космических снимков, полученных со спутников Landsat-7 и Landsat-8. Для пространственной оценки динамики степени антропогенной нагрузки на урбанизированную территорию, а также зон природного каркаса полученные космические снимки сгруппированы в два периода. Первый – 1999–2002 годы; второй – 2015–2019 годы [8].

Обработка полученных космоснимков проведена в программном пакете ArcGIS 10.3. Пространственная оценка параметров природного каркаса проведена по показателям значений NDVI на разных участках анализируемых городов и пригородных зон [8].

Пространственное зонирование территории города Воронежа и пригородной зоны показало, что большую часть занимают участки со слабой антропогенной нагрузкой – в основном расположенные вблизи города сельскохозяйственные поля [8]. Удельный вес природного каркаса – менее десяти процентов от общей площади исследуемой территории. Пространственное расположение зон природного каркаса наблюдается с северной стороны от городского округа города Воронежа, что обуславливает их низкое положительное воздействие на микроклиматические условия города, так как ветра на данной территории имеют преимущественно северо-восточное направление [8].

Пространственное зонирование урбанизированной территории города Лиски, а также пригородной зоны, показало преобладание зон с высокой антропогенной нагрузкой на данной территории, а исследование динамических характеристик показывает её рост, что обусловлено строительством новых жилых районов и активным развитием градообразующего предприятия – Локомотивного депо. Также на данной территории наблюдается увеличение на 10 % зоны природного каркаса, а его расположение с наветренной юго-восточной стороны является фактором, оказывающим положительное воздействие на микроклиматические условия.

На территории города Россошь и в пригородной зоне наблюдается сокращение зон природного каркаса на 10 %, что является следствием массовых лесных пожаров летом 2010 года, при этом расположение зон природного каркаса представляется возможным назвать удачным с экологической точки зрения (ветра здесь имеют преимущественно северо-западное направление).

Зоны природного каркаса на территории города Павловска сократились на 15 %, что является следствием лесных пожаров 2010 года, а учитывая степные природные условия данной территории можно говорить о достаточно долгом естественном возобновлении лесных массивов, что обуславливает необходимость вмешательства региональных властей в данные процессы.

Геоинформационное зонирование Борисоглебска, а также пригородной территории позволило выявить наибольшую площадь зон природного каркаса среди прочих исследованных городов Центральной России. Изучение динамических характеристик за пятнадцатилетний период показало существенный рост зон природного каркаса (почти в 2 раза). Это представляется возможным объяснить грамотной экологической политикой региональных властей – высадкой саженцев в местах, повреждённых лесными пожарами 2010 года, ограничение доступа автотранспорта в жилые массивы и т.д.

Таким образом, геоинформационное пространственное зонирование территории городов Центральной России, а также прилегающих

десятикилометровых участков с выделением объектов, определяющих параметры природного каркаса (по индексу NDVI) показало существенные отличия изученных территорий в разных городах.

Исследования проведены при поддержке гранта РФФИ (проект 19-05-00660 А «Разработка модели оптимизации социально-экологических условий для населения крупных городов»)

Список литературы

1. Епринцев С. А. Мониторинга состояния биотехносферы урбанизированных территорий (на примере города Воронежа) как фактора экологической безопасности населения / С. А. Епринцев, М. А. Клевцова, В. Н. Калаев, С. В. Шекоян // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2017. – № 1. – С. 126–132.
2. Епринцев С. А. Геоинформационное картографирование урбанизированных территорий как механизм пространственной оценки социально-экологических факторов / С. А. Епринцев, С. В. Шекоян // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2019. – Т. 5, № 3. – С. 109–115.
3. Епринцев С.А. Формирование очагов экологически обусловленной заболеваемости как критерий «отклика» на качество окружающей среды / С. А. Епринцев, О. В. Клепиков, С. В. Шекоян, Е. В. Жигулина // Наука Юга России. – 2019. – Т. 15, № 3. – С. 70–80.
4. Епринцев С. А. Оценка экологического риска урбанизированных территорий с использованием ГИС-технологий / С. А. Епринцев, А. В. Свиридова, С. А. Куролап // Экологические системы и приборы. – 2009. – № 2. – С. 3–8.
5. Шекоян С. В. Анализ экотоксикологического состояния территории г. Воронеж / С. В. Шекоян, С. А. Епринцев // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2014. – Т. 19, № 5. – С. 1365–1367.
6. Yeprintsev S. A. Monitoring of factors of ecological safety of urbanized territories population (by example of settlements of Voronezh region) / S. A. Yeprintsev, S. A. Kurolap, I. V. Komov, I. V. Minnikov // Life Science Journal. – 2013. – Т. 10, № 12. – С. 846–848.
7. Сафонова И. В. Оценка антропогенного загрязнения почвенного покрова урбанизированных территорий городского округа г. Воронеж / И. В. Сафонова, С. А. Епринцев, Н. В. Каверина // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2014. – № 3. – С. 99–104.
8. Yeprintsev S. A. Assessment of the dynamics of urbanized areas by remote sensing / S. A. Yeprintsev, M. A. Klevtsova, L. A. Lepeshkina, S. V. Shekoyan, A. A. Voronin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science Current Problems and Solutions. 2018. – P. 012034.
9. Епринцев С. А. Изучение параметров качества окружающей среды урбанизированных территорий в условиях повышенной антропогенной нагрузки / С. А. Епринцев, С. В. Шекоян // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2014. – Т. 10, № 2. – С. 520–525.
10. Епринцев С. А. Оценка экологической комфортности населения урбанизированных территорий / С. А. Епринцев // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2014. – Т. 19, № 5. – С. 1410–1412.

ОСОБЕННОСТИ СКУЛЬПТУРЫ ЛИСТОВОЙ ПЛАСТИНКИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ В ЭКОТОПАХ ДОНБАССА

Жукова А.А., Разливаева А.В.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
anytka2900@gmail.com

Биоиндикационные исследования являются частью интегральных экологических программ Донецкого национального университета [1–4]. На основании знаний о состоянии растительных организмов в промышленно напряженном регионе [2, 5–7] формируются тематические прикладные направления фитоиндикационного мониторинга в донецком экономическом регионе [1, 8–10]. Технологии фитоиндикации апробированы для многих растений Донбасса [1, 3, 7], среди которых, как правило, ученые-практики выбирают виды с широкой экологической амплитудой и адекватной валентностью к техногенезу. В индикационном мониторинге Донбасса важную роль играют диагностические признаки структурной организации растений.

Цель работы – продемонстрировать морфоструктурные отличия в скульптуре поверхности листового аппарата некоторых растений-индикаторов Донбасса. В связи с поставленной целью нами были сформулированы две основные задачи лабораторного исполнения:

1) представить визуальный ряд структурных трансформаций листового аппарата поверхностных тканей *Plantago major* L. (см. рис. 1) в разных экологических микросистемах Донбасса (по степени антропогенной трансформации среды);

2) выделить качественную разницу в строении деталей листового аппарата *Cichorium intybus* L. по специализации трихом нитчатого типа в зависимости от условий произрастания (см. рис. 2).

Микроскопические исследования реализованы на световом микроскопе кафедры ботаники и экологии и бинокulare при косом освещении для формирования скульптурных особенностей.

В качестве контрастных в геохимическом отношении экотопов были использованы территории промышленных площадок Донецкого (Юзовского) металлургического завода, Енакиевских заводов (металлургического и коксохимического), участки интенсивного влияния автотранспорта (г. Снежное, г. Харцызск) и парковые зоны в г. Донецке. Установлена разница по размеру околоустьичных клеток, дифференциации трихом и толщине кутикулярного слоя.

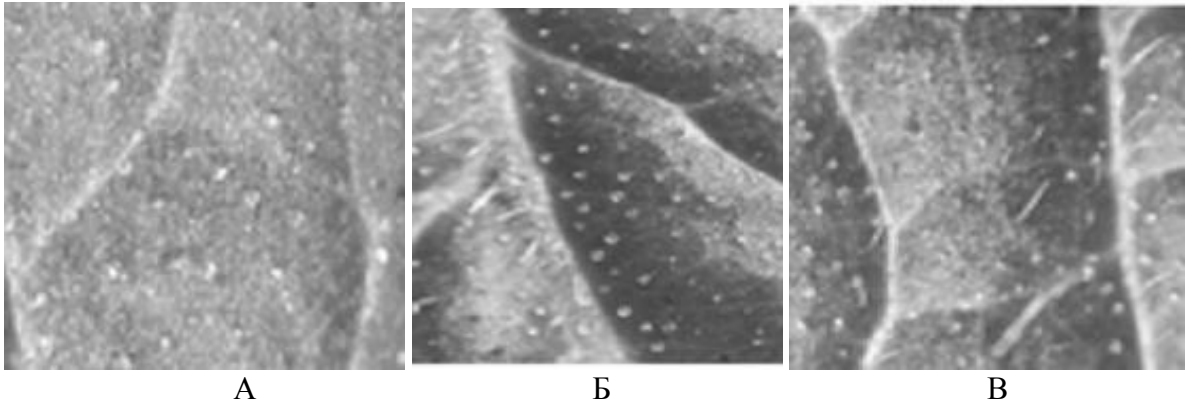


Рис. 1. Скульптура листа *Plantago major* L. в натурализованных (А), селитебных (Б) и техногенных (В) экотопах Донбасса

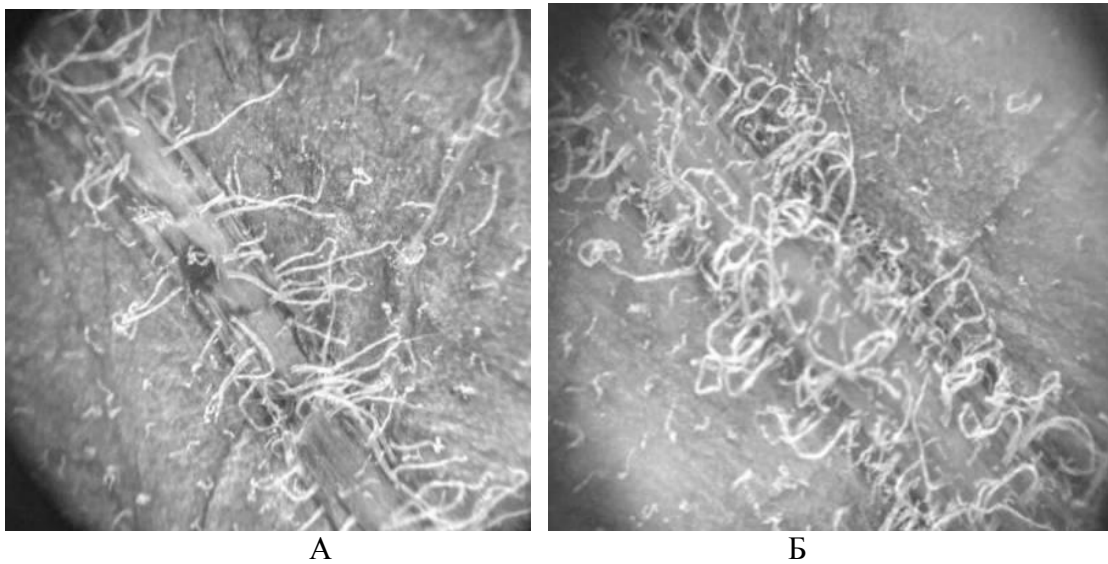


Рис. 2. Поверхность листовой пластинки *Cichorium intybus* L.: А – норма, Б – в условиях промышленно загрязненной среды

По признаку специализации трихом с использованием индикационной шкалы установлено, что наибольшему воздействию подвержены территории промышленных объектов (Енакиевский и Макеевский металлургические комбинаты, Донецкий (Юзовский) металлургический завод, Енакиевский и Макеевский коксохимзаводы), это также связано с их долгосрочным воздействием на окружающую среду.

Список литературы

1. Bepalova S. V. Determination of bioindicators sensitivity thresholds for ecologically unfavourable environmental factors / S. V. Bepalova, O. S. Goretsky, A. I. Safonov // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2010. – № 1(10). – С. 9–25.
2. Сергеева А. С. Диагностика антропогенно трансформированных экотопов Донбасса по содержанию тяжелых металлов в гаметофитах мохообразных / А. С. Сергеева,

- А. С. Алемасова, А. И. Сафонов // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: Матер. XVII Всероссийской научн.-практич. конф. с междунар. участием (Киров, 05 декабря 2019 г.). – Киров: ВятГУ, 2019. – С. 15–18.
3. Сафонов А. И. Экологические сети фитомониторингового назначения в Донбассе / А. И. Сафонов, Е. А. Гермонова // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2019. – № 3-4. – С. 37–42.
 4. Сафонов А. И. Новые виды растений в экологическом мониторинге Донбасса / А. И. Сафонов // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2020. – № 1. – С. 96–100.
 5. Сафонов А. И. Фитоиндикационная экспертиза в экологическом мониторинге Донбасса / А. И. Сафонов // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: Матер. XVII Всероссийской научн.-практич. конф. с междунар. участием (Киров, 05 декабря 2019 г.). – Киров: ВятГУ, 2019. – С. 10–12.
 6. Пчеленко О. В. Первичная оценка эстетической ценности видов природной флоры в антропогенно нарушенной среде / О. В. Пчеленко, А. И. Сафонов // Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса: матер. Междунар. науч. конф. студ. и молодых ученых (Донецк, 17-20 октября 2017 г.). – Т. 2. Хим.-биол. науки. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2017. – С. 109–110.
 7. Киселева Д. В. Интегральная таблица фитоквантификационной экспертизы экотопов Донбасса по *Cichorium intybus* L. / Д. В. Киселева // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». Донецк: ДонНУ, 2020. Вып. 12, Т.1.: Естественные науки. – С. 73–77.
 8. Калинина А. В. Фитоиндикационный мониторинг на отвалах угольных шахт г. Макеевки, внедрение данных в образовательную программу / А. В. Калинина, А. И. Сафонов // Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса: матер. Междунар. науч. конф. студ. и молодых ученых (Донецк, 17-20 октября 2017 г.). Т. 2. Хим.-биол. науки. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2017. – С. 80–82.
 9. Жукова А. А. Фенотипическая разница рудералов фитоиндикационной значимости в Донбассе / А. А. Жукова, В. В. Мурашкин // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». Донецк: ДонНУ, 2020. Вып. 12, Т.1.: Естественные науки. – С. 52–55.
 10. Пчеленко О. В. Структурный адаптациогенез фитоубиквистов в промышленном Донбассе / О. В. Пчеленко // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». Донецк: ДонНУ, 2020. – Вып. 12, Т.1.: Естественные науки. – С. 126–130.

**ЗАВИСИМОСТЬ КОЛИЧЕСТВА УСТЬИЦ ОТ ПАРАМЕТРОВ
ЖИЛКОВАНИЯ И НАКОПЛЕНИЯ БИОМАССЫ ЛИСТЬЕВ
LACTUCA SATIVA L., СФОРМИРОВАННЫХ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ
УРОВНЯХ ОСВЕЩЕННОСТИ**

Загуменный Р.А., Николаева А.В., канд. биол. наук,
Стрельников И.И., канд. биол. наук
ГУ «Донецкий ботанический сад», г. Донецк, ДНР
Nikolaeva-alexandra@yandex.ru

В процессе взаимодействия растений с факторами внешней среды создается определенный баланс между физиологическими функциями и формированием анатомических структур. Признаки строения растений являются показателем их эколого-морфологической приспособленности к среде. Перестройка анатомической структуры, как правило, связана с изменениями функционального состояния листа. Интенсивность света влияет на дифференцировку структуры листа на ранних этапах онтогенеза – и сильная, и слабая освещенность индуцирует характерные изменения в анатомии листьев, в результате чего на одном растении есть световые и теневые листья [1]. Помимо этого, было установлено, что уровень освещенности влияет на экспортную функцию листа, в частности, на характер распределения по растению ассимилятов [2]. Степень развития сети жилок и количества устьиц обеспечивает способность к регуляции интенсивности транспирации, являющейся важным физиологическим приспособлением растительных организмов к условиям окружающей среды. Таким образом, через пластичность признаков жилкования и плотности устьиц достигается оптимальное функционирование листа в условиях среды. Поэтому исследование изменчивости анатомической структуры листьев, обусловленной экологическими факторами, имеет ключевое значение для создания эффективных технологий культивирования растений в условиях закрытого грунта.

Цель работы – установить зависимость количества устьиц на единицу площади от параметров жилкования и накопления биомассы листьев *Lactuca sativa* L., сформированных при различных уровнях освещенности.

В качестве модельного объекта для биологического тестирования условий под светоизлучающими приборами выбран *L. sativa*, сорт «Гранд Рапидс». Размер выборки в каждой градации фактора – 60 растений, общий размер опыта – 180 растений. Для реализации исследований была смонтирована каркасная установка, в которой выращивали растения при трех уровнях освещенности: без притенения ($7\,778,76 \pm 345,95$ лк); среднее притенение ($4\,134,90 \pm 98,16$ лк); сильное притенение

(2 273,05 ± 83,62 лк). Необходимый для проведения исследования фотопериод и уровень освещенности был создан при использовании натриевых ламп PHILIPS MASTER Green Power 600W/400V. Для изучения особенностей жилкования и количества устьиц было взято по 4 образца с каждого из шести исследуемых листьев (с 3-го, 4-го и 5-го листа) растений *L. sativa*, сформированных в трёх вариантах освещенности. Методика исследования параметров жилкования и накопления биомассы листьев приведена в предыдущих исследованиях [3]. Приготовление препаратов для анатомических исследований проводили по методике Р. П. Барыкиной [4].

Изучена зависимость количества устьиц на единицу площади от параметров жилкования и накопления биомассы листьев *L. sativa*, сформированных при различных уровнях освещенности. Также были изучены особенности распределения устьиц в зависимости от условий освещения на 3, 4 и 5 генерациях листьев. Графическое отображение распределения установленных значений представлено на рисунке.

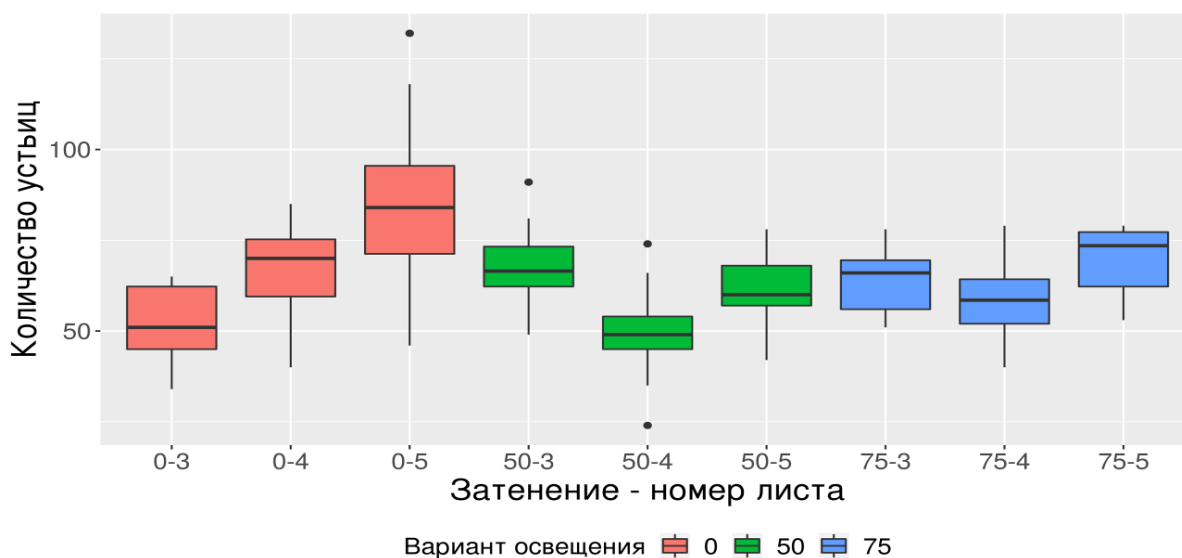


Рис. Показатели количества устьиц на единицу площади листа *L. sativa* в зависимости от номера листа и уровня притенения

Анализ Крускала-Уоллиса показал, что плотность распределения устьиц значительно отличается в разных по освещению группах. При этом в группе растений без притенения наблюдается последовательный рост количества устьиц от 3-го к 5-му листу. В группах с притенением минимальные количества устьиц отмечены для 4-го листа.

В целях более детальной проверки межгрупповых различий применили тест Дуна. По результатам теста можно заключить, что количества устьиц 3-го листа в варианте без притенения в большинстве случаев меньше, чем в других группах. Одновременно, количества устьиц при нулевом притенении на 5-м листе в большинстве случаев выше, чем в других группах. Между всеми листьями при нулевом притенении также

наблюдаются значимые различия. В случае 50 % притенения плотность устьиц 3-го листа значительно отличается от двух других листьев. При притенении 75 % значимые различия наблюдаются только между 4-м и 5-м листьями. Таким образом, доступность световой энергии влияет на гистогенез на качественном уровне, то есть условия притенения не просто снижают скорость и объемы ассимиляции, а обуславливают и некоторые адаптивные процессы, нуждающиеся в дальнейшем изучении.

Также интерес представляет анализ связей между особенностями жилкования листьев (отображение транспортных процессов в листе) и плотностью устьиц (условный показатель максимальной продуктивности). Регрессионный анализ показал, что количества устьиц статистически значимо связаны с удельной длиной, удельным количеством ветвлений и количеством свободных окончаний жилок. При этом характер взаимосвязи отличается в разных группах освещения. Так, в случае с удельной длиной жилок, группы с притенением имеют схожие тренды, значительно отличающиеся от группы без притенения. В случае с удельным количеством свободных окончаний, схожие тренды отмечаются для групп без затенения и среднего затенения, тогда как группа с сильным затенением значимо от них отличается.

Анализ связей между особенностями жилкования листьев (отображение транспортных процессов в листе) и плотностью устьиц (условный показатель максимальной продуктивности) показал, что количество устьиц статистически значимо связано с удельной длиной, удельным количеством ветвлений и количеством свободных окончаний жилок. При этом характер взаимосвязи отличается в разных группах освещения.

Всё это может свидетельствовать о реализации различных стратегий, касающихся соотношения процессов транспирации и транспорта веществ. Дальнейшее исследование этих особенностей потенциально может быть использовано для оптимизации водного режима при выращивании листовых овощей в разных условиях освещения.

Список литературы

1. Фотосинтез и биопродуктивность: методы определения / ред. А. Т. Мокроносова. – М.: Агропромиздат, 1989. – 480с.
2. Ахтямова Г. А. Регуляция фотосинтеза, транспорта ассимилятов и продуктивности растений в условиях разной освещенности. Участие апопластной инвертазы: автореф. дис. на соискание уч. степ. канд. биол. наук. – Казань, 2013. – 24 с.
3. Загуменный Р. А. Влияние интенсивности дополнительного освещения на параметры жилкования листьев *Lactuca sativa* L. / Р. А. Загуменный, А. В. Николаева, И. И. Стрельников // Промышленная ботаника. – 2019. – Вып. 19, № 2. – С. 54–60.
4. Барыкина Р.П. Справочник по ботанической микротехнике / Р. П. Барыкина, Т. Д. Веселова, А. Г. Девятов и др. – Издат-во Моск. ун-та: Москва, 2004. – 321 с.

ПРИМЕРЫ ФИТОИНДИКАЦИОННОГО СОДЕРЖАНИЯ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА В ДОНБАССЕ

Зайцева Е.В.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
yekaterina-zaytseva-1999@mail.ua

Возможность реализации прикладной программы по ботаническому анализу экологической информации картографического способа подачи обусловлена существующими на кафедре ботаники и экологии наработками в рамках функционирующей экологической сети особого назначения [1], учета синтетических расчетных критериев [2] и работы над заповедными объектами Донбасса [3]. При начатых картографических работах возникает объективная необходимость стратегического обобщения имеющейся картографической продукции [4].

Цель работы – выделить в картографическом материале экологической информации ботаническую составляющую по имеющимся критериям фитоиндикационной экспертизы.

Апробация методик картографической визуализации проведена по следующим тематическим направлениям: 1) валентность видов, экологические пропорции регистрируемых межвидовых отношений, 2) микроклиматические ценопопуляционные эффекты динамики состояния показателей за 3–4 летний период наблюдений, 3) планирование хозяйственной муниципальной деятельности в локальных геостратегических примерах для целей зеленого строительства в ранжированном ряде преобразований прогностических моделей, 4) сравнение актуальных экологических данных в сукцессионных процессах регионального значения при многофакторном дисперсионном анализе, 5) проведение фитоквантификации (оценки качества с перерасчетными индексами) таким образом, чтобы приоритетная функция была выделена по экологическим параметрам, 6) организация локального и импактного экологического мониторинга системы наблюдений, оценки и контроля состояния среды, 7) функциональное зонирование территорий различного хозяйственно-бытового назначения в городской среде или на пригородных участках агротехнического способа ухода.

В этом диапазоне тематических направлений реализована система анализа ботанических данных экологической информации.

Выражаем благодарность научному сотруднику ГУ "Донецкий ботанический сад" И. И. Стрельникову за идейное продвижение тематического направления.

Список литературы

1. Сафонов А. И. Экологические сети фитомониторингового назначения в Донбассе / А. И. Сафонов, Е. А. Гермонова // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2019. – № 3-4. – С. 37–42.
2. Сафонов А. И. Комплексный показатель нарушенности экотопов по фитоиндикационному критерию в г. Донецке / А. И. Сафонов, Е.А. Гермонова // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2019. – № 3-4. – С. 171–175.
3. Сафонов А. И. Оценка современного состояния и динамики степных растительных сообществ РЛП "Зуевский" с помощью технологии дистанционного зондирования / А. И. Сафонов, С. В. Колесников // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2011. – № 1. – С. 106–110.
4. Зайцева Е. В. Картирование информации фитоиндикационного назначения в Донбассе / Е. В. Зайцева, С. А. Ермолаева, А. В. Гайдар // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». Донецк: ДонНУ, 2020. Вып. 12, Т.1.: Естественные науки. – С. 56–61.

УДК 528.8

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕОМОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕРРИТОРИИ, ПРИЛЕГАЮЩЕЙ К ПРУДУ «ПЕСЧАНЫЙ» (г. ДОНЕЦК)

Золотой А.Л.

ГУ «Донецкий ботанический сад», г. Донецк, ДНР
andreyzolotoy08@mail.ru

Изучение особенностей рельефа является необходимым для оптимального использования природных ресурсов, планирования и прогнозирования в различных сферах деятельности. Актуальной проблемой является оценка воздействия рельефа на функционирование природно-антропогенных систем. Для решения такой задачи необходимо использовать количественные характеристики рельефа, определить которые можно с помощью геоморфометрических показателей.

Следует отметить, что для некоторых природных территорий Донбасса уже проводились подобные исследования [1]. Однако такие работы единичны, в связи с чем изучение особенностей региона в данном направлении является актуальным.

В данном исследовании рассмотрены особенности распределения значений геоморфометрических показателей территории, территориально прилегающей к пруду «Песчаный», который расположен на южной окраине города Донецк.

Цель работы – установить особенности распределения геоморфометрических показателей территории, прилегающей к пруду «Песчаный».

Исследование состояло из двух этапов. На первом из них была проведена классификация территории. Второй этап заключался в установлении особенностей распределения геоморфометрических показателей.

Геоморфометрические показатели территории устанавливали на основе показателей её высоты. В качестве источника картографической информации была использована свободно распространяемая карта высот ALOS. Обработку данных осуществляли с помощью программного комплекса QGIS 3.10.10и свободной среды вычисленийR 3.6.0.

В качестве геоморфометрических показателей были выбраны наиболее распространенные из них, а именно показатели уклона, экспозиции, индекс шероховатости поверхности и индекс топографического положения [2, 3].

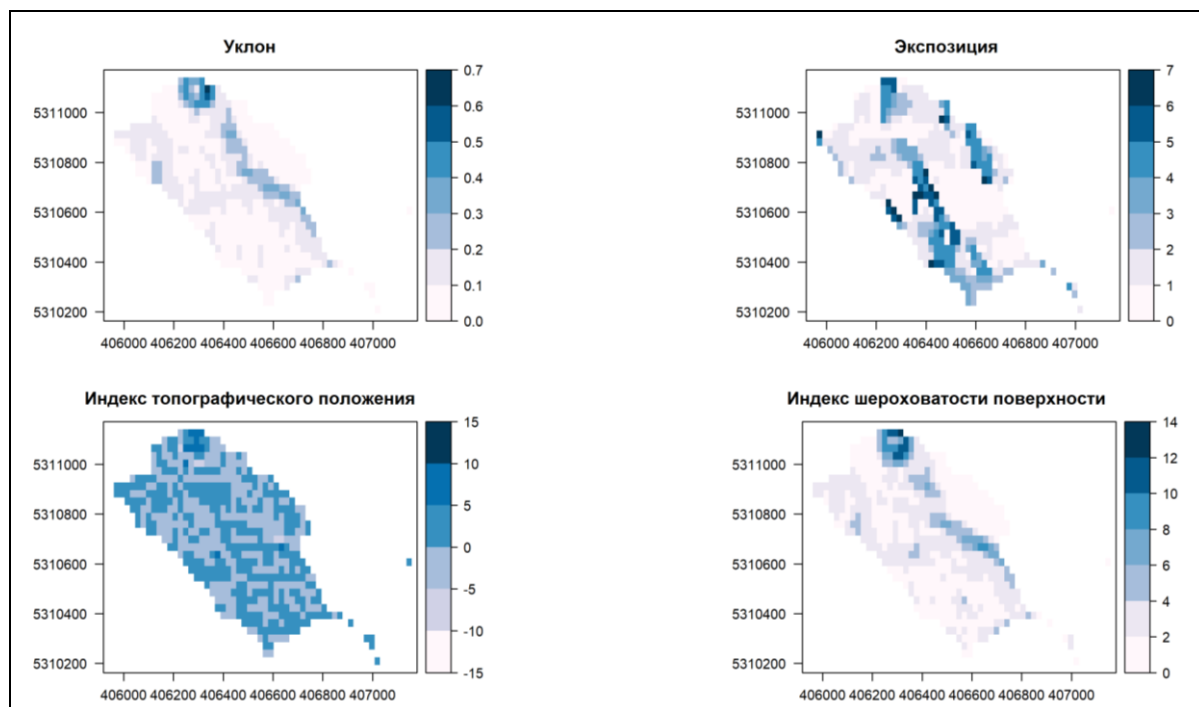


Рис.1. Классификация территории по геоморфологическим показателям

Результат классификации территории представлен на рисунке 1. Что касается особенностей распределения данных, то они представлены на рисунке 2.

С помощью статистического теста Шапиро-Уилка было установлено, что все геоморфометрические показатели исследуемого района имеют распределение, не соответствующее нормальному (значения r всех данных выборок не превышали 0,05).

Что касается показателя уклона, то наибольшая концентрация точек располагается в диапазоне значений от 0,05 до 0,15 радиан (1–9° градусов). Таким образом, на исследуемой территории присутствуют 4 доминирующих типа поверхности: 1) слабонаклонные равнины (1–3°); 2) наклонные равнины (3–5°); 3) слабопокатые склоны (5–7°); 4) покатые склоны (7–10°). Для показателя экспозиции характерно доминирование северо-восточной и южно-восточной экспозиции. Что касается показателя топографической позиции, то большинство точек расположены в диапазоне значений от -2 до 2, в связи с чем можно сделать вывод, что на исследуемой местности доминируют прямые склоны. Присутствует небольшое количество хребтов, а также долин. Как видно на рисунке, обе формы рельефа доминируют в равной степени. Что касается показателя шероховатости поверхности, то для исследуемой территории наиболее часто встречаются значения от 1 до 3, что в целом типично для равнинных территорий (при отсутствии шероховатости значение показателя составляет 0).

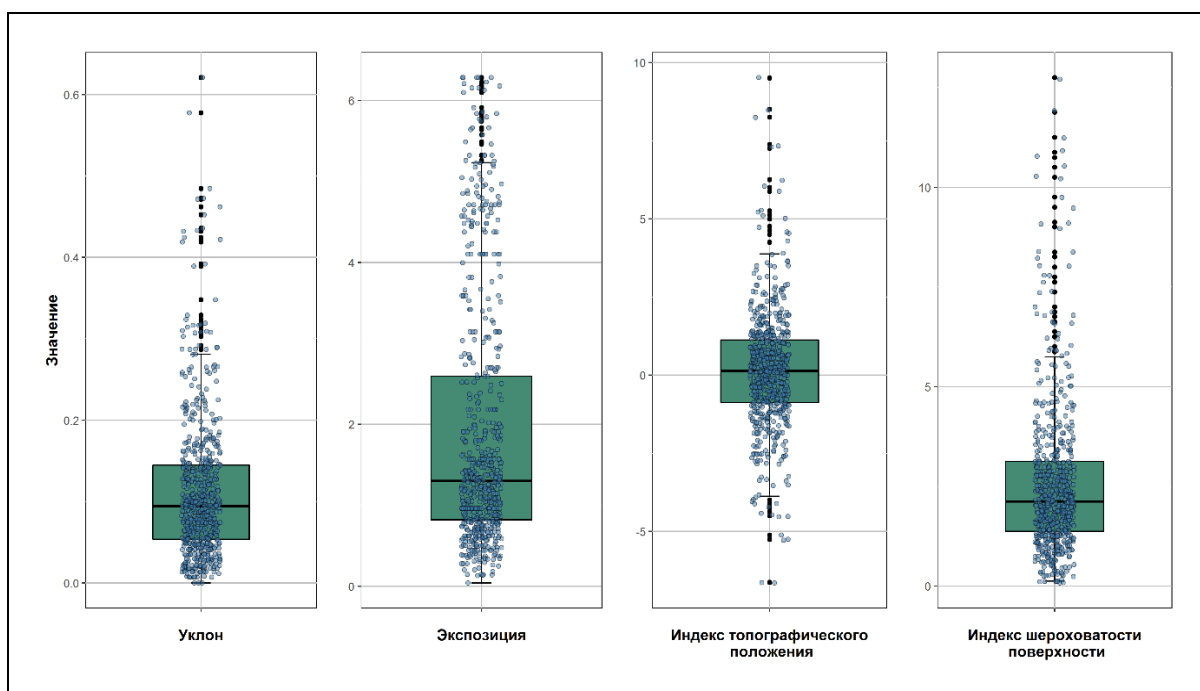


Рис. 2. Особенности распределения геоморфометрических показателей территории

Следует отметить, что для всех исследуемых геоморфометрических показателей характерно наличие максимальных значений на северной части местности, территориально, соответствующей террикону. Таким образом, рассмотренные показатели рельефа можно использовать для установления крупных возвышенностей.

В результате исследования рассматриваемая территория была успешно классифицирована, а также были установлены некоторые закономерности распределений рассматриваемых геоморфометрических

показателей. Полученные данные о рельефе территории можно использовать для различного рода задач: автоматической классификации территорий, параметризации и анализа земной поверхности, анализа геопространственного перераспределения действий прямых экологических факторов (тепла, влаги, эдафических условий).

Список литературы

1. Золотой А. Л. Геоморфометрические показатели ботанического заказника «Зорянская степь» / А. Л. Золотой // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов: сборник материалов XIV Международной конференции аспирантов и студентов / ДОННТУ, ДонНУ. – Донецк: ГОУВПО «ДОННТУ», 2020. – С. 121–123.
2. Свидзинская Д. В. Основные геоморфометрические параметры: теория. GIS-LAB. Географические информационные системы и дистанционное зондирование. URL: <http://gis-lab.info/qa/geomorphometric-parameters-theory.html>.
3. Жучкова В. К. Методы комплексных физико-географических исследований / В. К. Жучкова, Э. М. Раковская. – Москва, 2004. – 368 с.

УДК 581 : 635.9 : 581.15 (477.60)

СПЕКТР НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ТЕМ ДЛЯ РАБОТЫ В СЕКЦИИ ДОНМАН «БОТАНИКА И ФИТОДИЗАЙН»

Калинина А.В.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
a.kalinina@donnu.ru

Происходящие в наши дни изменения в общественной жизни требуют развития новых способов образования, педагогических технологий, нацеленных на индивидуальное развитие личности, творческую инициативу, навыка самостоятельного движения в информационных полях.

Эффективным видом деятельности современных школьников является исследовательская деятельность, которая лежит в основе обучения в секции Учреждения дополнительного образования Донецкой Республиканской Малой Академии Наук учащейся молодежи «Ботаника и фитодизайн». Секция начала свою работу в текущем 2020–2021 учебном году на базе кафедры ботаники и экологии биологического факультета ДонНУ.

Особенность дополнительного образования состоит в том, что обучение происходит в соответствии с интересами, наклонностями и личными целями каждого школьника, не является принудительным, и это, пожалуй, одно из самых значимых его достоинств. Основной задачей для

обучающихся и руководителя является подбор темы будущего исследования. Ведь залогом успеха школьного исследования может стать заинтересованность ученика, стремление к поиску и желание что-то открыть. Ботаника открывает безграничные возможности в выборе темы для исследования.

Широкий спектр направлений для реализации научно-исследовательской работы на кафедре ботаники и экологии [1, 2] в школьной секции [3, 4] в системе Донецкой Республиканской Малой Академии наук обусловлен традиционным интересом населения к многостороннему использованию растительных ресурсов в Донецком экономическом регионе, при этом важным звеном обучения также являются организационно-дидактические возможности кафедры [2, 5–7].

Цель работы – представить перечень экспериментально подтвержденных перспективных и начатых в реализации тем исследовательских работ учащихся в рамках предуниверситетских научных экспериментов с секции «Ботаника и фитодизайн» в 2020 году.

Таким образом, предложены некоторые проблемные вопросы, которые положены в основу научно-исследовательских работ школьников в рамках секции «Ботаника и фитодизайн».

По анатомии и морфологии растений – исследования, касающиеся анатомо-морфологических особенностей и адаптаций растений различных экологических групп, биолого-анатомические характеристики видов растений. По морфологии растений актуальными являются следующие проблемы: изучение морфометрических параметров различных видов растений в популяциях, изучение флуктуирующей асимметрии листьев, морфологии семенного материала.

Следует выделить цикл работ связанных с лекарственными свойствами растений, – рассмотрены их применение в фитотерапии, анатоморфологические особенности и свойства экстрактов растений, фитонцидную активность растений. По систематике растений, геоботанике, географии растений – аспекты биоразнообразия растений в Донецкой Народной Республике, инвазионные виды растений для нашего региона, разнообразие водорослей в водоемах Донбасса. Флористические исследования могут быть основаны на изучении флоры конкретных урочищ в окрестностях городов Донбасса, состоянии определенных популяций [8, 9]. Актуальными и интересными будут работы по фитопатологии, о болезнях растений, включая разработку методов профилактики и борьбы с заболеваниями и вредителями растений. Отдельным научным направлением являются биомониторинг и биотестирование, которые базируются на оценке качества окружающей среды [9, 10].

Работы по растениеводству и комнатному цветоводству разделяются по следующим направлениям: изучение влияния удобрений на растения,

воздействие внешних факторов на прорастание семян разных видов растений, эффективность семенного (вегетативного) размножения у растений, влияние регуляторов роста на размножение (рост, укоренение), агротехника выращивания видов растений.

Особенно уникальными являются работы по озеленению интерьеров различных по назначению, создание фитокомпозиций для помещений, фитопроектирование экстерьеров, аллелопатия в озеленении. Зачастую работы, связанные с коллекционированием растений, созданием фитоколлекций очень интересуют школьников.

Начатая научно-исследовательская работа проходит в тесном сотрудничестве с коллегами ГУ «Донецкий ботанический сад».

Реализация научно-исследовательских работ по представленным проблемам позволит учащимся приобрести углубленные знания по биологии, ботанике, экологии и возможность самоопределения в выборе профессии.

Список литературы

1. Сафонов А. И. Образовательные технологии подготовки биологов специализации по садово-парковому дизайну в Донецком национальном университете / А. И. Сафонов, А. З. Глухов, С. А. Приходько и др. // Проблемы и перспективы развития современной ландшафтной архитектуры: Матер. Всероссийской научно-практической конф. с международным участием – Симферополь: Изд-во КФУ, 2017. – С. 73–75.
2. Сафонов А. И. Специфика подготовки учебно-методической продукции ботанико-экологического содержания для научной библиотеки ДонНУ / А. И. Сафонов // Донецкие чтения 2019: Образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Матер. IV Междунар. научн. конф. (Донецк, 31 октября 2019 г.). Т. 6. Ч. 2. Педагогические науки. Донецк: Изд-во ДонНУ, 2019. С. 294–297.
3. Сафонов А. И. Преемственность экологического образования в системе "школа – университет – предприятие" / А. И. Сафонов // Экологическая ситуация в Донбассе. – Т. 1. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2016. – С. 151–154.
4. Сафонов А. И. Введение в специализацию на кафедре ботаники и экологии ДонНУ / А. И. Сафонов, Н. С. Захаренкова, Э. И. Мирненко // Донецкие чтения 2016 : Образование, наука и вызовы современности: Матер. I Междунар. научн. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 196–197.
5. Сафонов А. И. Специфика образовательных технологий на кафедре ботаники и экологии ДонНУ при подготовке студентами выпускных квалификационных работ / А. И. Сафонов // Развитие интеллектуально-творческого потенциала молодежи: из прошлого в современность: Матер. I Междунар. научн.-практич. конф. под общей редакцией С.В. Беспаловой. – Донецк : Изд-во ДонНУ, 2018. – С. 274–275.
6. Сафонов А.И. Роль российских научных школ в формировании образовательно-информационного поля студентов биологического факультета ДонНУ / А. И. Сафонов // Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса: Матер. Междунар. научн. конф. студентов и молодых ученых (Донецк, 17-20 октября 2017 г.). – Том 2: Химико-биологические науки. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2017. – С. 14–16.

7. Сафонов А. И. Внедрение альгоиндикационных технологий в процесс обучения студентов-экологов / А. И. Сафонов, Э. И. Мирненко, Н. С. Захаренкова // Биологическое и экологическое образование студентов и школьников: актуальные проблемы и пути их решения. Матер. III Междунар. научн.-практич. конфер., посвященной 230-летию отечественной методики обучения биологии и 75-летию со дня рождения методиста-биолога Е.С. Пекер. Отв. ред. А. А. Семенов. – 2016. – С. 135–138.
8. Калинина А. В. Фитоиндикационный мониторинг на отвалах угольных шахт г. Макеевки, внедрение данных в образовательную программу / А. В. Калинина, А. И. Сафонов // Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса: Матер. Междунар. научн. конф. студентов и молодых ученых (Донецк, 17-20 октября 2017 г.). – Том 2: Химико-биологические науки. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2017. – С. 80–82.
9. Калинина А. В. Карполого-индикационная изменчивость рудералов в условиях городской среды / А. В. Калинина, А. А. Исиков, А. И. Сафонов // Донецкие чтения 2016. Образование, наука и вызовы современности: Материалы I Международной научной конференции. Под общей редакцией С.В. Беспаловой. – Том. 1: Физико-математические, технические науки и экология. – 2016. – С. 312–314.
10. Калинина А. В. Диагностика эдафотопов некоторых угольных шахт г. Макеевки методами фитотестирования / А. В. Калинина // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2019. – № 1-2. – С. 6–12.

УДК 581.522.4: 581.4: 633.2 (477.62)

ВИДЫ РОДА *LATHYRUS* L. В КОЛЛЕКЦИИ КОРМОВЫХ РАСТЕНИЙ ДОНЕЦКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА

Козуб-Птица В.В., канд. биол. наук,
Глухов А.З., д-р биол. наук, проф., *Кустова О.К.*, канд. биол. наук
ГУ «Донецкий ботанический сад», г. Донецк, ДНР
ptitsavik@yandex.ua

Формирование коллекции кормовых растений в Донецком ботаническом саду (ДБС) начато в 70-ых годах прошлого столетия. Целью создания коллекции было расширение видового состава кормовых растений с привлечением ресурсов мировой и аборигенной флор путем интродукции, селекционного улучшения и внедрения новых и малораспространенных видов кормовых растений с высокой продуктивностью надземной массы, способных произрастать на склонах, засоленных и песчаных почвах, где традиционные кормовые культуры практически не возделываются. Научная ценность и уникальность коллекции обусловлена оригинальностью видового и формового разнообразия, направленного на возможность выживания растений в экстремальных условиях засушливой степи и техногенного загрязнения.

Lathyrus L. – обширный род однолетних и многолетних травянистых растений семейства Fabaceae Lindl., содержит около 170 видов, распространенных, преимущественно во внетропических странах северного и, отчасти, южного полушарий, особенно многочисленны в странах Средиземноморья [5]. Во флоре Донбасса род *Lathyrus* представлен десятью видами [4]. В целом виды имеют полифункциональное значение: кормовое, медоносное, лекарственное, декоративное, пищевое, техническое.

Цель работы – обобщение данных интродукционного испытания некоторых видов рода *Lathyrus* коллекции малораспространенных кормовых растений ДБС.

Объектами исследования были представители рода *Lathyrus* (семейства Fabaceae) коллекции малораспространенных кормовых культур ДБС. Латинские названия растений приведены согласно данным сайта ThePlantList. Для оценки успешности интродукции использована 10-балльная шкала, разработанная в ДБС [1].

В коллекции малораспространенных кормовых растений ДБС род *Lathyrus* представлен тремя видами – *Lathyrus latifolius* L., *Lathyrus sativus* L., *Lathyrus sylvestris* L. Ниже приводим краткую характеристику и общую оценку успешности интродукции представителей рода *Lathyrus*, выращенных в условиях монокультуры в ДБС.

Lathyrus latifolius (синонимы: *L. megalanthus* Steud., *L. membranaceus* C. Presl) – чина широколиственная. Распространена в Европе, странах Средиземноморья. Многолетнее травянистое растение. Гемикриптофит. Ксеромезофит. Сциогелиофит. В Донбассе культивируется. Имеет кормовое, декоративное, медоносное и декоративное значение. В ДБС культивируется с 1977 года [2]. Достигает $122 \pm 4,6$ см высоты. Стебель двугранный, с двумя широкими крыльями. Листья сложные, однопарные: длина листика $10,7 \pm 0,39$ см, ширина – $3,1 \pm 0,47$ см. Соцветия розовые, без аромата, состоит с 3–10 крупных цветков. Длина цветка $2,1 \pm 0,09$ см. Плод удлинённо-линейный, $6,2 \pm 0,02$ см длиной, $0,98 \pm 0,03$ см шириной. Цветение начинается в июне и длится, при благоприятных условиях, до середины октября. Плодоношение отмечено в июле. Растение систематически формирует семена, отмечен самосев. Однако большинство семян поражаются вредителями. Поэтому рекомендуемый способ размножения – вегетативный. При пересадке в осенний период (сентябрь-первая декада октября) корневищем с комом земли отмечена приживаемость 90–100 %. Растение засухо- и морозоустойчивое, с длительным периодом вегетации (220–230 дней). Общая оценка успешности интродукции 7 баллов.

Lathyrus sativus – чина посевная. Вид распространен в странах Средиземноморья, Средней Азии. В Донбассе растение культивируется, иногда дичает. Однолетнее травянистое растение. Терофит. Ксеромезофит.

Гелиофит. Культивируется (иногда дичает). Имеет кормовое, медоносное, лекарственное, пищевое и техническое значение. В ДБС выращивается с 1980 года [2]. При выращивании в монокультуре достигает $62,2 \pm 0,41$ см высоты. Стебли голые, четырехгранные. Листья однопарноперистые, длина листика $67,2 \pm 0,3$ мм, ширина – $6,3 \pm 0,1$ мм. Цветки белые $16,2 \pm 0,62$ мм длиной. Плод – боб овальной формы, сплюснутый, $3,1 \pm 0,34$ см длиной, $1,5 \pm 0,02$ см шириной. Семена высевали в открытый грунт в первой декаде апреля. Всхожесть семян составила 92%. Появление всходов отмечено через 2 недели. Начало генеративной фазы растений было отмечено в начале июня. Массовое цветение во второй декаде июня. Созревание семян на протяжении всего июля. Собраны всхожие семена. Растение засухоустойчивое. Вегетационный период составляет 110–115 дней. Оценка успешности интродукции составляет 10 баллов по 10-ти балльной шкале. Рекомендуем использовать как сидеральную культуру, а также как декоративное растение для создания бордюров.

Lathyrus sylvestris – чина лесная. Евроазиатский вид. В Донбассе произрастает на территории Донецко-Донского округа, Донецкого лесостепного округа, в районе долины Северского Донца [3]. Растет по опушкам лесов, разреженных зарослях кустарников, на лугах вдоль шоссе дорог. Многолетнее травянистое растение. Гемикриптофит. Мезофит. Сциогелиофит. Пратантосильвант. Имеет лекарственное, медоносное, кормовое и декоративное значение. В ДБС культивируется с 1977 года [3]. Достигает $98 \pm 3,4$ см высоты. Стебли крылатые, сильно ветвистые. Листья сложные с одной парой ланцетных листочков $7,5 \pm 0,04$ см длиной и $8,2 \pm 0,4$ мм шириной. Цветки розовые, $1,5 \pm 0,01$ см длиной, по 3–8 шт собранные в кисти. Боб $5,3 \pm 0,22$ см длиной, $0,76 \pm 0,02$ см шириной. Начало генеративной фазы растений отмечено в июне. Плодоносит с июля по сентябрь. Растение засухо- и морозоустойчивое. Период вегетации составляет 160–180 дней. Оценка успешности интродукции 8 баллов.

Виды рода *Lathyrus* коллекции малораспространенных кормовых растений ДБС проходят полный цикл развития, формируют семена, многолетние виды характеризуются морозоустойчивостью. Все виды засухоустойчивы и хорошо произрастают в культуре в условиях естественной влагообеспеченности. Общая оценка успешности интродукции 7-10 баллов по 10-балльной шкале. Также изученные виды имеют несколько хозяйственно-полезных свойств и рекомендованы как полифункциональные культуры. Все виды коллекции ДБС имеют кормовое, медоносное, лекарственное и декоративное значение, кроме того, *L. sativus* характеризуется также пищевыми, техническими и сидеральными свойствами.

Список литературы

1. Звіт про науково-дослідну роботу: Фіторесурси аборигенної і світової флорі та їх раціональне використання для відновлення деградованих земель степової зони України (заключний). – Донецьк: Донецький ботанічний сад, 2013. – 269 с.
2. Каталог растений Донецкого ботанического сада: Справочное пособие / Л. Р. Азарх, В. В. Баканова, Р. И. Бурда; ред. Е. Н. Кондратюка. – К.: Наук. думка, 1988. – 528 с.
3. Кондратюк Е. Н. Конспект флоры юго-востока Украины. Сосудистые растения / Е. Н. Кондратюк, Р.И. Бурда, В.М. Остапко. – Киев: Наук. думка, 1985. – 272 с.
4. Остапко В. М. Сосудистые растения юго-востока Украины / В. М. Остапко, А. В. Бойко, С. Л. Мосякин. – Донецк: Ноулидж, 2010. – 247 с.
5. Флора европейской части СССР. – Л.: Наука, 1987. – Т. VI. – 254 с.

УДК 574.34

ФИТОПЕРИФИТОН ИСКУССТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ г. ДОНЕЦКА

Комарова А.М.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет» г. Донецк, ДНР
alinka7857@gmail.com

Фитоперифитон – группа организмов, развивающихся в водной среде на различных типах субстрата. В зависимости от типа реофильности служит удобным индикатором для исследования различных механизмов на основании изменчивости видовой структуры сообществ [1]. Для перифитонных организмов наиболее важным ресурсом является свободное пространство, от чего зависит постоянно происходящий обмен между субстратом и толщей воды, а видовая структура перифитона является связующим звеном. Биотоп, населенный перифитоном является твёрдой частью подложки из разных источников и водоёмов. Нарушение связи между частицами субстрата, в том числе механическим, биогенным, приводит к его разрушению [2–5].

Цель работы – описание видового состава фитоперифитона для последующего практического применения в исследовании процессов континентальных водоёмов Донбасса. Основная задача – определить виды фитоперифитона для использования их как индикаторных организмов при установлении качества водных объектов.

Отбор проб производили из Городских прудов № 1, 2, 3. В работе были использованы стандартные методы определения фитоперифитонных организмов. В результате проведённых исследований было идентифицировано 39 видов водорослей фитоперифитона, которые относятся к отделам *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*, *Cyanoprocarota*.

Видовой анализ показал, что наибольшее фиторазнообразие (25 видов) было отмечено для отдела *Bacillariophyta* (диатомовые), где часто

встречались виды как: *Diatoma vulgare*, *Syndera acusvar*, *Diatoma elongatum*, *Synedra famelica*, *Synedra famelica*, *Tabella riafetanestra*, *Navicula viridula*, *Navicula lacustris*, *Cymbella lata*.

На втором месте по видовой представленности идентифицирован отдел *Chlorophyta* (10 видов) где отмечены следующие наиболее часто встречающиеся виды: *Scenedesmus quadricauda*, *Chlorella vulgaris*, *Monoraphidium contortum*, а также виды рода *Spirogyra*.

Наименьшим видовым разнообразием представлен отдел *Cyanophyta* – 4 вида. Здесь отмечены виды родов *Lyngbia* и *Oscillatoria*.

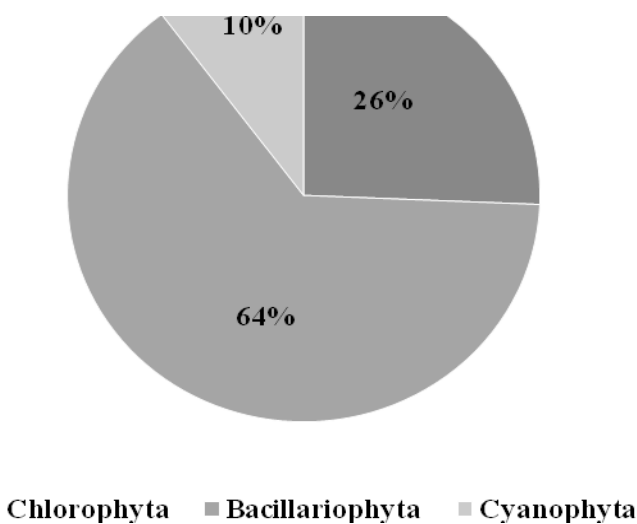


Рис. 1. Процентное соотношение видов водорослей разных отделов по встречаемости

Таким образом, в ходе исследований было идентифицировано 39 видов водорослей, из которых доминирующим отделом по количеству видов является отдел *Bacillariophyta*.

Список литературы

1. Вассер С. П. Водоросли: Справочник / С. П. Вассер, Н. В. Кондратьева, Н. П. Масюк и др. – К.: Наук, думка, 1989. – 608 с.
2. Мирненко Э. И. Мониторинг прудов г. Донецка по показателям развития фитопланктона / Э. И. Мирненко, А. О. Макуха // Донецкие чтения 2018: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Мат. III Междунар. науч. конф. – Донецк: ДонНУ, 2019. – Т. 2: Химико-биологические науки. – С. 203–205.
3. Черных А. А. Роль поверхностного стока на формирование водорослей "цветения" / А. А. Черных, Э. И. Мирненко // Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса: Мат. II Междунар. научн. конф. студентов и молодых ученых. – Донецк: ДонНУ, 2017. – Т. 2: Химико-биологические науки. – С. 123–124.
4. Мирненко Э. И. Особенности "цветения" *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs. в альгофлоре Нижнекальмиусского водохранилища / Э. И. Мирненко // Донецкие чтения 2019: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности:

матер. IV Междунар. научн. конф. – Донецк: ДонНУ, 2019. – Т. 2: Химико-биологические науки. – С. 253–255.

5. Мирненко Э. И. Первичные данные о стоматоцистах Chrysophyta в фитопланктоне Нижнекальмиусского водохранилища / Э. И. Мирненко // Экологические проблемы бассейнов крупных рек – б: Мат. Междунар. конф., приуроченной к 35-летию Института экологии Волжского бассейна РАН и 65-летию Куйбышевской биостанции (15-19 октября 2018 г. Тольятти). – Тольятти: Анна, 2018. – С. 216–218.

УДК 581.2 : 581.15 (477.60)

ФЕНОМЕН ФАСЦИИ ПОБЕГА *EHIUM VULGARE* L. В ДОНБАССЕ

Коротенко Н.В.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
korotencnkonadezhda@yandex.ru

Фасциации – элемент тератогенеза (в данном случае растительных организмов) – рассматриваются как структурные аномалии растений [1–3], что важно для индикационного скрининга в Донбассе [4–6] в рамках актуального экологического мониторинга – особо важного мероприятия для экологических разработок в антропогенно трансформированном регионе, а также для реализации требуемой образовательной функции фитоиндикационного содержания [7].

Цель работы – установить частоту встречаемости фасциаций побеговой системы *Ehium vulgare* L. в техногенных экотопах по сравнению с контрольными (см. рис.).



А



Б

Рис. Побегообразование *Ehium vulgare* L.:

А – норма, Б – в условиях промышленно загрязненной среды (фасциация)

Архитектоника в побегообразовании *Ehium vulgare* является модельно моноцентрической для особей первого года вегетации. На втором году сезонного развития такие моноцентрики в зависимости от условий среды (в первую очередь – от фитоценотической сомкнутости или разреженности, а затем уже факторов геохимической агрессивности среды) могут формировать розеточную полицентрическую модель или непропорционально моноцентрическую. Выявленные факты фасциации побега (судя по полевым наблюдениям) мы предположительно связываем с особенностью запыления воздуха, в том числе частицами, содержащими большие количества токсичных элементов, влияющих на уязвимые точки роста и меристематическую зону апекса побега, что приводит к деструктивному делению некоторых инициальных тканей и развитию фасциированной структуры). В таких случаях образовавшиеся цветки на разросшейся оси побега-соцветия как правило не формируют семязачатки и весь побег не вносит вклад в развитие генеративных структур при усилении семяобразования.

Установлено, что на территориях предприятий металлургического, коксохимического и химического производств в Донецкой Народной Республике частота фасциации колебалась в пределах 4–18 %, в контрольных зонах – не более 1,5 % от общей ценопопуляционной выборки.

Список литературы

1. Сафонов А. И. Тератогенез растений-индикаторов промышленного Донбасса / А. И. Сафонов // Разнообразии растительного мира. – 2019. – № 1 (1). – С. 4–16.
2. Сафонов А. И. Фитоэмбриональный скрининг в экологическом мониторинге Донбасса / А. И. Сафонов // Зеленый журнал – Бюллетень ботанического сада Тверского государственного университета. – 2017. – Вып. 3. – С. 5–12.
3. Bespalova S. V. The criteria of assessment of ecological state of environment on thresholds of sensitivity of bioindicators / S. V. Bespalova, O. S. Goretsky, A. I. Safonov // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2011. – № 1. – С. 25–43.
4. Сафонов А. И. Динамика фитомониторинговых показателей антропогенеза в Донбассе (2000-2019 гг.) / А. И. Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2020. – № 1-2. – С. 31–36.
5. Сафонов А. И. Фитоиндикационная экспертиза в экологическом мониторинге Донбасса / А. И. Сафонов // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: Матер. XVII Всероссийской научн.-практич. конф. с междунар. участием (Киров, 05 декабря 2019 г.). – Киров: ВятГУ, 2019. – С. 10–12.
6. Сергеева А. С. Накопление тяжелых металлов гаметофитами мохообразных в экотопах промышленного Донбасса / А. С. Сергеева, А. С. Алемасова, А. И. Сафонов // Донецкие чтения 2018: Образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: матер. III Междунар. науч. конф. (Донецк, 25 октября 2018 г.). Т. 2. Хим.-биол. науки. – Донецк: Изд-во ДонНУ, – 2018. – С. 217–218.
7. Абуснайна М. В. Фитоиндикация как научный ресурс организации экологического образования / М. В. Абуснайна, Е. В. Стрелянская, Н. В. Коротенко // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». Донецк: ДонНУ, 2020. – Вып. 12, Т.1: Естественные науки. – С. 5–8.

КОРНЕВОЙ ТЕСТ НА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ФИТОИНДИКАТОРОВ К ТЯЖЕЛЫМ МЕТАЛЛАМ

Кравсун Т.И.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
t.kravsun@donnu.ru

Важность исследований фитоиндикационного назначения в индустриально развитом Донбассе представлена в обзорных публикациях [1–3]. Ввиду постоянных процессов адаптиогенеза природно-техногенных систем информация фитоиндикационного назначения нуждается в актуализации и постоянном обновлении [4, 5]. В начатом исследовании по системам морфологических приспособлений индикаторов к факторам техногенной среды [6] сформировалась необходимость проведения лабораторного эксперимента по определению потенциальной металлочувствительности отдельных видов растений, используемых в качестве индикаторов состояния окружающей среды при экологическом мониторинге в Донбассе.

Цель работы – используя лабораторный эксперимент, определить металлоспецифичность и чувствительность некоторых индикаторных видов растений по корневому тесту (см. табл.) для дальнейшего установления вегетативной стратегии выживания.

Таблица

Металлоспецифическая межвидовая чувствительность фитоиндикаторов Донбасса, рекомендуемых для биотестирования почвенных субстратов

Вид	Соединения металла в пределах 3 ПДК в растворе					
	Cd	Ni	Pb	Cr	Cu	Zn
<i>Achillea nobilis</i> L.	+	++	+++	+	+	+
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	+++	+	++	+	+	++
<i>Artemisia absinthium</i> L.	++	+++	++	+	+++	++
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	+++	+	+	+++	+	+++
<i>Centaurea diffusa</i> Lam.	+	+	+++	+	++	+
<i>Cirsium arvense</i> (L) Scop.	+	+	+++	+	++	++
<i>Coniza canadensis</i> (L.) Cronq.	+++	++	+	+++	+++	+++
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	+++	+++	+++	+++	+	+++
<i>Hieracium robustum</i> Fr.	+++	++	++	+++	+++	+++
<i>Matricaria recutita</i> L.	+	++	+++	+++	++	+

Металлочувствительность определяли на первых этапах прорастания семенной продукции (плодов и семян) после периода покоя в весенний период. Определенные особенности в дальнейшем важно изучить по структурным характеристикам зародышевого корешка. Возможно, что

проявленная видовая избирательность может быть критерием для дальнейшей дифференциации групп растений на толерантные и чувствительные категории. Из качественных наблюдений было отмечено, что во многих случаях скорость прорастания семян в условиях загрязнения была существенно выше, что требует дальнейшего статистического доказательства и проведения эксперимента в ранжированном ряду концентраций токсикантов.

Таким образом, для экспресс-диагностики и фитотестирования почвенных субстратов в целом рекомендованы виды: *Artemisia absinthium* L., *Coniza canadensis* (L.) Cronq., *Galinsoga parviflora* Cav. и *Hieracium robustum* Fr.

Список литературы

1. Глухов А. З. Экосистемное нормирование по данным фитоиндикационного мониторинга / А. З. Глухов, А. И. Сафонов // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: Матер. I Междунар. науч. конф. (Донецк, 16–18 мая 2016 г.). – Т. 1. Физ.-мат., техн. науки и экол. Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 311–312.
2. Bespalova S. V. Determination of bioindicators sensitivity thresholds for ecologically unfavourable environmental factors / S. V. Bespalova, O. S. Goretsky, A. I. Safonov // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2010. – № 1(10). – С. 9–25.
3. Сафонов А. И. Перспективные фитоиндикаторы Донбасса для биотестирования / А. И. Сафонов // Экология родного края: проблемы и пути их решения: Матер. XV Всероссийской с междунар. участием науч.-практич. конф. (Киров, 18 мая 2020 г.). Т. Книга 1. – Киров: ВятГУ, 2020. – С. 161–163.
4. Сафонов А. И. Динамика фитоиндикационных показателей антропогенеза в Донбассе (2000-2019 гг.) / А. И. Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2020. – № 1-2. – С. 31–36.
5. Сафонов А. И. Новые виды растений в экологическом мониторинге Донбасса / А. И. Сафонов // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2020. – № 1. – С. 96–100.
6. Кравсун Т. И. Морфологические тактики реализации жизненных стратегий видов сорных растений в Донбассе / Т. И. Кравсун // Донецкие чтения 2019: Образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Материалы IV Междунар. науч. конф. (Донецк, 31 октября 2019 г.). – Т. 2. Хим.-биол. науки. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2019. – С. 241–243.

ПОПОЛНЕНИЕ КОЛЛЕКЦИОННОГО ФОНДА ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ РАСТЕНИЙ В ДОНЕЦКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ

Кустова О.К., канд. биол. наук, *Козуб-Птица В.В.*, канд. биол. наук,
Приходько Л.Г.

ГУ «Донецкий ботанический сад», г. Донецк, ДНР
lavanda_dbg@mail.ru

Коллекции хозяйственно-ценных растений в Донецком ботаническом саду (ДБС) дают представление о разнообразии растений мировой и аборигенной флоры. Мобилизация образцов из разных интродукционных пунктов проводится с 1975 г. Формирование коллекций идет по пути расширения видового, формового и сортового разнообразия. Проводится поиск культур, обладающих высоким адаптивным потенциалом к природно-климатическим условиям степной зоны и антропогенной нагрузке промышленного региона. Данная работа соответствует поставленным задачам: сохранение и пополнение коллекционного фонда малораспространенных хозяйственно-ценных растений новыми видами, формами, сортами; систематическая идентификация культивируемых растений, привлекаемых к интродукционной работе; систематизация имеющихся коллекций.

Цель работы – привлечение перспективных хозяйственно-ценных растений для проведения интродукционных исследований и обогащения коллекционного фонда Донецкого ботанического сада, первичная интродукционная оценка.

Объекты изучения – виды и сорта ароматических, малораспространенных кормовых и овощных растений. Мобилизацию проводят путем привлечения культигенов из обменного фонда или посещения ботанических учреждений, а также сбора семян или живых растений в природных условиях. Первый этап интродукционного эксперимента осуществляется на участках первичного размножения и предварительного изучения. Изучаются фенология, основные биоморфологические и хозяйственные признаки с применением общепринятых в ботанических садах методов интродукционного исследования.

В коллекции ароматических и малораспространенных пищевых растений насчитывается 207 таксонов из 64 родов и 17 семейств. За период 2018–2019 гг. поступление составило пять видов (*Epilobium hirsutum* L., *Chamaenerion angustifolium* L., *Coix lacryma-jobi* L., *Salvia hispanica* L., *Lippia dulcis* Trevir.) из двух семейств – Onagraceae Juss. и Verbenaceae J.St.-Hil.

Далее приводим краткую характеристику и первичную интродукционную оценку в условиях эксперимента в ДБС.

Кунрей волосистый (Epilobium hirsutum L.) – медоносное, дубильное и декоративное растение. Травянистый многолетник, мезоксерофит. Встречается на территории Западной Сибири, Украины, в европейской части России, Молдове, Беларуси, Средней Азии по болотистым местам, по берегам водоёмов, на влажных лугах. Распространен по всей территории Донбасса, поэтому оценивалась перспективность культивирования растения. Семена были высеяны в теплице 01.III. Всхожесть составила 83 %. Рассада высажена в открытый грунт во второй половине мая. Приживаемость растений составила 97 %. Начало генеративной фазы растений было отмечено 05.VII. Массовое цветение – 12.VII, созревание семян продолжительное – с конца июля и на протяжении всего августа. Собраны всхожие семена. Растения благополучно перезимовали и весной продолжили вегетацию.

Хаменерион узколистный (Chamaenerion angustifolium L.) – лекарственное, пищевое, медоносное, декоративное растение. Травянистый многолетник, мезофит. Встречается почти на всей территории Европейской части России в светлых лесах, на лесных опушках, вырубках, среди кустарников. Растение размножили из семян рассадным способом и высадили в интродукционный питомник, где они вегетировали и вступили в генеративную фазу. Были собраны семена. Однако за период вегетации наблюдался значительный выпад особей (85%), что, вероятно связано с неблагоприятными условиями содержания.

Бусенник обыкновенный (Coix lacryma-jobi) – пищевое, масличное, лекарственное и декоративное растение. Травянистый многолетник, мезоксерофит. В природных условиях произрастает в Юго-Восточной Азии по берегам рек, вместе с травами болотистых лугов. Натурализовался в тропической Африке и Америке. Посев бусенника семенами в условиях теплицы проводили 19.III. Всхожесть составила 83%. Рассада была высажена в открытый грунт в первой половине июня. Массовое цветение при интродукции в ДБС наступило 05.VII, начало созревания зерновок – 18.VII, массовое созревание – со второй половины августа и продолжалось до наступления устойчивого похолодания. Растения погибли от первых заморозков на почве в 20-х числах сентября. Весной 2020 г. были отмечены единичные всходы самосева в открытом грунте, что может объясняться теплыми погодными условиями зимой. Растения благополучно вегетировали на протяжении всего сезона.

Чиа белая (Salvia hispanica L.) – пищевое, жиромасличное, лекарственное и декоративное растение. Однолетник, мезоксерофит. Культивируется в Центральной и Южной Америке. Семена были высеяны в теплице 26.III. Всхожесть составила 78 %. Рассаду высадили в открытый грунт во второй половине мая. Приживаемость саженцев составила 100 %.

Растения хорошо развивались и достигли высоты 1,0–1,10 м. До наступления заморозков фазы бутонизации и цветения не наступили. Повторная закладка интродукционного эксперимента в 2020 г. также не дала результатов. Вероятно, продолжительность вегетационного сезона является недостаточной для прохождения генеративной фазы данной культуры.

Липпия сладкая (*Lippia dulcis* Trevir.) относится к сахарозаменяющим растениям. Травянистый стелющийся многолетник, мезоксерофит. Произрастает в Центральной Америке и в странах Карибского бассейна. В условиях интродукции возможно содержание в горшечной культуре.

Кормовые культуры представлены 62 видами из 40 родов и 9 семейств. Пополнение коллекции составило 2 вида однолетних травянистых растений из семейств Fabaceae – люпин желтый (*Lupinus luteus* L.) и Poaceae – чумиза или итальянское просо (*Setaria italica* subsp. *maxima* (Alef.) Dekapr & Kasparian). Люпин желтый, мезофит, имеет сидеральное, кормовое и медоносное значение. Чумиза, мезоксерофит, ценное кормовое растение. В ходе наблюдений отмечено, что однолетние культуры характеризуются средней (*Lupinus luteus* – 50–60 %) и высокой (*Setaria italica* subsp. *maxima* – 80–100 %) полевой всхожестью семян, прошли полный цикл развития, цвели и плодоносили. Собраны полноценные семена, что подтверждает перспективность данных культур для культивирования в степной зоне. Также, коллекция пополнилась травянистым многолетним растением – двукисточником тростниковым (*Phalaris arundinacea* L.). Это ксеромезофит. Имеет кормовое и декоративное значение. В условиях интродукции хорошо переносит богарные условия культивирования.

Таким образом, первичная интродукционная оценка новых культур выявила перспективные для дальнейших исследований пищевые растения – хаменерион узколистый и бусенник обыкновенный, кормовые растения – люпин желтый, чумиза и двукисточник тростниковый. Коллекция хозяйственно-ценных растений ДБС является базой для проведения научно-исследовательской работы, используется для проведения учебно-производственной практики студентов различных вузов.

МИКРОВОДОРОСЛИ ОБРАСТАНИЯ КАК БИОЛОГИЧЕСКАЯ ГРУППА

Маклиенко В.Р.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
cinokaob9@gmail.com

Водоросли занимают исключительное место в царстве растений. Эта группа растений многочисленна и распространена не только в гидросфере, но так же встречается в почве, горячих источниках, льдах и снегах, в воздушной среде [1,2]. За счет микроскопических размеров водные течения разносят водоросли на большие расстояния. Такая же роль принадлежит и переходным рыбам. Вынесенные на сушу водоросли разносятся ветром и птицами. Некоторые виды водорослей поселяются в форме обрастаний на различных искусственных и естественных предметах, внесенных в воду. Такие водоросли получили название фитоперифитон.

Целью данной работы является изучение микроводорослей обрастания как перспективных в индикации состояния водной среды.

Водоросли перифитона или фитоперифитон относятся к экотопической группировке гидробионтов, ведущих прикрепленный образ жизни на разделе: водная среда – субстрат. Не смотря на свой образ жизни, фитоперифитон относится автотрофному звену экосистемы и организован так, что находится у основания трофической пирамиды, поскольку является первичным продуцентом. В процессе жизнедеятельности образующееся органическое вещество является базой для формирования второго трофического уровня – беспозвоночных консументов, которые, в свою очередь, формируют верхнее звено трофической пирамиды (ихтиофауну) в водных объектах [1–3]. Формирование населения фитоперифитона в конкретных местообитаниях происходит под действием протекающих процессов, т. е. фитоперифитон развивается не изолированно, а благодаря воздействию ряда факторов (биотических, абиотических, физико-химических, антропогенных). В ряде случаев им необходим определённый световой, температурный и трофический режим [1].

На популяционно-биоценотическом уровне при анализе состояния автотрофного звена использовали структурные характеристики фитоперифитона такие как: численность, биомасса, видовой состав, биотическое разнообразие, содержание фотосинтетических пигментов и др. Зная их, возможно, дать оценку состояния всего водного объекта, что подтверждается многолетними исследованиям [4–7]. Следовательно,

фитопреифитон может выступать в качестве индикатора, поэтому зная характеристики первого трофического звена, можно оценить состояние всей водной экосистемы.

Значительная роль в жизни водоёмов принадлежит фитоперифитонным водорослям вместе с другими организмами, образующими так называемые «обрастания». Диатомовые водоросли вместе с бактериями образуют бактериально-диатомово-детритную плёнку, которая у одних организмов является субстратом для существования, а для других фактором, препятствующим нормальной жизнедеятельности. Также эта плёнка снижает скорость движения судов, из-за чего увеличивается расход топлива и сопутствующее снижение эффективности работы гидроакустических приборов. На местах распространения плёнки массово образуется коррозия, и различные повреждения металлических конструкций [2, 8].

Микроводоросли обрастания в процессе жизнедеятельности могут нести токсический эффект, при этом загрязняя окружающую среду, например, динофитовые водоросли вызывают «красные приливы» или «красные цветения», которые приводят к угнетению дыхания, отравлению и гибели гидробионтов контактирующих с таким «цветением» [2].

Таким образом, изучение перифитонных водорослей, несомненно, даст интегральную оценку состояния водных объектов Донбасса.

Список литературы

1. Барина С. С. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды // С. С. Барина, Л. А. Медведева, О. В. Анисимова / Тель-Авив: PiliesStudio, 2006. – 498 с.
2. Вассер С. П. Водоросли: Справочник / С. П. Вассер Н. В. Кондратьева, Н. П. Масюк и др. – К.: Наук, думка, 1989. – 608 с.
3. Горюнова С. В. Водоросли - продуценты токсических веществ / С. В. Горюнова, Н. С. Демина. – М.: Наука, 1974. – 256 с.
4. Мирненко Э. И. Химический анализ первого, второго, третьего городских прудов города Донецка / Э. И. Мирненко, А. В. Гайдар // Донецкие чтения 2018: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Мат. III Междунар. научн. конф. – Донецк: ДонНУ, 2018. – Т. 2: Химико-биологические науки. – С. 200–202.
5. Макуха А. О. Гидробиологические характеристики прудов донецкого ботанического сада в летний период / А. О. Макуха, Э. И. Мирненко // Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса: Мат. Междунар. научн. конф. студентов и молодых ученых. – Донецк: ДонНУ, 2017. – Т. 2: Химико-биологические науки. – С. 95–96.
6. Левченкова А. В. Роль азотистых соединений в возникновении и развития "цветения" / А. В. Левченкова, Э. И. Мирненко // Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса: Мат. Междунар. научн. конф. студентов и молодых ученых. – Донецк: ДонНУ, 2017. – Т. 2: Химико-биологические науки. – С. 88–89.

7. Мирненко Э. И. Оценка трофности водоёмов по средней концентрации хлорофилла а в фитопланктоне прудов г. Донецка / Э. И. Мирненко // Донецкие чтения 2016. Образование, наука и вызовы современности: Мат. I Междунар. научн. конф. – Донецк :ДонНУ, 2016. – Т. 2 : Химико-биологические науки. – С. 280-282.
8. Wetzel R. G. Land-water interfaces: metabolic and limnological regulators / R. G. Wetzel // Verh. Ver. Limnol. – 1990. – Vol. 24, № 1. – P. 6–24.

УДК 58.006:581.522.4(477.62)

**КОЛЛЕКЦИЯ ХРИЗАНТЕМЫ САДОВОЙ (*CHRYSANTHEMUM* ×
HORTORUM BAILEY) В ГОСУДАРСТВЕННОМ УЧРЕЖДЕНИИ
«ДОНЕЦКИЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД»**

Макогон И.В., канд. биол. наук, **Линник М.В.**
ГУ «Донецкий ботанический сад», г. Донецк, ДНР
innamakogon@gmail.com

Среди цветочно-декоративных растений, используемых в декоративном садоводстве, хризантема садовая (*Chrysanthemum* × *hortorum* Bailey) занимает одно из ведущих мест, отличаясь продолжительным, обильным и ярким цветением в осенний период. Сортимент садовых мелкоцветковых хризантем в настоящее время исчисляется десятками тысяч высокодекоративных сортов [1].

Цель данной работы – дать первичную оценку современного состояния коллекционного фонда *Chrysanthemum* × *hortorum* Донецкого ботанического сада.

Коллекция *C.* × *hortorum* в Донецком ботаническом саду (ДБС) начала формироваться с 1967 г., практически с момента его основания. Первые образцы (39 сортов) были получены из Никитского ботанического сада. В последующие годы мобилизация посадочного материала проходила из ботанических садов Москвы, Киева, Ялты, Сухума, Кишинева, Саратова, Ставрополя и др., от коллекционеров-любителей. Сортимент менялся количественно и качественно. За 50 лет существования коллекции в ее составе прошли интродукционное испытание более 500 сортов. Количество сортов в коллекционном фонде варьировало от 22 (1999–2000 гг.) до 151 (2008 г.). Значительное пополнение коллекции и соответственно наибольшее сортовое разнообразие отмечено в периоды 1985–1993 гг. (120–130 сортов) и 2007–2010 гг. (120–151). Наибольший выпад сортов коллекции зафиксирован в 1994 г. (в результате неблагоприятных погодных условий в зимний период выпало более 70 % сортов). С 2011 г. сортимент коллекции также значительно уменьшился вследствие неблагоприятных погодных условий.

На современном этапе пополнение коллекции проводится, преимущественно, за счет селекционной работы и постоянного обмена с частными коллекционерами. Практически ежегодно отмечается небольшой выпад интродуцированных сортов как во время вегетации, из-за постепенной аридизации климата, так и при хранении маточных растений в период зимнего покоя в закрытом грунте при температуре 3–6 °С.

В настоящее время коллекция представлена сортами, наиболее адаптированными к экологическим условиям степной зоны, и включает 47 зимостойких сортов *C. × hortorum*. Сорта коллекции разнообразны по форме куста, окраске и строению соцветия, срокам цветения, которое начинается в августе (а у отдельных сортов – в конце июня) и заканчивается при устойчивом понижении температуры ниже 0 °С. На основании оценки успешности интродукции для внедрения в практику декоративного садоводства рекомендованы ряд сортов: ‘Опал’, ‘Медя’, ‘Пуговка’, ‘Рассвет’, ‘Славяночка’, ‘Сонечко’, ‘Струя Лазури’, ‘Чебурашка’ [2].

В 2017 г. коллекция пополнилась 8 сортами *C. × hortorum*, полученными из Главного ботанического сада имени Н.В. Цицина РАН (г. Москва): ‘Алексий’, ‘Аленка’, ‘Бронзовый закат’, ‘Лелия’, ‘Сяйво’, ‘Учительская’, ‘Blanco’, ‘Royal Purple’. Новые сорта в условиях интродукции сохраняют высокую декоративность, слабо повреждаются болезнями и вредителями. ‘Royal Purple’ и ‘Сяйво’ в пункте интродукции цветут в конце июля – августе, ‘Алексий’ и ‘Blanco’ – с середины сентября. Цветение остальных сортов наблюдается во второй декаде октября.

С 1997 г. на базе интродуцированных сортов и хризантемы Завадского (*Chrysanthemum zawadskii* Herbach) активно ведется селекционная работа с использованием различных методов формирования селекционного материала [3, 4]. За это время получены 20 сортов *C. × hortorum* селекции ДБС. На сегодняшний день в коллекции представлены 10 сортов: ‘Донецкий Етюд’, ‘Евридика’, ‘Жадана’, ‘Кариатида’, ‘Кокетка’, ‘Колдунья’, ‘Лиза’, ‘Меотида’, ‘Хамелеон’, ‘Харита’ (авторы Пирко И.Ф., Пельтихина Р.И.). Сорта *C. × hortorum* селекции ДБС представлены в ботанических садах России, Украины, Беларуси и Грузии и рекомендованы для внедрения в практику зеленого строительства Донбасса [2].

Благодаря интенсивной селекционной работе на фоне неблагоприятных условий, приводящих к гибели интродуцированных сортов, формовое разнообразие в коллекции сохранилось. В 2018 г. в состав коллекции введены 15 отборов *C. × hortorum* селекции ДБС: ‘Аглая’, ‘Арктика’, ‘Диско’, ‘Ефросина’, ‘Кассиопея’, ‘Колибри’, ‘Лиловые облака’, ‘Осенний Романс’, ‘Пасифея’, ‘Пифо’, ‘Рондо’, ‘Ротонда’, ‘Сердолик’, ‘Талия’, ‘Трубадур’. Данные отборы отличаются достаточно

высокой декоративностью и по итогам сортоиспытаний, проводимых в течение 5 лет, показали устойчивость к засушливым условиям региона.

Более 450 перспективных отборов в настоящее время проходят сортоизучение. Их декоративная ценность несколько ниже, чем у современных сортов, однако жизнеспособность значительно выше, что позволяет им выживать при экстремальных для них высоких летних температурах и низкой влажности. В результате направленной селекции в фенотипе значительно возросла численность ложечковидных и лучистых групп. При проведении селекционных работ выявлено, что хорошим донором этого признака является сорт 'Промениста' селекции Национального ботанического сада им. Н.Н. Гришко НАН Украины (автор Горобец В.Ф.). С другой стороны, повышению частоты этого признака в популяции способствовало использование химических мутагенов в селекционной работе с *C. zawadskii* [2]. На сегодня создана целая серия таких форм, составляющая до 30 % всего селекционного фонда. Они отличаются по степени срастания язычкового цветка, его размерам, форме и пространственному расположению, степени махровости соцветия. Получены также формы, у которых эти признаки сопряжены с обильным цветением и компактной формой куста. Среди отборов выделяются целые группы по окраске (красные, оранжевые, лиловые), охватывающие все разнообразие по строению соцветия и форме сросшегося язычкового цветка. У многих отмечена более декоративная контрастная окраска наружной и внутренней стороны цветка. Редкими до настоящего времени остаются среди ложечковидных и лучистых желтые и белые формы. В 2017 г. начата работа по формированию линии анемоновидных хризантем. По итогам 2020 г. селекционный материал представлен тремя анемоновидными формами.

Коллекция *C. × hortorum* на сегодняшний день немногочисленна, в то же время представлена сортами, наиболее адаптированными к экологическим условиям степной зоны. Первоочередной задачей является привлечение современных сортов, в том числе сортов хризантемы группы мультифлора (*Chrysanthemum multiflora*). Одним из путей пополнения сортимента является проведение селекционной работы, направленной на получение местных высокодекоративных сортов, устойчивых в условиях степной зоны.

Список литературы

1. Сорта растений селекции Донецкого ботанического сада НАН Украины: Справочник / А. З. Глухов, З. С. Горлачева, С. Н. Закотенко и др. / под ред. А.З. Глухова. – Донецк: Донецкий ботанический сад НАН Украины, 2009. – 232 с.
2. Пірко І.Ф. Морфобіологічний потенціал дрібноквіткових культиварів роду *Dendranthema* (DC.) Des Moul., інтродукованих у Донецькому ботанічному саду: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спец. 03.00.05 "Ботаніка" / І. Ф. Пірко. – Київ, 2011. – 21 с.

3. Пирко И. Ф. Морфобиологический потенциал *Dendranthema zawadskii* (Herbich) Tzvelev, интродуцированной в Донецкий ботанический сад / И. Ф. Пирко // Промышленная ботаника. – Донецк, 2010. – С. 162–170.
4. Пирко И. Ф. Химические мутагены в селекции цветочно-декоративных многолетников / И. Ф. Пирко // Субтропическое и декоративное садоводство: сб. науч. тр. – Сочи: ВНИИЦиСК, 2017. – Вып. 63. – С. 85–91.

УДК 574.586

ВОДОРΟΣЛИ ПЕРИФИТОНА КАК ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ГРУППА

Мигробян Р.А.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
facelessvillain@mail.ru

Фитоперифитон является важной активной составной частью гидросферы. Эта группа организмов преобразует энергию, участвует в очищении водоёмов, служит источником пищи для различных беспозвоночных животных и рыб. Альгоценоз любого водного биотопа характеризуется видовым богатством перифитона, который ведёт прикреплённый образ жизни, поселяясь на донных камнях, растениях, покровах животных и на днищах судов [1–5].

Цель работы – изучить жизненные формы водорослей гидросферы, рассмотреть характер влияния фитоперифитона на окружающую среду для дальнейшей дифференциации в экологической диагностике водоемов Донбасса.

Фитоперифитон представлен разнотипными жизненными формами. Амёбоидная форма тела характерна для представителей золотистых водорослей *Chromulina* L. Cienkowsky, монадная присуща роду *Chlamydomonas* Ehrenb., коккоидная *Chlorella* Beij. Пальмеллоидная или капсальная форма тела представлена у отдела зелёных водорослей рода *Tetraspora* Link ex Desv., нитчатая, или трихальная, – преимущественно у представителей рода *Spirogyra* (O.F.Müll.) Dumort., пластинчатая форма у *Laminaria digitata* (Huds.) Lamouroux, сифональной представлена Каулерпа (например, *Caulerpa taxifolia* (M.Vahl) C.Agardh), а сифонокладальной представлен порядок Сифонокладовых (*Valonia utriculosa* J.Agardh). Для Харовых водорослей характерна харофитная (членисто-мутовчатая) форма. Сарциноидная колониальная форма принадлежит роду *Gloeocapsa* Kütz, а также псевдопаренхиматозная (ложнотканевая) характерна для рода *Nemalion* Dub. [2].

Фитоперифитон играет важную роль в биотопе водоёмов. Благодаря этой группе водорослей осуществляется биологическая очистка вод. Перифитон занимает место продуцентов в пищевой цепочке, являясь

источником пищи как для позвоночных, так и беспозвоночных водных животных. Фитоперифитон также используется при изучении текущих водоёмов благодаря своему прикреплённому образу жизни [6, 7].

Фитоперифитон изучают также с целью получения ценной информации об экологических состояниях водных объектов, так как перифитон является частью водоёмов и претерпевает вместе с ними обусловленные различными факторами изменения [8, 9].

Фитоперифитон оказывает также и негативное влияние, например, на судоходство: при длительном неиспользовании судна, эти водоросли поселяются на днище и после этого его скорость при дальнейшем выходе в водоём может уменьшиться в половину. В процессе коррозии бетона негативная роль перифитона также велика.

Список литературы

1. Гидробиология и водная экология (организация, функционирование и загрязнение водных экосистем): Учеб. пособие / Е. А. Зилов. – Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2009. – 147 с.
2. Горбунова Н. П. Альгология: Учеб. пособие / Н. П. Горбунова. – М.: Высш. шк., 1991. – 256 с.
3. Краткий курс лекций по гидробиологии: учебное пособие для студентов-бакалавров биологических направлений / сост. В. В. Леонтьев. – Елабуга: Изд-во Елабуж. ин-та К(П)ФУ. – 90 с.
4. Общая экология: учебник / С. И. Колесников. – Москва: КНОРУС, 2021. – 216 с.
5. Основы гидроэкологии / В. Д. Романенко. – К.: Генеза, 2004. – 664 с.
6. Макуха А. О. Оценка средней сапробности водоёмов ГУ «Донецкий ботанический сад» / А. О. Макуха, Э. И. Мирненко // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов: Сб. матер. XIV междунар. научн. конф. аспирантов и студентов. – ДОННТУ, ДонНУ. – Донецк: ГОУВПО «ДОННТУ», 2020. – С. 126–127.
7. Мирненко Э. И. Оценка состояния водохранилищ Донбасса по показателям степени сапробности / Э. И. Мирненко, А. А. Касько // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2020. – № 1-2. – С. 12–17.
8. Пахолок Д. Р. Оптические методы в изучении прудов карьерного типа / Д. Р. Пахолок, Э. И. Мирненко // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов: Сб. матер. XIII междунар. научн. конф. аспирантов и студентов. – ДОННТУ, ДонНУ. – Донецк: ГОУВПО «ДОННТУ», 2019. – С. 120–122.
9. Макуха А. О. Гидрохимические исследования прудов г. Донецка за весенне-осенний период (2017-2018 гг.) / А. О. Макуха, Э. И. Мирненко // Донецкие чтения 2019: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: мат. IV Междунар. научн. конф. – Донецк: ДонНУ, 2019. – Т. 2: Химико-биологические науки. – С. 248–250.

ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В МИКРОПОПУЛЯЦИЯХ *AMBROSIA ARTEMISIIFOLIA* L.

Мирненко Н.С.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
natalya_zaharenkova@mail.ru

Флора любой территории состоит из видов различного происхождения. Адвентивными видами называют растения, которые, попали в новую местность, находящуюся за пределами их ареалов. Растения, распространяющиеся самостоятельно, представляют наибольший интерес по изучению способов распространения адвентивных видов, формированию их вторичных ареалов, взаимоотношений с местной флорой и т. п. Следствием антропогенеза является не только появление новых видов растений, но и частичное исчезновение видов, не выдерживающих мощного антропопрессинга. Поэтому возникают изменения, в том числе и таксономического состава местной флоры, т. е. происходит ее синантропизация [1–6].

Род амброзия (*Ambrosia*) представлен во флоре Донбасса тремя видами: а. полыннолистная (*A. artemisiifolia* L.), а. трехраздельная (*A. trifida* L.) и а. многолетняя голометельчатая (*A. psilostachya* DC.), из которых наибольшее распространение имеет первый вид [1, 7–11].

Ambrosia artemisiifolia (амброзия полыннолистная) – представитель семейства Астровые (*Asteraceae* Dumort.). Растение североамериканского происхождения. Расселение *A. artemisiifolia* в новых условиях проходит по схеме "инвазия – латентный период – взрыв", которая является типичной для агрессивных адвентиков [7–10].

Гравиметрическим методом был осуществлен забор приземного слоя воздуха, а также вычислена концентрация пыльцы в расчете на 1 см² поверхности предметного стекла. Установление связей между популяционными и палинологическими показателями является важным аспектом изучения приспособлений *A. artemisiifolia* к успешному ветроопылению, а также для исследования аллергенной ситуации техногенного региона. Во время таких исследований было установлено, что между плотностью популяции *A. artemisiifolia* и концентрацией пыльцы существуют корреляционные связи – с увеличением плотности субпопуляции *A. artemisiifolia* увеличивается концентрация пыльцы растений этого вида в приземном слое атмосферы.

Исходя из проведенных наблюдений и подсчетов, можно отметить, что уровень концентрации пыльцы *A. artemisiifolia* в атмосфере находится

в определенной зависимости от плотности популяции этого растения, в частности с ростом плотности популяции повышается уровень концентрации пыльцы в приземном слое атмосфере. Полученные результаты совпадают с литературными. Так, по некоторым данным [12] в очень густых зарослях развиваются преимущественно тычиночные цветки, и растение продуцирует значительно меньше семян.

Таким образом, чем плотнее популяция *A. artemisiifolia*, тем более каждое растение этой популяции образует тычиночных цветков, и потому в пределах таких местообитаний повышается концентрация пыльцы в атмосфере. Для получения таких данных нужны дополнительные исследования репродуктивной сферы растения осенью по окончании цветения.

Список литературы

1. Адо В. А. Поллинозы (сенная лихорадка и бронхиальная астма) / В. А. Адо, Л. А. Горячкина. М.: Центральный НИИ санпросвещения министерства здравоохранения СССР, 1978. – С. 10–23.
2. Мирненко Н. С. Диагностика состояния экотопов Донецка по палинологическим данным *Betula pendula* Roth / Н. С. Мирненко // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2018. – № 1–2. – С. 20–24.
3. Сафонов А. И. Сорно-рудеральная фракция урбанofлоры Донецкой агломерации как показатель трансформации локальных экосистем / А. И. Сафонов // Трансформация экосистем под воздействием природных и антропогенных факторов: Матер. Междунар. научн. конф. (Киров, 16-18 апреля 2019 г.). – Киров: ВятГУ, 2019. – С. 13–16.
4. Сафонов А. И. Динамика фитомониторинговых показателей антропогенеза в Донбассе (2000-2019 гг.) / А. И. Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2020. – № 1-2. – С. 31–36.
5. Сафонов А. И. Новые виды растений в экологическом мониторинге Донбасса / А. И. Сафонов // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2020. – № 1. – С. 96–100.
6. Сладков А. Н. Введение в спорово-пыльцевой анализ // А. Н. Сладков. – М.: Наука, 1967. – 270 с.
7. Владимирова М. С. Характер эксплеренции *Ambrosia artemisiifolia* L. в условиях городской среды / М. С. Владимирова, А. И. Сафонов // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: Матер. I Междунар. науч. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). Т. 2. Хим. и биол. науки. – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 112–113.
8. Мирненко Н. С. Палинация аллергенных растений в городе Донецке / Н. С. Мирненко // Донецкие чтения 2018: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Мат. III Междунар. научной конференции (Донецк, 25 октября 2018 г.). – Том 2: Химико-биологические науки. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2018. – С. 198–200.
9. Мирненко Н. С. Состояние пыльцевых зерен *Ambrosia artemisiifolia* L. и *Artemisia absinthium* L. в г. Донецке / Н. С. Мирненко // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2017. – № 3–4. – С. 12–17.

10. Мирненко Н. С. Спорово-пыльцевой метод в Донбассе на основе научных рекомендаций ученых России / Н. С. Мирненко, А. И. Сафонов // Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса: Матер. Междунар. научн. конф. студентов и молодых ученых (Донецк, 17-20 октября 2017 г.). – Том 2: Химико-биологические науки. – С. 97–99.
11. Мирненко Н. С. Тератоморфы пыльцевых зёрен *Ambrosia artemisiifolia* L. селитебных территорий г. Донецка / Н. С. Мирненко // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2017. – № 1–2. – С. 26–31.
12. Протопопова В. В. Фітоінвазії в Україні як загроза біорізноманіттю: сучасний стан і завдання на майбутнє / В. В. Протопопова, С. Я. Мосякін, М. В. Шевера – К.: Наукова думка, 2002. – 32 с.

УДК 902.672

ПАЛИНОСТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ *SALIX ALBA* L. В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННЫХ ЭКОТОПОВ

Мирненко Н.С.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
natalya_zaharenkova@mail.ru

Механизм проявления структурного полиморфизма пыльцевых зёрен, который формально установлен для многих видов покрытосеменных растений [1], остаются невыясненным. Выяснить это становится возможным только в условиях контролируемого эксперимента и только для конкретных экземпляров (особей) тест-вида. Нами сформулирована нулевая гипотеза, согласно которой явление структурной разнокачественности пыльцевых зёрен возникает вследствие воздействия факторов стресса и экологического дисбаланса (тяжёлых металлов, загрязнителей газовой воздушной смеси и др.). В предыдущих исследованиях на территории Донбасса было установлено, что пыльцевые зерна проявляют эффект индикационной гетерогенности под воздействием антропогенного фактора [1–5].

В работе проводили определение формы пыльцевых зёрен *Salix alba* L. по проекционным данным, при окраске метиленовым синим. Вариабельность пыльцевых зёрен по форме стабилизирована нами в 6 палинотипах. Пыльца типов 1 и 2 не может считаться типичной по форме, поскольку такие пыльцевые зерна встречаются очень часто, поэтому формируют так называемую естественную гетерогенность мужского гаметофита. Формы пыльцы типов 3–6 считали атипичными.

Опираясь на результаты этого эксперимента, можно сделать вывод, что жизнеспособность нетипичных по форме пыльцевых зёрен *Salix alba* L.

по сравнению с нормальными значительно ниже, так как большая часть тетрадных пыльцевых зёрен не способна образовывать пыльцевые трубки. Образование и дальнейший рост пыльцевой трубки на рыльце пестика или на питательной среде происходит под влиянием ферментных систем собственно пыльцевого зерна, в частности, благодаря ферменту пектатлиазы, который является основным аллергеном. При достаточной выборке дифференцированных форм тератных пыльцевых зёрен и актуальной информации о характере антропогенно воздействия на конкретный экотоп можно будет в дальнейшем проводить корреляционный анализ для установления сопряженности указанных процессов.

Список литературы

1. Эмбриология растений: использование в генетике, селекции, биотехнологии: В 2-х т. – М.: Агропромиздат, 1990. – Т. 1. – 509 с.; Т. 2. – 463 с.
2. Мирненко Н. С. Состояние пыльцевых зёрен *Ambrosia artemisiifolia* L. и *Artemisia absinthium* L. в г. Донецке / Н. С. Мирненко // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2017. – № 3–4. – С. 12–17.
3. Сафонов А. И. Диагностика воздуха в г. Донецке по спектру скульптур поверхности пыльцы сорно-рудеральных видов растений / А. И. Сафонов, Н. С. Захаренкова // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2016. – № 1–2. – С. 66–73.
4. Мирненко Н. С. Спорово-пыльцевой метод в Донбассе на основе научных рекомендаций ученых России / Н. С. Мирненко, А. И. Сафонов // Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса: Матер. Междунар. научн. конф. студентов и молодых ученых (Донецк, 17-20 октября 2017 г.). – Том 2: Химико-биологические науки. – С. 97–99.
5. Мирненко Н. С. Диагностика состояния экотопов Донецка по палинологическим данным *Betula pendula* Roth / Н. С. Мирненко // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2018. – № 1–2. – С. 20–24.

УДК574.21

ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АЛЬГОФЛОРЫ ВОДОХРАНИЛИЩ ДОНБАССА

Мирненко Э.И., Касько А.А.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
anastasiakasko1606@gmail.com

Фитопланктон – это микроводоросли, являющиеся космополитными организмами – обитающие практически во всех средах, но преимущественно в водной. Фитопланктон характеризуется высокой чувствительностью к

факторам воздействия на среду, что является хорошим подспорьем для использования его в качестве биоиндикатора [3, 4].

Необходимость изучения особенностей и закономерностей развития альгофлоры водохранилищ Донбасса обусловлена практической задачей, а именно – дефицитом водных ресурсов.

Цель работы – проведение актуального комплексного экологического анализа водохранилищ Донбасса.

Видовое разнообразие альгофлоры водохранилищ определяется многообразием гидролого-гидрохимических и экологических условий. Эколого-географическая характеристика альгофлоры является методом интегральной оценки воздействия природных и техногенных факторов, которые определяют формирование фитопланктона в определенной водной экосистеме как среде обитания [1–3].

Основным объектом водопользования региона являются 20 водохранилищ, из которых три (Нижнекальмиусское, Зуевское, Старобешевское) выступают в качестве предмета научных изысканий в данной работе. Экологический анализ видов включал в себя определение приуроченности к местообитанию, температурной приуроченности, реофильности, групп самоочищения по Пантле-Букку в модификации Сладечека, галобности, групп индикаторов ацидификации и географической приуроченности.

Водоохранилища характеризуются активной динамичностью развития фитопланктона, что обуславливает показатель высокого видового богатства. В альгофлоре водохранилищ установлено 124 вида и внутривидовых таксона, относящихся к 7 отделам (*Bacillariophyta*, *Cyanophyta*, *Chlorophyta*, *Euglenophyta*, *Chrysophyta*, *Xanthophyta*, *Dinophyta*), 13 классам, 17 порядкам, 34 семействам, 59 родам. Наибольшее видовое разнообразие альгофлоры было идентифицировано для отдела *Bacillariophyta* – 67 видов (53,4 % от общего числа видов фитопланктона).

При анализе альгофлоры установлены сведения о приуроченности фитопланктона к местообитанию для 75 таксонов или 57,7 % от общего таксономического списка. В результате того, что материалом для исследования послужили пробы водорослей фитопланктона и перифитона, в водоёмах большинство найденных водорослей относятся к обитателям бентосных (24,6 %) и планктонных (24,6 %) сообществ соответственно.

По температурной приуроченности за изучаемый период времени преобладали эвритермные виды, их доля составила 6,2 %. Для альгофлоры водоёмов характерно преобладание космополитных форм (43,9 % от общей флоры) при существенной доле бореальных видов (8,5 %). Несмотря на то, что водоёмы имеют низкую концентрацию растворенных солей, доля галофилов достигла 17,7 % (*Cyclotella meneghiniana* Kutz, *Fragilaria crotonensis* Kitt.). По отношению к кислотности водной среды представительными стали алкалофилы и такие встречаемые виды как *Aulacoseira granulata* Ehr., *Synedra ulna* Nitzsch. По отношению к активной

реакции преобладает группа индефферентов, к ним относятся, например, *Pediastrum boryanum* Turp. и *Scenedesmus quadricauda* Turp.

Большая часть видов-индикаторов сапробности (16,9 %) являются β -мезосапробы.

Таким образом, проведённый анализ видов-индикаторов показал, что в альгофлоре фитопланктона изучаемых водохранилищ преобладают коспополиты, обитающие как в водной толще, так и на поверхностных субстратах (камнях, иле), индефференты по отношению к солёности и кислотности среды, а также большинство таксономических видов эвритермные по отношению к температуре. Прослеживается активное развитие β -мезосапробов: *Scenedesmus quadricauda*, *Synedra acus* Kutz, *Navicula gregaria* Donk, *Symbella aspera* Ehr.

Альгофлора водохранилищ, испытывающих значительную антропогенную нагрузку, характеризуется высоким видовым богатством.

Список литературы

1. Анисимова О. В. Экологические и географические характеристики водорослей – индикаторов / О. В. Анисимова, О. В. Барина, Л. А. Медведева // Водоросли – индикаторы в оценке качества окружающей среды. – Москва: ВНИИ природы, 2000. – С. 60–150.
2. Гладкова О. В. Видовая структура и эколого-географическая характеристика фитопланктонного сообщества Шершеневского водохранилища в условиях возрастающего антропогенного воздействия / О. В. Гладкова, Н. И. Ходоровская // Научное образование. Биологические науки. – Саратов, 2019. – № 3. – С. 11–16.
3. Мирненко Э. И. Особенности выбора биоиндикаторов состояния водной среды / Э. И. Мирненко // Материалы XV Всероссийской с международным участием научно-практической конференции. Экология родного края: проблемы и пути их решения. – Киров, 2020 – С. 166–169.
4. Мирненко Э. И. Мониторинг прудов г. Донецка по показателям развития фитопланктона / Э. И. Мирненко, А. О. Макуха // Донецкие чтения 2018: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности. Материалы III Международной научной конференции. – Донецк, 2018 – С. 203–205.

УДК 574.21 : 543.312 (447.60)

КОЛИЧЕСТВО СУХОГО ОСТАТКА В ВОДОЕМАХ г. ДОНЕЦКА

Мирненко Э.И., Макуха А.О.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
albina.makukha@mail.ru

Вода является многомерной динамической системой, которая оказывает влияние на жизнь гидробионтов и человека. Поэтому свойства воды важнейший фактор абиотической среды водного населения.

Показатель количества сухого остатка относится к химическим показателям качества водного раствора [1].

Сухим остатком называют концентрацию неорганических ионов и некоторых органических соединений, находящихся в воде. Основная часть веществ, растворенных в воде приходится на Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- . В пресной воде содержится 5,2 % хлоридов, 24,8 % сульфатов, 60,1 % карбонатов, 24,8 % остальных солей. В ней преобладают карбонаты, т. е. пресная вода отличается от соленой не только количеством солей, но и их составом. Пресной считается вода, имеющая общее солесодержание, или минерализацию, не более 1 г/дм^3 [1–3].

В работе были проанализированы пробы, отобранные в мае 2018 г. в прудах ГУ «Донецкий ботанический сад» №4, №5, №6 и Нижнекальмиусском водохранилище.

В ходе работы были получены следующие значения: в пруду ГУ «Донецкий ботанический сад» №4 содержание сухого остатка составило 150 мг/дм^3 , в пруду №5 – 100 мг/дм^3 , а в пруду №6 – 600 мг/дм^3 . В Нижнекальмиусском водохранилище мы получили самый высокий показатель количества сухого остатка, который составил 650 мг/дм^3 . Также нужно отметить, что интенсивность запаха всех исследуемых объектов заметная, естественного происхождения, что соответствует 3 баллам. Однако цвет воды в прудах ГУ «Донецкий ботанический сад» не наблюдается и по платиново-кобальтовой шкале составляет менее 10° . Цвет воды, взятой из Нижнекальмиусского водохранилища, имеет едва уловимое слабо-желтоватое окрашивание сверху и по платиново-кобальтовой шкале составляет 10° .

Таким образом, минерализация водоема ГУ «Донецкий ботанический сад» №6 и Нижнекальмиусского водохранилища выше в 3,5 раза, чем минерализация прудов №4 и №5. Следовательно, Пруды ГУ «Донецкий ботанический сад» №4 и №5 относятся к маломинерализованным, а пруд ГУ «Донецкий ботанический сад» №6 и Нижнекальмиусское водохранилище к водоемам повышенной минерализации, что обусловлено загрязнением сточных вод промышленными и бытовыми отходами.

Список литературы

1. Фомин Г. С. Вода. Контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам / Г. С. Фомин // Энциклопедический справочник. – М.: Протектор, 2000. – 838 с.
2. Мирненко Э. И. Химический анализ первого, второго, третьего городских прудов города Донецка / Э. И. Мирненко, А. В. Гайдар // Донецкие чтения 2018: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Мат. III Междунар. научн. конф. – Донецк: ДонНУ, 2018. – Т. 2: Химико-биологические науки. – С. 200–202.

3. Гайдар А. В. Гидрохимический мониторинг в Донбассе как информационный ресурс образования / А. В. Гайдар, С. А. Ермолаева, Э. И. Мирненко // Донецкие чтения 2019: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: мат. IV Междунар. научн. конф. – Донецк: ДонНУ, 2019. – Т. 2: Химико-биологические науки. – С. 200–202.

УДК 634.948 (477.62)

ЭКСПОЗИЦИЯ «МОРСКОЕ ДНО» В ДОНЕЦКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ

Митина Л.В., канд. биол. наук, *Хархота Л.В.*, канд. биол. наук,
Виноградова Е.Н., канд. биол. наук, *Лихацкая Е.Н.*
ГУ «Донецкий ботанический сад», г. Донецк, ДНР
ludmilaharhota@yandex.ru

С момента основания Донецкого ботанического сада (ДБС) одним из основных направлений его деятельности было создание коллекций древесных и травянистых растений. Основная часть дендрологических коллекций, созданных методом родовых комплексов, сосредоточена в дендрарии, на территории южного массива ДБС. В северном массиве, где проводятся экскурсии, представлены коллекции «Сирингарий», «Розарий», «Сосны», «Ели», а также созданы тематические экспозиции «Редкие древесные растения», «Экотропа», «Сад им. Т.Г. Шевченко», «Минидендрарий». Наряду с уже существующими экспозициями создаются новые. Так, в 2009 году начата реконструкция участка «Редкие древесные растения» с расширением его площади и созданием новой экспозиции, получившей название «Морское дно». Проект был разработан под руководством зав. отделом дендрологии и цветоводства к.б.н. Сусловой Е.П. На протяжении 2011–2013 гг. здесь было высажено более 40 видов и сортов декоративных древесных растений. Экспозиция имеет форму прямоугольника, с юга она продолжает экспозицию «Редкие древесные растения», с северной части к ней примыкает новая коллекция-экспозиция «Можжевельники», с восточной части – «Розарий», с запада – «Японский сад».

Композиционным центром и украшением участка является центральный круг – непосредственно «Морское дно». Высаженные здесь древесные растения отличаются своеобразной архитектоникой кроны, глядя на которые фантазия и воображение позволяют увидеть флору и фауну подводного мира (рис). В экспозиции широко представлены различающиеся окраской листы и формой кроны сорта *Berberis thunbergii* DC. [1]. Кустарники *B. thunbergii* 'Green Carpet', похожие на медузы, очерчивают круг по всей длине. Это широкие раскидистые растения до

0,6 м высотой и 1,5 м в диаметре с длинными поникающими побегами, светло-зелеными листьями, меняющими осенью свою окраску на бронзово-оранжевую. Цветут в мае желтыми цветками. Ярко-красные плоды остаются на кустах и зимой. Благодаря форме кроны эффектно выглядят и в безлистном состоянии. Над «водной» поверхностью возвышаются кораллы из *B. thunbergii* 'Erecta' – пряморастущие кустарники до 1,5 м высотой с плотной узкой кроной, округлыми, мелкими листьями, светло-зелеными весной и летом и ярко оранжевыми осенью. Цветут в мае желтыми цветками в пучках из 4-5 цветков. Красно-оранжевые блестящие плоды созревают в конце сентября. Похожи на ветвистые кораллы высокие раскидистые кустарники *B. thunbergii* 'Purpurea' с округло-ромбовидными фиолетово-пурпурными листьями. Очень эффектны во время цветения, когда грозди ярко-желтых цветков обильно укрывают весь куст. Многочисленные блестящие красные плоды длительное время остаются на кустах и впечатляюще выглядят на фоне снега. С водой всегда вызывают ассоциации плакучие формы растений. В данной композиции присутствует *Morus alba* L. 'Pendula' с поникающими длинными ветвями, похожими на щупальца гигантской медузы. В зимнее время ниспадающие ветви плакучих форм наряду с вечнозелеными хвойными создают выразительные акценты в экспозиции. Вся площадь круга декорирована цветной мраморной крошкой, на фоне которой и размещены все растения. Стелющиеся серебристо-голубые кустарники *Juniperus horizontalis* Moench 'Blue Chip' с ползущими по земле основными ветвями и приподнятым центром в сочетании с яркой крошкой ассоциируются с очаровательными морскими звездами [2]. Раскидистые невысокие (до 1,0 м) кустарники *Juniperus ×media* Melle 'Old Gold' с компактной, плоской кроной из горизонтально растущих ветвей и золотистой хвоей образуют плотные заросли водорослей в морской пучине. В композиции присутствуют и элементы топиарного искусства. Из группы кустарников *Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim. 'Nugget' с золотисто-желтой окраской листьев выстрижена изящная фигурка игривого дельфина, который скользит в морском просторе и направляется прямо к морской анемоне – высокодекоративной *Corylus avellana* L. 'Contorta'. Это медленнорастущий кустарник с экзотической формой кроны, образованной «искривленными» ветвями, которые и придают ему особенную необычность и привлекательность. Морщинистые, словно измятые, темно-зеленые листья осенью меняют свою окраску на желтую. Ранней весной до распускания листьев куст укрывают миниатюрные сережки, осенью появляются съедобные плоды-орехи. Еще один вид – представитель хвойных – *Chamaecyparis nootkatensis* (D.Don) Spach f. *pendula* (G.Nicholson) Beissn. Это медленнорастущее дерево с темно-зелеными повислыми побегами, которое своей специфической формой кроны придает сказочность морскому миру и завораживает взгляд. В этом

деревце можно увидеть и якорь давно затонувшего судна, и дремучие подводные леса из водорослей, и причудливых морских животных. Во второй половине лета ярким акцентом композиции являются кустарники *Hibiscus syriacus* L. с жесткими прямыми побегами, зубчатыми, лопастными листьями темно-зелеными цвета [1]. С середины июля до сентября покрыты крупными одиночными цветками в виде широких колокольчиков до 12,0 см в диаметре разных цветов – белого, розового с более темной серединкой. Эти яркие цветки напоминают стайки тропических рыбок, плавающих среди коралловых рифов.



Рис. Экспозиция «Морское дно»

По идущим от центральной части дорожкам из плитки можно подойти ближе к растениям, высаженным в экспозиции за пределами центрального круга. Здесь представлены высокодекоративные сорта *Picea pungens* Engelm., *Pinus mugo* Turra, *P. sylvestris* L., *Thuja occidentalis* L., *Juniperus chinensis* L., *J. horizontalis*, *J. scopulorum* Sarg., *J. virginiana* L. с золотистой, серебристо-голубой и разных оттенков зеленого окраской хвои; красивоцветущих кустарников *Deutzia* × *hybrida* ‘Strawberry Fields’, *D. scabra* Thunb. ‘Candidissima’, *Weigela* × *hybrida* ‘Bristol Ruby’. В 2019 году в экспозиции отдельными группами высажены лилейники гибридные сортов селекции ДБС: ‘Козачок’, ‘Лимонный паучок’, ‘Розовый фламинго’, ‘Сливовый коктейль’, ‘Сонечко’ и ‘Талисман’.

Экспозиция «Морское дно», украсившая участок «Редкие древесные растения», привлекает внимание посетителей Сада в любое время года.

Список литературы

1. Глухов А. З. Перспективные древесные растения для фитодизайна в степной зоне / А. З. Глухов, Н. Ф. Довбыш, Л. В. Хархота. – Донецк: ЛАНДОН-XXI, 2015. – 154 с.
2. Глухов А. З. Новая коллекция-экспозиция можжевельников в Донецком ботаническом саду / А. З. Глухов, Л. В. Хархота, Е. Н. Лихацкая // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2018. – № 1. – С. 112–116.

УДК 58.087

РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ДЕМПФИРОВАНИЯ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

Мудрецова К.В.¹, Стрельников И.И.², канд. биол. наук

¹ ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», Донецк, ДНР

oks.mudretsova@gmail.com

² ГУ «Донецкий ботанический сад», Донецк, ДНР

ivanstrel87@gmail.com

В последние годы наблюдается усиление воздействия климатических факторов на механическую нагрузку и состояние древесных насаждений. Согласно выводам специалистов из Национального управления океанических и атмосферных исследований США, анализ спутниковых снимков с 1979 по 2017 год показал: потепление климата повышало риск возникновения крупного урагана с устойчивыми ветрами, скорость которых может превышать 50 метров в секунду, примерно на 8% в каждое десятилетие [2]. Аналогично, можно предположить, что на территориях не подверженных подобным явлениям частота событий интенсивного ветра также возрастает. Поэтому вопросы разработки методик контроля и диагностики состояния древесных насаждений селитебной зоны, с целью обеспечения безопасности здоровья и жизни граждан, сохранность транспорта и элементов инфраструктуры, не теряют своей актуальности.

Степень влияния ветровала на древесные насаждения обуславливается, помимо показателя силы ветра и формы корней, устойчивостью к воздействию ветра сопряженных структур дерева (ветвей, черешков и листьев). Поскольку в селитебной зоне преобладают листопадные древесные растения (р. *Acer*, р. *Carpinus*, р. *Populus*, р. *Ulmus*) с сильной корневой системой, основное внимание в нашем исследовании

было уделено вкладу листьев в стабилизацию дерева при раскачивании. Ключевым показателем стабилизации ствола дерева является коэффициент демпфирования – способность ветви погасить колебания, вернуться в среднестатистическое состояние как можно быстрее после возникновения момента инерции под действием одиночного импульса [3]. Логично предположить, что листья древесных растений играют большую роль в парусном эффекте, демпфировании ствола дерева [4], однако пока нет полноценных исследований данного аспекта.

Целью нашей работы являлось изготовление и апробация экспериментальной установки для измерения коэффициента демпфирования ветвей древесных растений – с листьями и без них – в лабораторных условиях.

Основной задачей разрабатываемой установки является определение характера колебаний ветви, выведенной из состояния равновесия, в частности измерение коэффициента демпфирования. Вклад листьев в формирование демпфирующего эффекта определяется путем сравнения динамических характеристик колебаний ветвей с листьями и без них.

Измерительная часть установки представлена инерциально-измерительным модулем GY-521, объединяющим спаренный акселерометр, гироскоп MPU 6050 и магнетометр HMC-5883L. Данный модуль позволяет измерять линейные и угловые ускорения объекта, а также вектора напряжения магнитного поля Земли относительно объекта [1]. В целом, показания системы достаточны для определения ускорения и, следовательно, положения оцениваемого объекта в пространстве относительно поверхности Земли. Данные с инерциального модуля считываются с помощью отладочной платы Arduino nano v3 и передаются на персональный компьютер с участием специально разработанного программного обеспечения на языке Python 3.

Для измерения динамических характеристик колебания ветвей применяется следующая схема опыта: ветвь с листьями длиной 1.5 м закрепляется основанием на лабораторном стенде в вертикальном положении; измерительный модуль жестко прикрепляется на высоте 1 м от основания; ветвь отклоняется от равновесного состояния на расстояние 20 см в плоскости измерительного модуля, после чего отпускается; модуль фиксирует показатели угловых и линейных ускорений ветви и напряжение магнитного поля относительно нее после отпускания и до полной остановки с частотой 200 Гц в течение 30 секунд. Процедура повторяется 6 раз. Далее с ветви удаляются все листья и измерения повторяются еще 6 раз. Таким образом, установка позволяет определить различия в характере колебаний ветвей с листьями и без них.

Первой задачей при разработке установки было проведение калибровки учитывающей систематическую ошибку измерений (сдвиг в чтениях, а так же погрешность ортогональности осей измерения

акселерометра и магнетометра). Эта же процедура позволила определить коэффициенты масштабирования для перевода сырых данных в физические величины. Задача калибровки решалась путем снятия показаний инерциального модуля в 48 ориентациях в статическом положении. На основе этих данных выводились поправочные коэффициенты для всех осей трех измерительных приборов. При этом исходили из того, что в отсутствии движения модуля показатели акселерометра должны соответствовать только ускорению свободного падения (1 g вне зависимости от ориентации), показатели угловых скоростей должны равняться нулю. Аналогично, напряжение магнитного поля должно быть одинаковым по модулю при любой ориентации. Вывод коэффициентов производили на основе методов линейной регрессии.

Анализ опытных данных проводится с применением разработанных скриптов на языках программирования Python и R. На первом шаге к сериям измерений применяются установленные поправочные коэффициенты. Следующей критической задачей является перевод показателей прибора из собственной системы координат в координаты относительно Земли (глобальную систему координат). Для этого применяется алгоритм FQA [5]. Данный алгоритм изначально разработан для определения ориентации спутников на основе показаний инерциальных модулей.

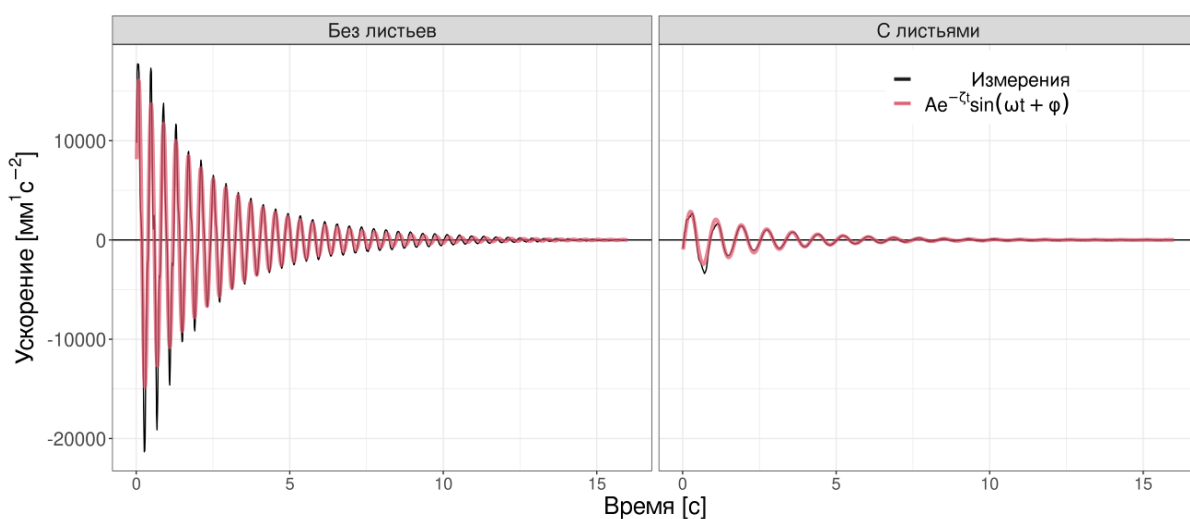


Рис. Показатели ускорения при колебании ветви *Carpinus betulus* L.

Определение коэффициента демпфирования колебаний ветви проводится на основе значения логарифмического декремента (логарифм отношения амплитуд двух последующих циклов колебания). Для этого, методом анализа основных компонент, определяется плоскость наиболее выраженного колебания ветви. Далее, к измеренной временной серии показателей ускорения подгоняется идеализированная затухающая гармоническая функция. При этом используется метод нелинейной

регрессии. Пример подогнанных кривых представлен на рис. По значениям подогнанной синусоиды определяется положения первого и второго максимальных пиков ускорения и амплитуда ускорений в этих точках. После чего рассчитывается логарифмический декремент и коэффициент демпфирования.

Предложенная экспериментальная установка и схема проведения измерений позволяет с высокой информативностью определить динамику свободных колебаний изолированных ветвей древесных растений. На основе получаемых данных могут быть рассчитаны показатели частоты качания ветви и коэффициент демпфирования в состоянии с листьями и без них. Таким образом, установка перспективна к применению для изучения роли листьев в процессах гашения свободных колебаний ветвей вызванных порывами ветра.

Список литературы

1. Жмудь В. А. Акселерометр и гироскоп MPU6050: первое включение на STM32 и исследование показаний в статике / В. А. Жмудь, К. А. Кузнецов, Н. О. Кондратьев и др. // Автоматика и программная инженерия. – 2018. – № 3. – С. 9–22.
2. Kossin J. P. Global increase in major tropical cyclone exceedance probability over the past four decades / J. P. Kossin, K. R. Knapp, T. L. Olander // Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2020. – V. 117, №. 22. – P. 11975–11980.
3. Niklas K. J. Plant biomechanics: an engineering approach to plant form and function. – University of Chicago press, 1992. – 450 p.
4. Tadrict L. Foliage motion under wind, from leaf flutter to branch buffeting / L. Tadrict, M. Saudreau, P. Hémon // Journal of The Royal Society Interface. – 2018. – V. 15, №. 142. – P. 1–9.
5. Yun X. A simplified quaternion-based algorithm for orientation estimation from earth gravity and magnetic field measurements / X. Yun, E. R. Bachmann, R. B. McGhee // IEEE Transactions on instrumentation and measurement. – 2008. – V. 57, №. 3. – P. 638–650.

УДК 504.75:635.91(076.5)

АНАЛИЗ АССОРТИМЕНТА ФИТОНЦИДНЫХ ТРОПИЧЕСКИХ И СУБТРОПИЧЕСКИХ РАСТЕНИЙ В КОЛЛЕКЦИИ ГУ «ДОНЕЦКИЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД» ДЛЯ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ПОМЕЩЕНИЙ

Николаева А.В., канд. биол. наук, ***Микула А.К.***

ГУ «Донецкий ботанический сад», г. Донецк, ДНР

nikolaeva-alexandra@yandex.ru

Современные ботанические сады являются центрами ботанической науки и ландшафтного искусства. Во многих из них формируются коллекции тропических и субтропических растений. Благодаря результатам

исследований их биоэкологических особенностей и адаптационного потенциала расширяется ассортимент растений для фитодизайна закрытых помещений в определенных условиях интродукции [5].

При этом в условиях бытовых, производственных и общественных помещений растения создают не только эстетическую обстановку, но и обеспечивают очистку воздуха, его ионизацию и увлажнение, обогащают воздушную среду помещений кислородом и другими полезными веществами. В мировой научной литературе наблюдается большой интерес к интродукции представителей, которые являются перспективными лекарственными и декоративными растениями [1–3, 6].

Целью исследования являлся анализ коллекционного фонда тропических и субтропических растений ГУ «Донецкий ботанический сад» для пополнения ассортимента фитонцидных тропических и субтропических растений с возможностью их использования в фитодизайне помещений.

В оранжерее ГУ «Донецкий Ботанический сад» выращиваются более 3000 таксонов тропических и субтропических растений, интродукция которых ведется с 1975 г. В работах И. П. Горницкой [4] приведен список видов, которые могли бы успешно использоваться в озеленении различного рода помещений, в зимних садах. Однако коллекционный фонд Донецкого ботанического сада динамичен и постоянно пополняется новыми видами и сортами растений. В связи с актуальностью применения в озеленении помещений фитонцидных растений по результатам анализа был предложен ассортимент по озеленению помещений с использованием фитонцидных тропических и субтропических растений из коллекции Донецкого ботанического сада. Так как в закрытых помещениях любого типа основным лимитирующим фактором для растений является уровень освещенности в них, подобранный ассортимент был распределен на группы в зависимости от их толерантности к данному фактору. Общее количество выбранных фитонцидных растений в коллекции составляет 76 видов и сортов. Согласно методике, исследуемые растения были распределены на три группы по уровню освещенности (I группа – 5 000 лк и выше; II группа – 1 000 – 5 000 лк; III группа – 500 – 1 000 лк) и девять типов ассоциативных видов фитокомпозиций [7].

Для помещений с уровнем освещенности от 5000 лк и выше наиболее разнообразными типами ассоциации видов в фитокомпозиции являются «тропический лес» и «пустынный ландшафт», «скальный ландшафт». Две последние группы противоположны первой группе по отношению к влаге и не терпят повышенной увлажненности. При уменьшении уровня освещенности через 1–2 месяца теряют декоративность. К типам ассоциации «скальный ландшафт» и «пустынный ландшафт» относятся виды: *Aeonium balsamiferum*, *Aloe arborescens* Mill., *Aloe ferox* Mill., *Aloe saponaria*, *Aloe vera* (L.)Burm.f., *Euphorbia neriifolia* L., *Sansevieria*

senegambic Bak., *Stapelia hirsute* L., *Stapelia variegata* L.; *Agave americana* L. и т.д. Для создания скального и пустынного ландшафта также используют камни и разнообразные присыпки. Достаточное разнообразие видов представлено для создания «садово-декоративный ландшафт», «зелёная стена» (*Agapanthus africanus*, *Callistemon citrinus*, *Dracaena fragrans* (L.) Ker Gawl).

Для помещений с уровнем освещенности от 1000 лк до 5000 лк (восточная и западная экспозиция окон) наиболее разнообразным типом ассоциации видов в фитокомпозиции является «тропический лес» с разнообразием жизненных форм растений и требовательностью их к повышенной влажности воздуха (*Aglaonema modestum* Schott.et Engl, *Alocasia macrorrhiza* (L) Schott). Представлены растения, которые можно использовать не только для фитокомпозиции «тропический лес». Например, *Acanthus ilicifolius* L. и *Acorus calamus* L. может быть использован в «болотный ландшафт» и «прибрежный ландшафт»; *Adiantum capillus-veneris* L. и *Coffea arabica* L. может быть использован в «тропический лес», «лес умеренной зоны» и «прибрежный ландшафт»; *Barleria prionitis* и *Ficus benjamina* L. может быть использован в «тропический лес» и «лес умеренной зоны»; *Ananas comosus* (L.) Meriel. Schult и *Callisia fragrans* может быть использован в «тропический лес» и «скальный ландшафт»; *Crassula arborescens* (Mill.)Willd. и *Crassula portulacaea* Lam может быть использован в «скальный ландшафт» и «пустынный ландшафт»; *Hibiscus rosa-sinensis* L. и *Psidium guajava* L. может быть использован в «тропический лес» и «садово-декоративный ландшафт» и т.д.

Для помещений с северной ориентацией окон и минимальным уровнем (от 1000 до 500 лк.) освещенности наиболее разнообразным типом ассоциации видов в фитокомпозиции является «тропический лес», к таким видам относятся: *Alocasia macrorrhiza* (L) Schott, *Brachychiton populneum* R. Br., *Citrus aurantiifolia*, *Citrus aurantium*, *Citrus grandis*, *Citrus limon* (L.) Burm., *Citrus paradisi*, *Citrus reticulata*, *Citrus sinensis*, *Ilex paraguariensis* A.St. Hil., *Philodendron imbe* Schott. Виды *Polypodium*; *Chlorophytum comosum* могут быть использованы в «тропический лес», «лес умеренной зоны» и «зелёная стена»; *Coffea arabica* L. – «тропический лес», «лес умеренной зоны» и «прибрежный ландшафт»; *Hedera helix* – «тропический лес», «лес умеренной зоны», «скальный ландшафт», «зелёная стена», «лесная поляна» и «садово-декоративный ландшафт»; *Murraya exotica* L. может быть использован в – «садово-декоративный ландшафт».

Наибольшее количество растений представлено в выборке с максимальным уровнем освещенности (от 5 000 люкс и выше) – 51 вид, а минимальное количество (16 видов) с уровнем освещенности от 500 лк до 1000, что соответствует в нашем регионе помещениям с окнами северной и северо-западной экспозиции. Это еще раз подтверждает тот факт, что

основным лимитирующим фактором культивирования растений в условиях закрытых помещения является уровень освещенности, поэтому для расширения ассортимента необходимо организовать дополнительное освещение.

Список литературы

1. Bringslimark T. The psychological benefits of indoor plants: A critical review of the experimental literature / T. Bringslimark, T. Hartig, G. G. Patil // Journal of Environmental Psychology. – 2009. – № 29. – P. 422–433.
2. Cornejo J. A. Studies on the decontamination of air by plants / J. A. Cornejo // Ecotoxicology. – 1999. – № 6. – P. 182–293.
3. Wolverton B. C. A Study of interior landscape plants for indoor air pollution abatement / B.C. Wolverton. – An Interim Report. Stennis Space Center: National Aeronautics and Space Administration, 1989. – 14 p.
4. Горницкая И. П. Каталог растений для работ по фитодизайну (Разработки Донецкого ботанического сада НАН Украины) / И. П. Горницкая, Л. П. Ткачук. – Донецк: Лебедь, 2005. – 234 с.
5. Зорина Е. А. Тропические и субтропические растения в фитодизайне Приморского края / Е. А. Зорина // Сборник научных трудов ГНБС. – 2017. – Т. 145. – С. 186–192.
6. Тетеря О. П. Фитодизайн как метод сохранения биоразнообразия интродуцентов растений закрытого грунта и улучшения среды обитания человека / О. П. Тетеря // Материалы 3-й межд. конф. "Растения в муссонном климате" (Владивосток, 22-25 октября 2003 г.). – Владивосток: БСИ ДВО РАН, 2003. – С. 415–418.
7. Цыбуля Н. В. Экологические основы фитодизайна: учеб.-метод. пособие / Н. В. Цыбуля, Т. Д. Фершалова. – Новосибирск: СГГА, 2013. – 94 с.

УДК 582 : 632.15

БРИОФЛОРА РАЗЛИЧНЫХ ЭКОТОПОВ Г. ЗУГРЭС И ПГТ ГРУЗКО-ЗОРЯНСКОЕ

Ночвина Т.С.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
nochvina.t@yandex.ru

Определение видового состава является одной из важнейших задач при проведении эксперимента и анализе бриофлоры на исследуемых территориях [1–4]. В последние годы в Донбассе ведется интенсивная работа по систематизации данных о мохообразных [3, 5–7].

Цель работы – установить специфику мохового покрова в различных экотопах г. Зугрэс и пгт Грузко-Зорянское. Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи: определение видового состава мохообразных г. Зугрэс и пгт Грузко-Зорянское, анализ распределения видов по семействам и рекогносцировка связей с факторами антропогенного воздействия.

Сбор материала производили в г. Зугрэс и пгт Грузко-Зорянское в период с сентября 2018 г. по апрель 2020 года. В ходе эксперимента было собрано 190 пакетов с образцами. В лаборатории бриомониторинга и фитоиндикации кафедры ботаники и экологии Донецкого национального университета было определено 38 видов мохообразных, относящиеся к 1 отделу (*Bryophyta*), 1 классу (*Bryopsida*), 7 порядкам (*Dicranales*, *Funariaceae*, *Brachytheciaceae*, *Pottiales*, *Orthotrichales*, *Bryales*, *Hypnales*), 16 семействам (*Ditrichaceae*, *Hylocomiaceae*, *Funariaceae*, *Brachytheciaceae*, *Pottiaceae*, *Orthotrichaceae*, *Bryaceae*, *Plagiomniaceae*, *Amblystegiaceae*, *Leskeaceae*, *Brachtheciaceae*, *Hypnaceae*, *Hylocomiaceae*, *Entodontaceae*, *Pottiaceae*, *Aulacomniaceae*), 24 родам.

Установлено, наибольшее бриоразнообразие очевидно связано с низким антропопрессингом и не застроенностью территории; – на участке условного контроля встречаемость видов составляет 28,42 % от общего количества. Схожими показателями характеризуется мониторинговые точки опыта: МТ № 1 – 23,16 %, наименьшее процентное число – 14,73 % на территории МТ №4. Участки МТ №2, МТ №3 имеют равное количество видов на своих площадях, однако эти цифры занимают промежуточное значение – 16,84 %.

Таким образом, полученные данные являются результатом систематического и эколого-ценотического анализов бриофлоры природных степных территорий, ранее малоизученных для Донбасса и Европы в целом.

Список литературы

1. Морозова Е. И. Видовой состав, особенности произрастания и морфометрическая характеристика мхов-индикаторов г. Макеевки / Е. И. Морозова, А. И. Сафонов // Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса: матер. Междунар. науч. конф. студ. и молодых ученых (Донецк, 17-20 октября 2017 г.). – Т. 2. Хим.-биол. науки. Донецк: ДонНУ, 2017. – С. 100–102.
2. Сафонов А. И. Мохообразные Донецкой агломерации: иллюстрированный атлас и бриоиндикация / А. И. Сафонов, Е. И. Морозова. – Донецк: ДонНУ, 2018. – 128 с.
3. Сафонов А. И. Редкие виды мохообразных Донецко-Макеевской промышленной агломерации / А. И. Сафонов, Е. И. Морозова // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2018. – № 1–2. – С. 33–43.
4. Морозова Е. И. Мониторинг в условиях промышленных экотопов с помощью мохообразных / Е. И. Морозова, А. И. Сафонов // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: матер. I Междунар. науч. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – Т. 1. Физ.-мат., техн. науки и экол. – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 317–318.
5. Алемасова А. С. Накопление тяжелых металлов мохообразными в различных экотопах Донбасса / А. С. Алемасова, А. И. Сафонов, А. С. Сергеева // Трансформация экосистем под воздействием природных и антропогенных факторов: Матер. Междунар. научн. конф. (Киров, 16-18 апреля 2019 г.). – Киров: ВятГУ, 2019. – С. 60–65.

6. Бондарь Е. Н. Бриобионты городских агломераций Донбасса / Е. Н. Бондарь, Т. С. Ночвина, Е. А. Цеплая // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». – Вып. 12, Т.1: Естественные науки. – Донецк: ДонНУ, 2020. – С. 31–34.
7. Ночвина Т. С. Распределение мохообразных по типу местопроизрастания на территории г. Зугрэс / Т. С. Ночвина // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». – Вып. 12, Т.1: Естественные науки. – Донецк: ДонНУ, 2020. – С. 113–116.

УДК 58:631.527

НАПРАВЛЕНИЕ СКРЕЩИВАНИЯ В ГИБРИДИЗАЦИИ СОРТОВ *HEMEROCALLIS HYBR.*

Осинова Л.М., канд. биол. наук, доц.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР

kf.botan@donnu.ru

На Донбассе, как и в любом другом промышленном регионе, большое внимание уделяется вопросам озеленения. Особой популярностью для озеленения городских территорий всегда пользовались красивоцветущие многолетники, которые не только выполняют функции формирования микроклимата, но и имеют высокие декоративные качества и служат источником эстетического отдыха [2]. К этой группе растений относят и лилейники – р. *Heemerocallis* [1]. При решении проблемы расширения ассортимента культиваров на первое место выступает селекция, которая позволяет выявить, получить и закрепить необходимые признаки [3, 4].

В связи с этим в задачу наших исследований входило использование метода гибридизации с целью выявления особенностей формирования плодов, их биоморфологических параметров и семенной продуктивности у отдельных сортов *Heemerocallis hybr.* В результате разных типов скрещиваний, а также дальнейшее получение гибридных форм.

Изучение процессов, связанных с семенным размножением, важны: как в теоретическом, так и в практическом отношении. Результаты исследований особенностей плодов и семян при гибридизации позволило выявить перспективные исходные родительские формы, которые могут давать качественный материал для дальнейшей селекции, что в свою очередь даст возможность выбрать дальнейшее направление в работе.

Результаты замеров длины и ширины плодов, полученных в результате прямого скрещивания исходных родительских форм Bonanza x Warner Shumate и Warner house x Blackplush. Достоверно больше, чем при обратном скрещивании. Кроме того для прямого скрещивания характерно

достоверное уменьшение ширины плода ($l = 23,3 \pm 1,4$, $w = 12,0 \pm 0,8$ и $l = 23,9 \pm 1,5$, $w = 9,5 \pm 0,7$) для обеих пар соответственно. Это привело к увеличению индекса плода (1,9 и 2,5 при прямом скрещивании; 1,4 и 1,3 при обратном). Вместе с тем параметры плодов var. Rosca и Autumn Red. изменялись незначительно при любых скрещиваниях и разница в размере и форме плода считается недостоверной. Все родительские пары сортов показали повышение как потенциальной, так и реальной семенной продуктивности в условиях реципрокного скрещивания.

Таким образом, у исследуемых сортов лилейника при скрещивании наблюдается достоверное увеличение потенциальной и реальной семенной продуктивности сравнительно со свободным опылением.

Список литературы

1. Баканова В. В. Краткие итоги интродукции цветочно-декоративных растений в Донецком ботаническом саду / В. В. Баканова, В. И. Берестенникова // Интродукция и акклиматизация растений. – 1990. – Вып. 14. – С. 34–36.
2. Бородич Н. Лилейники. Практическое пособие по выбору, выращиванию, размножению / Н. Бородич // Цветы и кустарники. – Изд. Дом МСП, 2006. – 32 с.
3. Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть. – К.: «Логос», 2001. – 224 с.
4. Гужов Ю. А. Селекция и семеноводство культивируемых растений / Ю. А. Гужов, А. Фукс, П. Валичек. – М.: Мир, 2003. – 536 с.

УДК 574.633

ФОРМИРОВАНИЕ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ В ПРУДАХ КАРЬЕРНОГО ТИПА

Пахолок Д.Р.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
dt2807x@gmail.com

Фитопланктон является первым и базовым звеном в трофической пирамиде. Зная состояние первого трофического уровня, можно предполагать состояние водной экосистемы, что подтверждается многолетними исследованиями [1–5]. Способность поверхностных вод к осуществлению самоочищения также определяется эффективностью функционирования биотической составляющей экосистемы. Оценка состояния первого трофического звена возможна с помощью показателей оптических методов, показывающих степень прозрачности воды и количества фотосинтетических пигментов [2, 3, 6].

В работе было проанализировано состояние прудов г. Горловка и прудов г. Донецка. Пруды «Ртутный» и второй Короленковский

принимают в себя сброс сточных вод, питание идёт за счёт атмосферных осадков и грунтовых вод. Для контроля полученных результатов были отобраны пробы из прудов Донецкого ботанического сада №3-4, пруды не принимают сточных вод, питание за счёт атмосферных осадков и грунтовых вод. Исследования проводились на фотоколориметре КФК-2.

Работу проводили в несколько этапов, а именно: сначала отбирали пробу объемом 300 мл и пропускали через фильтр диаметром 25 мм с размером пор 0,25 мкм. После проводили экстрагирование фильтра без его подсушивания для того, чтобы свести потери к минимуму. В качестве растворителя использовали 90 %-ый водный раствор ацетона. Далее растворы центрифугировали 10 минут при 2 000 об/мин. После центрифугирования растворы помещали в кюветы фотоколориметра с толщиной стенок 1 см.

При изучении пропускной способности воды на фотоколориметре рассчитывали коэффициент спектрального поглощения (λ), выраженного в обратных величинах. Для расчета содержания хлорофилла *a* использовали простые соотношения между его концентрацией в мкг/мл раствора и оптической плотностью.

На рис. показана пропускная способность растворов при разных спектральных диапазонах.

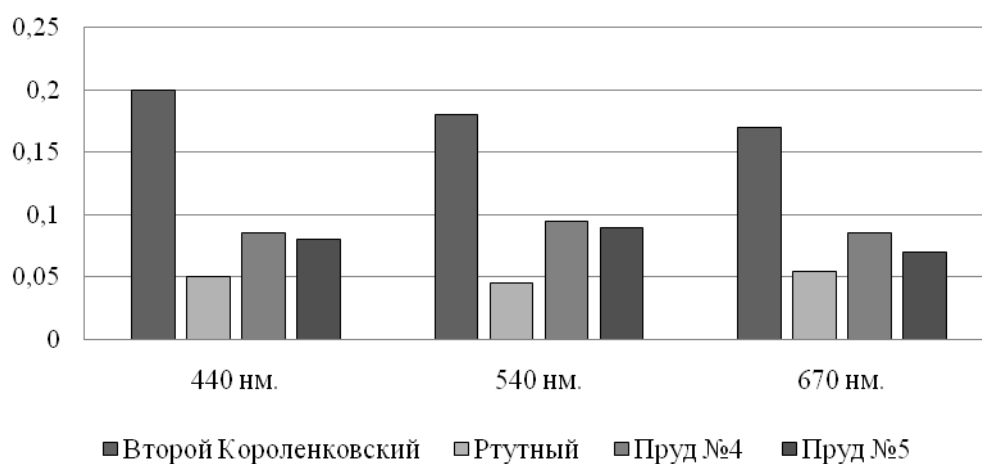


Рис. Пропускная способность растворов прудов г. Горловка

Максимальной пропускной способностью воды при исследуемых спектрах обладает «Ртутный» карьер (рис.), он характеризуется наиболее высокой степенью поглощения лучей при различных длинах волн среди исследуемых водоемов, а наименьшей степенью прозрачности и соответственно низкой пропускной способностью характеризуется второй Короленковский пруд.

На основании данных о пропускной способности проб было установлено количество хлорофилла *a* при действии разных длин волн (табл.).

Средняя концентрация хлорофилла *a* в прудах г. Горловка (мкг/мл)

Водоем	Chl _a D ₄₄₀ нм	Chl _a D ₅₄₀ нм	Chl _a D ₆₇₀ нм
Первый Короленковский	2,38±0,17	2,14±0,12	2,03±0,17
Второй Короленковский	0,60±0,05	0,53±0,04	0,65±0,17
Кировский пруд	1,01±0,06	1,13±0,04	1,01±0,11
Желтые пруды	0,95±0,11	1,07±0,08	0,83±0,59

На основании полученных данных видно, что второй Королевский пруд имеет наибольшее количество хлорофилла *a* среди исследуемых длинных волн. Все остальные водоемы характеризуются низким показателем количества хлорофилла *a*.

Исходя из полученных данных по показателям первичной продукции хлорофилла *a*, можно установить степень трофической продуктивности водоёмов. Трофический тип водоёма определили по классификации Китаева [6]. Результаты исследований указывают на то, что все исследуемые водоемы являются олиготрофными, т.е. содержат незначительное количество биогенных веществ, имеют высокую прозрачность, низкую цветность. Численность и биомасса фитопланктона низкая. Содержание кислорода лишь немного отклоняется от его нормального насыщения. В воде наблюдается кислородная дихотомия, гуминовых веществ в воде очень мало. В водоёме преобладают пастбищные трофические цепи. Олиготрофные водоемы характеризуются слабым поступлением биогенов, поэтому в них мало фитопланктона, бактерио- и зоопланктона. Обычно они расположены на кристаллических породах и являются глубокими (свыше 30 метров). Гиполимнион, богатый кислородом, по объёму превосходит эпилимнион. Прозрачность воды высокая, гуминовых веществ в воде очень мало, литораль развита слабо, донные отложения бедны органикой [4, 6, 7].

Таким образом, за последние годы антропогенное воздействие на исследуемые пруды было уменьшено. Водоёмы олиготрофные с высоким уровнем содержания кислорода.

Список литературы

1. Макуха А.О. Оценка средней сапробности водоёмов ГУ «Донецкий ботанический сад» / А. О. Макуха, Э. И. Мирненко // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов: матер. XIV Международной научн. конф. аспирантов и студентов (Донецк, 2020 г.). – Донецк: ДонНТУ, 2020. – С. 126–127.
2. Пахолок Д. Р. Оптические методы в изучении прудов карьерного типа / Д. Р. Пахолок, Э. И. Мирненко // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов: матер. XIII Международной научн. конф. аспирантов и студентов (Донецк, 2019 г.). – Донецк: ДонНТУ, 2019. – С. 120–122.
3. Макуха А. О. Гидрохимические исследования прудов г. Донецка за весенне-осенний период (2017-2018 гг.) / А. О. Макуха, Э. И. Мирненко // Донецкие чтения 2019:

- Образование, наука, инновации, культура и вызовы современности. матер. Междунар. научн. конф. студентов и молодых учёных (Донецк, 23-26 октября 2018 г.). – Донецк :ДонНУ, 2018. – Т. 2: Химико-биологические науки. – С. 248–250.
4. Мирненко Э. И. Оценка состояния водохранилищ Донбасса по показателям степени сапробности / Э. И. Мирненко, А. А. Касько // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2020. – № 1-2. – С. 12–17.
 5. Мирненко Э. И. Особенности "цветения" *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs. в альгофлоре Нижнекальмиусского водохранилища / Э. И. Мирненко // Донецкие чтения 2019: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: мат. IV Междунар. научн. конф. – Донецк: ДонНУ, 2019. – Т. 2: Химико-биологические науки. – С. 253–255.
 6. ИБВВ РАН: Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина Российской академии наук: сайт. – Борок 2008. <https://www.ibiw.ru/index.php?p=edu/eco/eco3>.
 7. Мирненко Э. И. Оценка трофности водоёмов по средней концентрации хлорофилла а в фитопланктоне прудов г. Донецка / Э. И. Мирненко // Донецкие чтения 2016. Образование, наука и вызовы современности: Мат. I Междунар. научн. конф. – Донецк: ДонНУ, 2016. – Т. 2: Химико-биологические науки. – С. 280–282.

УДК 58.006: 582.71: 634.14

ИНТРОДУКЦИЯ АЙВЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*CYDONIA OBLONGA* MILL.) В ДОНЕЦКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ

Приходько С.А.^{1,2}, канд. биол. наук, ст. науч. сотр., **Гузеев Ю.В.^{1,2}**

¹ ГУ «Донецкий ботанический сад», г. Донецк, ДНР
dbs-svetlana@mail.ru

² ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
Guzeeva.Lidia@yandex.ru

В растительном мире есть много полезных видов растений, которые еще недостаточно используются, хотя заслуживают более широкого внедрения. К ним относится айва обыкновенная (*Cydonia oblonga* Mill.) – старинная плодовая культура, ценное пищевое, лекарственное, медоносное и декоративное растение. Плоды айвы содержат большое количество микроэлементов, биологически активных веществ (витамины, катехины, лейкоантоцианы, флавонолы), необходимые для жизнедеятельности человека. Плоды айвы – ценное сырье для консервной и кондитерской промышленности, они отличаются высокими технологическими качествами. Айва – признанное сырье для получения желирующих продуктов, варенья, цукатов, джемов, соков. Ее используют для закладки товарных и любительских садов, в озеленении и как подвой для груши в пальметтном садоводстве. Айва – пыле-, газо-, дымоустойчивое растение хорошо приспособляется к городским условиям произрастания, что является очень важным фактором для широкого внедрения как

перспективной культуры в промышленно развитом регионе. Айва обыкновенная относится к теплолюбивым породам, поэтому распространение айвы ограничивается в основном южными районами [4].

Интродукционное изучение *Cydonia oblonga* в условиях Донбасса было начато в Донецком ботаническом саду (ДБС) в 1965 году и показало перспективность этой культуры для региона. Поэтому целью наших исследований является ретроспективный анализ итогов интродукции *Cydonia oblonga* в ДБС.

Первые образцы *C. oblonga* в ДБС были привезены из дендропарка «Веселые Боковеньки» (Кировоградская область, Украина). В 1977 году коллекция была пополнена тремя сортами: два сорта 'Краснослабодская' и 'Донецкая грушевидная' получены из Донецкого опорного пункта садоводства (г. Артемовск), сорт 'Кащенко18' селекции Национального ботанического сада им. Н.Н. Гришко (г. Киев). В 1983 году коллекция пополнилась сортами 'Академическая' и 'Студентка' селекции Национального ботанического сада им. Н.Н. Гришко [3]. В настоящее время в коллекции ДБС произрастают пять сортов и 42 селекционные формы, полученные от свободного опыления сортов 'Краснослабодска', 'Донецкая Грушевидная', 'Студентка', 'Кащенко 18'. Отбор селекционных форм проводился по следующим признакам: размер и форма плодов, их вкусовым качествам, габитус дерева, зимостойкость [1, 2].

Проводилось изучение показателей успешности интродукции *C. oblonga* на основании данных по ритмам развития, зимо- и засухоустойчивости, фиксировалось повреждение осенними и весенними заморозками в начале и в конце вегетационного периода. В соответствии с фенологическими наблюдениями установлено, что в разные годы сроки наступления вегетации у айвы в ДБС смещались от одной до двух недель, а время цветения и продолжительность зависят от суммы положительных температур и влажности или сухости воздуха. Чем выше температура и сухая погода, тем быстрее завершается цветение. Среди селекционных форм выделены растения с разными сроками плодоношения, с разницей в 2-3 недели. При этом фазы цветения этих форм имеют разбежность в 3-5 дней. Таким образом, установлены фазы сезонного развития селекционных форм айвы обыкновенной. Выявлены формы с ранними, средними и поздними сроками созревания плодов.

Изучение зимостойкости показало, что айва подмерзает лишь в отдельные годы и в теплое время года быстро восстанавливается. Повреждения побегов айвы наблюдаются не столько от низких температур, а в основном, от резких колебаний температуры воздуха, особенно в феврале-марте. Это происходит во время продолжительных оттепелей и последующего понижения температуры воздуха до -10°C . Растение в это время начинают расти и теряют устойчивость к низким температурам, при возвратных холодах могут повреждаться.

Коллекция рода *Cydonia* Донецкого ботанического сада насчитывает один вид и пять сортов. В результате длительного интродукционного эксперименты были отобраны 42 перспективные селекционные формы для получения новых высокоурожайных и устойчивых в условиях Донбасса сортов.

Список литературы

1. Глухов А. З. Перспективная селекционная форма *Cydonia oblonga* Mill. в Донецком ботаническом саду НАН Украины / А. З. Глухов, Л. В. Митина, Н. М. Кравченко // Промышленная ботаника. – 2013 – Вып. 13 – С. 194–198.
2. Глухов А. З. Нетрадиционные плодовые растения в антропогенно трансформированной среде / А. З. Глухов, Д. Р. Костырко, Н. М. Кравченко. – Донецк: Лебідь, 2000. – 128 с.
3. Каталог растений Донецкого ботанического сада: Справ. пособие / Л. Р. Азарх, В. В. Баканова, Р. И. Бурда и др.; Под ред. Е. Н. Кондратюка. – Киев: Наук. думка, 1988. – 528 с.
4. Клименко С. В. Айва: биоэкология, морфология, репродукция, сорта / С. В. Клименко. – К.: Логос, 2011. – 246 с.

УДК 712 (477.62)

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОПИАРНЫХ ФОРМ В ГОРОДСКОМ ОЗЕЛЕНЕНИИ

Приходько С.А.^{1,2}, канд. биол. наук, ст. науч. сотр., **Жук Н.Н.**^{1,2}

¹ ГУ «Донецкий ботанический сад», г. Донецк, ДНР

dbs-svetlana@mail.ru

² ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР

nn.zhuk@mail.ru

При создании современного городского ландшафта использованные декоративные стриженные формы из лиственных и хвойных пород приобретают всё большую популярность и являются достойным украшением пейзажа. Важным моментом в оформлении садово-парковых композиций является вопрос декоративного оформления, поскольку разнообразные и неординарные формы растений значительно повышают художественную выразительность архитектурных ансамблей. Достичь возможности максимального художественно-эстетического эффекта, при котором подчеркивается выразительность каждого растения, можно применением топиарных форм из древесно-кустарниковых пород.

Актуальность данной темы заключается в том, что топиарное искусство представляет большой интерес для урбанизированной среды. Декоративно оформленные элементы и композиции из стриженных форм

смотрятся очень привлекательно и всегда привлекают к себе внимание. Задействование хвойных и лиственных растений позволяет экспозициям сохранять свою декоративность круглогодично и продемонстрировать возможность внедрения представленных пород в современных стилизованных садах. Они являются элементами общего ландшафтного решения и выразительным средством, подчеркивающим непохожесть конкретного участка.

Цель работы – определить видовой состав древесно-кустарниковых растений, перспективных для создания топиарных форм в условиях Донбасса, принципы их формирования и использования в декоративных композициях.

При формировании садово-парковых ландшафтов на урбанизированных территориях главная роль отводится древесно-кустарниковым группам. Видовой состав древесных и кустарниковых растений определяет архитектурные качества насаждений, их санитарно-гигиенические свойства, долговечность и экономическую эффективность применения на различных объектах озеленения [1].

Основным критерием подбора растений для создания топиарных форм в условиях Донбасса является, прежде всего, устойчивость вида в конкретных эколого-климатических условиях. Также эколого-биологические характеристики вида, которые необходимо знать при создании стриженных форм: способность растения хорошо переносить стрижку и образовывать замещающие побеги на протяжении всей жизни, соответствие высоты растения высоте выбранной формы, величина и форма листьев, возможность формирования штамба, скорость роста растения, наличие множества спящих почек на стволе. Стриженные формы более требовательны к условиям произрастания, так как частые, а порой, кардинальные обрезки значительно ослабляют растения, поэтому при подборе ассортимента необходимо учитывать требования растений к увлажнению, типу почвы, освещению и морозостойкость.

Чаще всего в ландшафтных композициях значительная роль отводится хвойным породам. Способность многих хвойных хорошо переносить обрезку, стрижку и формовку позволяет применять их для посадки, как в группах, так и в качестве солитеров, при создании живых изгородей. Вместе с тем, огромное богатство мировой флоры, ее биологическое разнообразие, уникальные биологические свойства отдельных растений и их способность произрастать в экстремальных условиях предоставляют возможность создавать не только уникальные элементы ландшафтного дизайна, но и устойчиво функционирующие растительные комплексы, в максимальной степени выполняющие средообразующую и средоулучшающую функции. В решении этой задачи важная роль отводится интродукции растений, многолетние интродукционные исследования в Донецком ботаническом саду позволили

рекомендовать ассортимент древесных растений перспективных для использования в озеленении промышленных городов степной зоны [2]. Например, для создания различных топиарных форм и живых изгородей пластичным материалом могут стать туя западная (*Thuja occidentalis* L.), тисс ягодный (*Taxus baccata* L.), виды сосен: сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), крымская (*Pinus nigra sub sp. pallasiana* (Lamb.) Holmboe), черная ф. золотистая (*Pinus nigra* J.F.Arnold), горная (*Pinus mugo* Turra) и их сорта. Широко используются в декоративном оформлении можжевельники, жизненные формы которых разнообразны – от деревьев до крупных и низких стелющихся кустарников. Для создания садовых бонсай используются можжевельники обыкновенный (*Juniperus communis* L.), казацкий (*J. sabina* L.), горизонтальный (*J. horizontalis* Moench), скальный (*J. scopulorum* Sarg.) и др. [3].

Очень эффектно смотрятся декоративно-лиственные и декоративно-цветущие кустарники в групповых или бордюрных посадках, при формировании живых изгородей, а также в виде солитеров различной декоративной формы. В условиях Донбасса хорошо зарекомендовали себя: самшит вечнозеленый (*Buxus sempervirens* L.), бирючина обыкновенная (*Ligustrum vulgare* L.) и ее сорт 'Aureum', пузыреплодник калинолистный (*Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim.) и его сорта 'Luteus', 'Diabolo'; спирея японская (*Spiraea japonica* L.) и сорта 'Gold flame', 'Gold Mound', 'Golden Princess', 'Little Princess', спиреясизая (*S. cinerea* Grefsheim), барбарис обыкновенный (*Berberis vulgaris* L.), б. Тунберга (*B. thunbergii* DC.) и его сорта 'Aurea', 'Golden Ring', 'Purpurea'. Растениям можно придавать различную форму, – это отличное дополнение к композиции с использованием деревьев. Формировать можно как отдельно растущий куст, так и несколько вплотную высаженных растений, создавая у них общую крону желаемой конфигурации. Большинство сортов этих видов имеют устойчивую декоративную форму и поэтому ее можно поддерживать с помощью несложной стрижки.

Для создания топиарных форм применяются обрезка и стрижка. Обрезка бывает санитарная и формовочная. Санитарная обрезка нужна для удаления сухих, сломанных, поврежденных и больных ветвей. С целью определения будущей формы топиарной фигуры проводится формовочная обрезка. При помощи такой обрезки достигается равномерное распределение скелетных ветвей и кроне придается определенная форма – шара, куба, конуса, колонны. В дальнейшем для поддержания кроны растения в нужных размерах применяется стрижка. Стрижка не затрагивает скелетных ветвей, а производится на побегах текущего или предыдущего года. Чтобы определить будущую форму топиарных фигур, необходимо всегда отталкиваться от природного габитуса растения. Чем ближе к природной форме приближает нас стрижка, тем красивее будет

результат, тем меньше потребуется уходных работ, тем проще будет поддерживать эту форму [4].

Широкое использование топиарных форм в озеленении Донбасса является перспективным, для их формирования можно широко использовать хвойные и лиственные породы с применением приёмов формирующей обрезки и стрижки. Сроки обрезки и стрижки для каждого вида подбираются индивидуально на основе их биоморфологических особенностей.

Список литературы

1. Соколова Т. А. Декоративное растениеводство. Древодводство / Т. А. Соколова. – М.: Академа, 2004. – 352 с.
2. Глухов А. З. Архитектурно-декоративные принципы подбора интродуцированных видов хвойных для ландшафтного использования / А. З. Глухов, Е. П. Сусллова // Строительство и реконструкция ботанических садов и дендропарков в Украине: Материалы научн. конф. – (Симферополь, 22–25 мая 2006 г.). – С. 126–129.
3. Поляков А. К. Хвойные на юго-востоке Украины / А. К. Поляков, Е. П. Сусллова. – Донецк: Норд-Пресс, 2004. – 197 с.
4. Топиарные фигуры своими руками – пошаговое описание создания фигур. Топиарное искусство. [Электронный ресурс]: URL:<https://asnka.ru/raznoe/topiarnye-figury-svoimi-rukami-poshagovoe-opisanie-sozdaniya-figur-topiarnoe-iskusstvo.html>.

УДК 635.925

КОЛОРИСТИКА И ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ТРЕНДЫ ПРИ ОЦЕНКЕ РУЧНЫХ МИНИ-БУКЕТОВ РАЗНОГО ЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Рявкина К.А., Низейка И.В.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
kf.botan@donnu.ru

Направления работы по фитодизайну являются научным и практическим интересом кафедры ботаники и экологии ДонНУ [1–4]. В актуальности прикладных разработок ботаников Донбасса важны образовательные технологии и эстетические функции воспитания [1, 3, 5–7]. О возможности геометрического подхода и выяснения вопросов специфики цветовой гаммы формируемых фитокомпозиций было отмечено ранее [8], поэтому представленная работа является продолжением начатых исследовательских проектов.

Цель работы – на основании созданных моделей букетного ряда и голосования в социальных сетях (табл.) установить приоритеты выбора населения по критерию цвета; создать букетный ряд разных

геометрических характеристик и установить приоритеты выбора (тренды) по голосованию населения.

Таблица

Оценка ручных мини-букетов разного целевого назначения

Цветовая гамма (по приоритету выбора)	Букет невесты (выбор по голосованию)	Вечерний букет (молодежный, светский)	Композиция ко дню рождения (молодежный)
	% от общего количества проголосовавших		
кремово-молочные тона	31	7	3
контраст белого и красного	20	22	13
доминирование красного	6	12	15
пастельные тона	5	7	8
доминирование розового	4	6	17
сочетание зеленого и желтого	4	5	4
контраст фиолетового и белого	4	6	5
многоцветовой набор	3	21	26
оттенки зеленого	3	4	5
другие варианты	20	10	4

Установлено, что наибольшим интересом пользуются букеты кремово-молочных тонов, контраста белого и красного и многоцветового набора в зависимости от специфики торжества.

Блок экспериментов касался геометрических форм при композиционных подходах. По геометрическим конструкциям букеты были описаны 20-тью формами: классическими сферами, эллипсами, тетраэдрами, икосаэдрами, додекаэдрами, вариантами параллелепипедов и их промежуточными формами. В случае с пропорциями разница в выборе для тех же целевых назначений отличалась не существенно – наиболее востребованы такие стереометрические варианты: асимметричный эллипс, комбинированный тетраэдр, нерегулярный параллелепипед, идеальная сфера и нерегулярный ячеистый икосаэдр. Менее всего привлекают внимание покупателей эллипс классический, эллипс граненый, гребенчатый тетраэдр, узкий тетраэдр, сфера с порами, сфера с заострениями и классический правильный куб. Установлено, что при выборе отдельных готовых букетов покупатели руководствуются несколькими принципами и, если элиминировать ценовую политику, то выбор букета будет зависеть от ассортимента декоративных элементов, а также от формы букета, что связано с предполагаемым удобством при транспортировке, эксплуатации и размещении для временного хранения при сохранении начальных стадий декоративности (или её динамике при хранении после торжественного момента).

Выражаем благодарность научному сотруднику ГУ "Донецкий ботанический сад" И. И. Стрельникову за идейное продвижение тематического направления.

Список литературы

1. Сафонов А. И. Образовательные технологии подготовки биологов специализации по садово-парковому дизайну в Донецком национальном университете / А. И. Сафонов, А. З. Глухов, С. А. Приходько и др. // Проблемы и перспективы развития современной ландшафтной архитектуры: Матер. Всероссийской научно-практической конф. с международным участием – Симферополь: Изд-во КФУ, 2017. – С. 73–75.
2. Пчеленко О. В. Первичная оценка эстетической ценности видов природной флоры в антропогенно нарушенной среде / О. В. Пчеленко, А. И. Сафонов // Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса: матер. Междунар. науч. конф. студ. и молодых ученых (Донецк, 17-20 октября 2017 г.). – Т. 2. Хим.-биол. науки. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2017. – С. 109–110.
3. Сафонов А. И. Введение в специализацию на кафедре ботаники и экологии ДонНУ / А. И. Сафонов, Н. С. Захаренкова, Э. И. Мирненко // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: Матер. I Междунар. научн. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 196–197.
4. Сафонов А. И. Функциональная ботаника в Донбассе: экологический мониторинг, информационные ресурсные технологии, фитодизайн / А. И. Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2017. – № 1–2. – С. 6–12.
5. Захарова М. С. Создание малых цветочных композиций социально-бытового назначения / М. С. Захарова, А. И. Сафонов // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: Матер. I Междунар. науч. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). Т. 2. Хим. и биол. науки. – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 116–117.
6. Тараненко А. В. Традиции русского ландшафтного дизайна в зеленом строительстве г. Донецка / А. В. Тараненко, А. И. Сафонов // Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса: матер. Междунар. науч. конф. студ. и молодых ученых (Донецк, 17-20 октября 2017 г.). – Т. 2. Хим.-биол. науки. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2017. – С. 120–122.
7. Сафонов А. И. Специфика образовательных технологий на кафедре ботаники и экологии ДонНУ при подготовке студентами выпускных квалификационных работ / А. И. Сафонов // Развитие интеллектуально-творческого потенциала молодежи: из прошлого в современность: Матер. I Междунар. научн.-практич. конф. под общей редакцией С.В. Беспаловой. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2018. – С. 274–275.
8. Низейка И. В. Цветовые схемы и геометрия при формировании флорокомпозиций широкого спектра целевого назначения / И. В. Низейка, К. А. Рявкина // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». Донецк: ДонНУ, 2020. Вып. 12, Т.1.: Естественные науки. – С. 109–113.

АКТУАЛЬНЫЕ ПОЗИЦИИ ИНДИКАЦИОННЫХ РАЗРАБОТОК НА КАФЕДРЕ БОТАНИКИ И ЭКОЛОГИИ ДОННУ

Сафонов А.И., канд. биол. наук, доц.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР

a.safonov@donnu.ru

Технологии использования растительных организмов в качестве биоиндикаторов и биомониторов в донецком экономическом регионе имеют разнообразие как в инструментально-аналитическом аппаратном обеспечении при изучении разных природных сред, так и в объектно-ресурсном подходе при сборе и обработке данных.

Цель работы – на основании имеющего спектра вопросов и решаемых проблем в области фитоиндикации [1, 2] выделить актуальные опорные позиции и технологические приёмы, разрабатываемые на кафедре ботаники и экологии Донецкого национального университета.

Критериев классифицировать используемые подходы может быть несколько: 1) средовой – при получении данных о состоянии конкретных природных сред (водной, воздушной, почвенной, а также на границах между средами); 2) инструментально-аналитический – при использовании различного оборудования для изучения растительных образцов; 3) целевой, проблемный – для решения конкретной задачи или устранения локальной чрезвычайной проблемы, например, эколого-токсического характера.

Изучение особенностей формирования и развития природных сред на кафедре ботаники и экологии ДонНУ сконцентрировано для целевых программ альгоиндикационных и гидробиологических разработок [3], что также находит своё применение в образовательных технологиях [4]; эдафический компонент затронут при изучении характера роста и развития растительных объектов в сложных условиях техноземов на отвалах угольных шахт и других объектов промышленности [5]. Воздушная среда представляет интерес в первую очередь для приземного слоя атмосферы, – в этом блоке экспериментов задействованы данные о состоянии пылевых зерен в смещающихся аэромассах [6], а также анализ состояния тех фитообъектов, которые напрямую зависят от параметров воздушной среды, например, мохообразных [7, 8]. Комплексные индикационные критерии объединяют направления экологического системного нормирования [2], стратегий выживания видов в нестабильных экологических условиях [1, 5, 9], что важно для картографических методов в наглядной демонстрации микролокальной динамики с привязкой к геокомпонентам [10].

Такой спектр подходов в изучении экологических параметров и состояний среды промышленного региона позволяет реализовывать некоторые задачи, представляющие стратегический интерес научного развития кафедры как структурного звена Донецкого национального университета: обучение студентов и аспирантов имеющимся методам фитоиндикационной оценки сред; формирование педагогических и консультативно-экспертных инициативных объединений в разных образовательных учреждениях Донецкой Народной Республики; представление материалов для участия в научно-образовательном поле Российской Федерации (научно-технические мероприятия, апробация на конференциях и публикация в профильных журналах); привлечение частных институций и предпринимателей для совместной работы по экологическим вопросам региона; планомерная защита выпускных квалификационных и диссертационных работ в решении проблемы кадрового обеспечения специалистами биоэкологического профиля занятости в регионе.

Таким образом, в развитии инициативной научно-исследовательской темы по функциональной ботанике в донецком экономическом регионе кафедра ботаники и экологии реализует исследовательскую и образовательную функции; научно-педагогический состав кафедры открыт к сотрудничеству с лабораториями и организациями эколого-диагностического направления работы.

Список литературы

1. Сафонов А. И. Фронтальный спектр фитодиагностики в Донбассе (2018-2019 гг.) / А. И. Сафонов // Донецкие чтения 2019: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Матер. IV Междунар. науч. конф. (Донецк, 31 октября 2019 г.). – Т. 2: Хим.-биол. науки. Донецк: Изд-во ДонНУ, 2019. – С. 270–271.
2. Глухов А. З. Экосистемное нормирование по данным фитоиндикационного мониторинга / А. З. Глухов, А. И. Сафонов // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: Матер. I Междунар. науч. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – Т. 1: Физ.-мат., техн. науки и экол. – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 311–312.
3. Мирненко Э. И. Эколого-гидрохимические особенности формирования фитопланктона в прудах Старобешевского района / Э. И. Мирненко // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – № 3-4. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2019. – С. 115–121.
4. Сафонов А. И. Внедрение альгоиндикационных технологий в процесс обучения студентов-экологов / А. И. Сафонов, Э. И. Мирненко, Н. С. Захаренкова // Биологическое и экологическое образование студентов и школьников: актуальные проблемы и пути их решения. Матер. III Междунар. научн.-практич. конф., посвященной 230-летию отечественной методики обучения биологии и 75-летию со дня рождения методиста-биолога Е. С. Пекер. Отв. ред. А. А. Семенов. – 2016. – С. 135–138.
5. Калинина А. В. Диагностика эдафотопов некоторых угольных шахт г. Макеевки методами фитотестирования / А. В. Калинина // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2019. – № 1-2. – С. 6–12.

6. Мирненко Н. С. Состояние пыльцевых зерен *Ambrosia artemisiifolia* L. и *Artemisia absinthium* L. в г. Донецке / Н. С. Мирненко // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2017. – № 3–4. – С. 12–17.
7. Сафонов А. И. Редкие виды мохообразных Донецко-Макеевской промышленной агломерации / А. И. Сафонов, Е. И. Морозова // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2018. № 1-2. – С. 33–43.
8. Алемасова А. С. Накопление тяжелых металлов мохообразными в различных экотопах Донбасса / А. С. Алемасова, А. И. Сафонов, А. С. Сергеева // Трансформация экосистем под воздействием природных и антропогенных факторов: Матер. Междунар. научн. конф. (Киров, 16-18 апреля 2019 г.). – Киров: ВятГУ, 2019. – С. 60–65.
9. Кравсун Т. И. Вегетативная стратегия растений-индикаторов Донбасса по критерию структуры листового аппарата / Т. И. Кравсун // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2019. – № 3-4. – С. 19–23.
10. Гермонова Е. А. Визуализация микроклиматических изменений индикаторных признаков в локальных популяциях растений г. Донецка / Е. А. Гермонова, А. И. Сафонов // Глобальные климатические изменения: региональные эффекты, модели, прогнозы: Матер. междунар. научн.-практич. конф. (Воронеж, 3-5 октября 2019 г.). – Воронеж: Цифровая полиграфия, – 2019. – Том 2. – С. 39–40.

УДК 581.15 : 574 (477.60)

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФИТОМОНИТОРИНГА В ТЕХНОГЕННО ТРАНСФОРМИРОВАННОЙ СРЕДЕ

Сафонов А.И.¹, канд. биол. наук, доц.,

Глухов А.З.^{1,2}, д-р биол. наук, проф.

¹ ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР,

² ГУ «Донецкий ботанический сад», г. Донецк, ДНР

a.safonov@donnu.ru, glukhov.az@mail.ru

Современные теоретические и практические основы экологических знаний [1–3] формируют возможность организации разработок по изучению сложных природно-техногенных процессов в регионах с интенсивным антропогенным воздействием. Научно-философским фундаментом в решении данных проблем являются труды В. И. Вернадского [4, 5], публикационное наследие которого позволяет развивать новые, востребованные технологии, отражающие локальную специфику региона проведения экспериментов по изучению особенностей функционирования, необходимой коррекции и целевого управления природных комплексов.

Территория Донбасса (как историко-этнографического, так и индустриально-экономического конгломерата Европы) представляет собой открытую полигеокомпонентную гетерогенную систему, ядром функционирования которой является автотрофный блок – совокупность

растительных организмов, общая биомасса которых в прошлых эпохах (как результат – каменноугольные залежи), так и в современных оптимизационных мероприятиях выполняет важнейшую роль для системы полноценного жизнеобеспечения: получение первичной продукции, все компетенции средообразования, детоксикации и рационального использования ресурсов. В таких условиях региональных тенденций развития геосистем экологический мониторинг на основании фитоиндикационных параметров значимости в промышленно развитом регионе является необходимым атрибутом научно-практической занятости. Накопленный опыт по фитоиндикации, фитомониторингу и основанных на этом принципах экосистемного нормирования [6–8] позволяет предложить научной общественности план-концепцию организации фитомониторинга в антропогенно трансформированной среде, что и является целью настоящей работы.

Структурно реализуемый фитомониторинг экотопов Донбасса состоит из 8 функционально связанных блоков:

1) система обеспеченности региона экологической информацией, определение тенденций на основании возможного ретроспективного анализа, учет динамических нововведений в условиях экологических кризисов техногенного и социально-конфликтного характера;

2) определение индикационной функции фитокомпонентов в экологической диагностике природных сред как методический приём квантификации (индикационные шкалы, коэффициенты значимости, аддитивные диапазоны варьирования признаков и пр.) на основании статистически доказанных особенностей структурно-функциональной зависимости состояния фитообъектов в меняющихся условиях среды;

3) технология установления индикаторной значимости выявленных признаков, аналитический контроль и проверка данных, методы геолокальной визуализации по структурным идентификациям растений, выявление наличия ранжированного территориального ряда и использование параметрических корреляционных плеяд;

4) учет вегетативно-соматических признаков фитоколичественной квантификации: архитектурные модели корне-, побегообразования, ветвления и других морфологических параметров на основании выявленных отклонений или проявлений на уровне отдельных доступных для анализа субклеточных структур, клеток и конформационных тканей;

5) индикация природно-техногенных экотопов по генеративным преобразованиям: причинно-следственные связи тератных проявлений на уровне отдельных частей цветка, общей морфологии дискретных генеративных органов и автономной продукции растительного происхождения (пыльцевые зерна на разных стадиях формирования, эмбриональные гистохимические проявления, частные карпологические характеристики и пр.) в условиях неблагоприятной гетерогенной среды;

б) анализ полученных данных ценопопуляционного содержания – демографические трансформации в группах индикаторов, а также выявленные микросоциальные тенденции для модельных индикаторных видов растений;

7) определение стратегий выживания (особей и видов на ценопопуляционном уровне) и смещения стратегического потенциала при реализации экологической ниши, например, тяготение к эксплеренции для пациентов и виолентов, процесс рудерализации и стимулирование стресс-устойчивости, онтогенетические трансформации (смещение фенопауз) индикаторной значимости;

8) справочно-аналитические сводки и контроль в технологии регионального фитомониторинга включают процедуру пошагового динамического наблюдения в техногенной среде, внедрение аппарата автоматизированной системы оценки в разветвленном алгоритме инструментальных действий при обработке полевых и камеральных данных (первичной информации).

В итоговой продукции проводимого фитоиндикационного мониторинга предусмотрено обязательное составление аннотированного списка признаков и характеристик, имеющих достоверное значение в испытанных условиях эксперимента. Дополнительная визуализационная программа предполагает сбор и оформление иллюстрированного атласа территориальных экологических напряжений в регионе по дробным и комплексным показателям нарушенности или баланса в природных системах. Предложенная план-концепция сформирована на эмпирических данных и территориально апробирована, соответствует законам диалектического материализма по специфике выявления причинно-следственных связей в системах "фактор – признак", "индикатор – индикат", технологии взаимно-обратной фитоквантификации перерасчета непараметрических признаков в параметрические характеристики, учету адаптационных возможностей тест-индикаторов в меняющихся условиях среды.

Методологические разработки экологической проблематики, в том числе фитомониторинговых исследований, являются одним из ведущих составляющих как теоретического, так и практического разрешения проблемы биосферы, – предотвращение дальнейших разрушительных изменений окружающей среды, её восстановление и улучшение.

Список литературы

1. Розенберг Г. С. К философии теоретической экологии (общая интерпретация основного содержания теории) / Г. С. Розенберг // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – Т. 12, № 1(9), 2010. – С. 2317–2323.
2. Реймерс Н. Ф. Экология. Теории, законы, правила, принципы и гипотезы / Н. Ф. Реймерс. – М.: Россия молодая, 1995. – 366 с.
3. Розенберг Г. С. Введение в теоретическую экологию / Г. С. Розенберг // В 2-х т. – Тольятти: Кассандра, 2013. – Т. 1. – 565 с. Т.2. – 445 с.

4. Вернадский В. И. Научная мысль как планетное явление / В. И. Вернадский. – М.: Мысль, 1991. – 271 с.
5. Вернадский В. И. Биосфера: Мысли и наброски / М.: Фонд им. В. И. Вернадского, 2001. – 244 с.
6. Глухов А. З. Перспективы проведения фитоиндикационного мониторинга техногенно трансформированных экотопов / А. З. Глухов, А. И. Сафонов // Промышленная ботаника. – 2002. – Т. 2. – С. 7–14.
7. Сафонов А. И. Формирование фитомониторинговых программ в Донбассе на основе научных школ России / А. И. Сафонов, А. З. Глухов // Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса: Матер. Междунар. научн. конф. (Донецк, 17-20 октября 2017 г.). – Т. 2: Химико-биологические науки. – С. 17–19.
8. Глухов А. З. Экосистемное нормирование по данным фитоиндикационного мониторинга / А. З. Глухов, А. И. Сафонов // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: Матер. I Междунар. науч. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – Т. 1: Физ.-мат., техн. науки и экол. – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 311–312.

УДК 581.5 : 712.4

ПЫЛЕУЛАВЛИВАЮЩАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДРЕВЕСНЫХ И КУСТАРНИКОВЫХ РАСТЕНИЙ В ПРОМЫШЛЕННОМ ГОРОДЕ ДОНБАССА

Склярова С.В.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
kf.botan@donnu.ru

Система выносливости растительных организмов в промышленно напряженном регионе [1–3] часто представляет интерес в рамках индикационных функций растений для получения информации экологического мониторинга [4, 5], но основанная задача прикладного характера – это создание оптимальных условий (максимально восстановленных по токсическому компоненту) существования человека в городах с высоким уровнем развития тяжелой промышленности. Одним из самых промышленно развитых городов Донбасса является Енакиево, преимущественно благодаря функционированию многих объектов металлургической промышленности.

Цель работы – оценить межвидовую разницу по показателю пылеосаждения на листовых пластинках некоторых древесных и кустарниковых растений г. Енакиево.

Работа представляет собой продолжение начатой в 2015 году экспериментальной темы А. В. Авдеевой [2].

Для реализации цели были поставлены следующие задачи: 1) выбрать мониторинговые точки для сбора материала таким образом, чтобы все экспериментальные виды были представлены на одной учетной площадке; 2) на высоте 2-х метров (антропогенезированный приземный слой атмосферы) отобрать пробы путем смыва и вычищения с листового аппарата осажденной пыли; 3) в лабораторных условиях произвести перерасчет полученных данных на единицу площади листа для каждого отдельного вида растения. В запланированном эксперименте выбор древесных растений имеет важное стратегическое значение, поскольку именно растения крупномерных жизненных форм имеют наибольшую эффективность в показателях пылеосаждения и пылепоглощения, что в совокупности формировало показатель пылеулавливания и значимость в вопросах оптимизации техногенных экосистем, максимально подверженных индустриализации.

Результаты отбора проб представлены в таблице.

Таблица

Пылеулавливающая способность древесных и кустарниковых растений
в г. Енакиево (июль-сентябрь 2020 г.)

Вид	июль 2020				сентябрь 2020			
	МТ 1	МТ 2	МТ 3	МТ 4	МТ 1	МТ 2	МТ 3	МТ 4
	Количество пыли, г/м ²							
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	3,6-4,7	3,6-5,2	3,6-5,1	3,7-5,0	3,6-4,7	3,7-5,2	3,7-5,1	3,9-5,2
<i>Fraxinus lanceolata</i> Borkh.	1,4-1,5	1,1-1,5	1,0-1,5	1,0-1,5	1,3-1,5	1,5-1,5	1,0-1,5	1,1-1,5
<i>Populus nigra</i> L.	3,8-5,1	3,9-5,2	3,8-5,1	3,8-5,3	4,6-5,7	4,7-5,2	4,7-5,5	4,8-5,6
<i>Ulmus laevis</i> Pall.	2,1-2,5	2,2-2,5	2,1-2,5	2,2-2,5	2,1-2,5	2,1-2,5	2,1-2,5	2,2-2,5
<i>Acer platanoides</i> L.	3,6-4,4	3,4-4,5	3,2-4,6	3,7-4,4	3,5-4,5	3,5-4,6	3,7-4,5	3,3-4,7
<i>Betula pendula</i> Roth	5,5-6,0	5,2-6,4	6,3-7,8	6,7-7,0	6,5-7,0	5,4-6,7	5,1-7,8	5,1-6,8
<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	2,5-3,5	2,7-3,5	2,4-3,0	2,5-3,5	2,5-3,9	2,5-3,0	2,0-3,1	2,9-3,5
<i>Juglans regia</i> L.	3,9-4,5	3,8-4,6	3,0-4,1	3,2-4,7	3,8-4,8	3,7-4,7	3,2-4,5	3,0-4,1
<i>Lonicera tatarica</i> L.	2,4-3,0	2,2-2,8	2,1-2,6	2,3-3,0	2,2-2,8	2,5-2,6	2,0-2,6	2,6-3,0

Центральным ориентиром отбора проб был взят Енакиевский металлургический комбинат, находящийся в центре города. По

отдаленности от комбината на 2 км в направлениях сторон света (сторон горизонта) были определены учетные площадки – мониторинговые точки (МТ): МТ 1 – север, МТ 2 – восток, МТ 3 – юг, МТ 4 – запад. Все указанные площадки охватывали территории городских застроек и высаженные виды древесных и кустарниковых растений (выбранные) были максимально одновозрастные для чистоты эксперимента по межвидовому сравнению.

Установлено, что в тренде эффективности по пылеулавливанию виды первой категории расположены в следующем списке: *Betula pendula*, *Populus nigra*, *Juglans regia* и *Robinia pseudoacacia*. Поэтому при выборе насаждений (если существует государственный или муниципальный коммерческий заказ) лучшими очистителями воздуха от промышленной пыли будут в условиях г. Енакиево указанные четыре вида. Были проведены сравнительные анализы по отношению к сторонам горизонта от источника выбросов и динамика в возможном накоплении (оседании) пыли в разные месяцы года. Анализ данных в привязке к розе ветров не дал ожидаемых теоретических результатов, что пыли предположительно в западной точке должно быть больше, учитывая доминирующие восточные ветры; это указывает, что забор растениями мелкой дисперсионной фракции промышленных выбросов осуществляется по всему периметру источника выбросов. Благодаря отсутствию дождей в летний и начальный осенний период эксперимент был реализован в запланированном объеме с возможностью пылеосаждения без фактора промежуточного смыва.

Список литературы

1. Safonov A. I. Phytoindicational monitoring in Donetsk / A. I. Safonov // Наука. Мысль. – 2016. – № 4. – С. 59–71.
2. Авдеева А. В. Подходы российских ученых в изучении пылефильтрующей эффективности дендропарковых насаждений промышленного города в Донбассе / А. В. Авдеева, А. И. Сафонов // Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса: Матер. Междунар. научн. конф. (Донецк, 17-20 октября 2017 г.). – Т. 2. Хим.-биол. науки. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2017. – С. 54–56.
3. Bepalova S. V. The criteria of assessment of ecological state of environment on thresholds of sensitivity of bioindicators / S. V. Bepalova, O. S. Goretsky, A. I. Safonov // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2011. – № 1. – С. 25–43.
4. Сафонов А. И. Индикаторная роль растений в системе управления городом в промышленном регионе / А. И. Сафонов // Экологическая ситуация в Донбассе. – М.: Изд-во МНЭПУ. – 2016. – Т. 1. – С. 288–293.
5. Safonov A. I. Phyto-qualimetry of toxic pressure and the degree of ecotopes transformation in Donetsk region / A. I. Safonov // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2013. – № 1. – С. 52–59.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНО-ЗАПОВЕДНОГО ФОНДА ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ

Стрябкова А.П.^{1,2}, Молодан А.Г.², Глухов А.З.¹, д-р биол. наук, проф.

¹ ГУ «Донецкий ботанический сад», г. Донецк, ДНР

² Государственный комитет по экологической политике и природным ресурсам при Главе Донецкой Народной Республики, г. Донецк, ДНР

striabkova.albina@yandex.ua

Территория Донецкой Народной Республики характеризуется исторически сложившимся высокоинтенсивным уровнем техногенного воздействия на окружающую природную среду, поэтому формирование сети особо охраняемых природных территорий (ООПТ) как способ сохранения оставшихся нетронутых уголков природы является одним из важных направлений природоохранной деятельности.

Флора Донецкой Народной Республики насчитывает более 2050 видов сосудистых растений, относящихся к 713 родам и 143 семействам. Эндемики и субэндемики во флоре региона составляют 14 %, реликтовые виды – 6 %. К особо охраняемым видам (созофитам) относятся – 333 вида растений и 12 видов грибов (в том числе 9 видов лишайников) [1].

Видовое разнообразие животного мира Донецкой Народной Республики насчитывает более 25 тыс. видов, из которых более 24 тысяч представлены беспозвоночными. Позвоночные животные представлены рыбами – 38 видов, круглоротыми – 1 вид, амфибиями – 9 видов, рептилиями – 12 видов, птицами – более 300 видов, млекопитающими – около 50 видов. Более 140 видов животных (бобер, косуля, лось, гадюка степная, аист белый, сова ушастая) являются редкими для Донецкой Народной Республики [2].

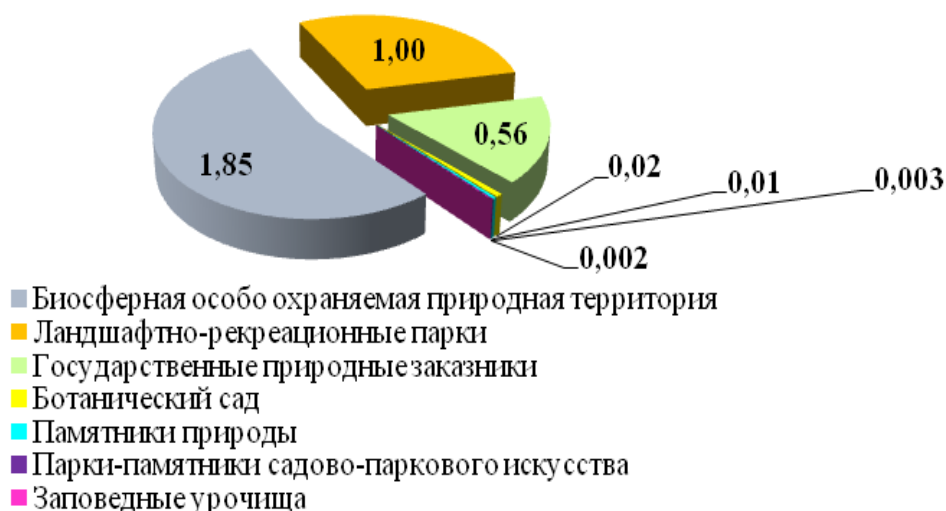


Рис 1. Структура заповедного фонда Донецкой Народной Республики, %

Площадь Донецкой Народной Республики по состоянию на 01.01.2020 г. составляет 895 660,7 га, а площадь природно-заповедного фонда Донецкой Народной Республики насчитывает 30 902 га, процент заповедания равен 3,45 [1].

Карта расположения объектов природно-заповедного фонда на территории Донецкой Народной Республики представлена на рис. 2.

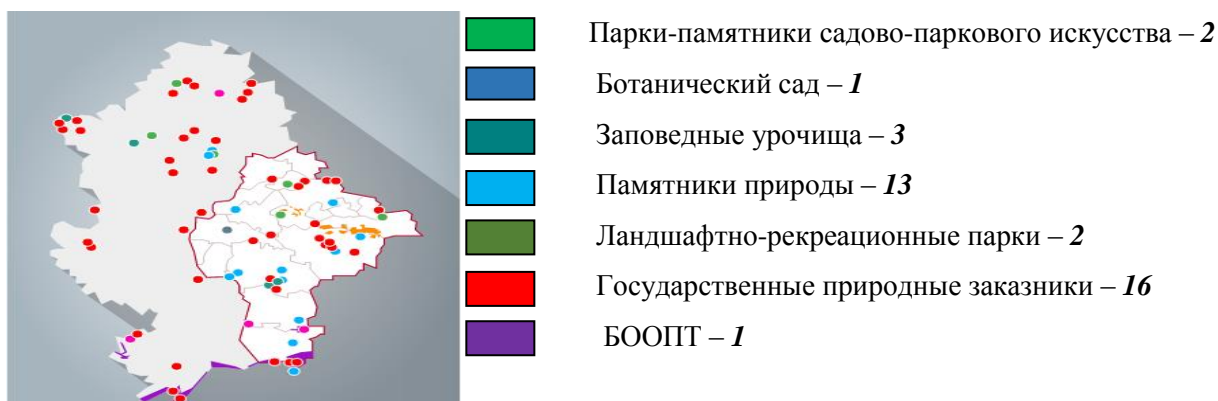


Рис. 2. Карта расположения особо охраняемых природных территорий Донецкой Народной Республики [1]

В связи с активным хозяйственным освоением земель большая часть особо охраняемых природных территорий (около 55 %) имеют площадь до 100 га. Информация о количестве и площади ООПТ в разрезе административно-территориальных единиц ДНР представлена на рис. 3.

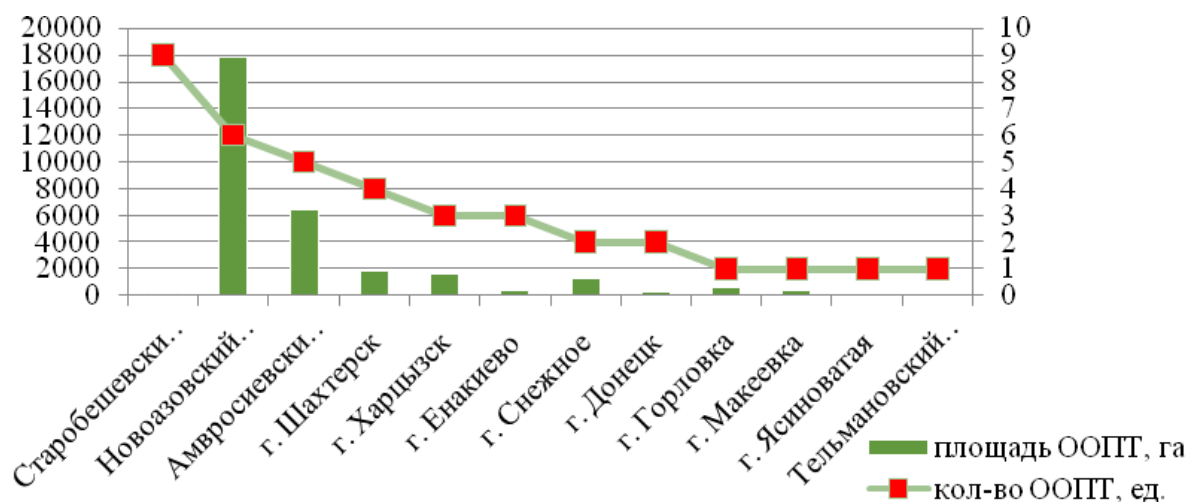


Рис. 3. Количество и площадь особо охраняемых природных территорий в разрезе административно-территориальных единиц Донецкой Народной Республики

В разрезе административно-территориальных единиц Донецкой Народной Республики по количественному показателю первое место занимает Старобешевский район (10 объектов, общей площадью – 252 га), а по показателю общей площади – Новоазовский район (16 551,78 га, количество объектов – 6). Наибольшую площадь среди других ООПТ

занимают биосферный резерват «Хомутовская степь – Меотида» – 16 551,78 га, ландшафтно-рекреационный парк «Донецкий кряж» – 7 463,52 га, ландшафтно-рекреационный парк «Зуевский» – 1 532,67 га, государственный природный лесной заказник «Леонтьево-Байракское» – 1 285 га; наименьшую – памятники природы местного значения: ботанический – «Дуб горняцкий» и гидрологический «Родник возле села Коньково» – по 0,01 га (рис. 3).

ООПТ являются объектами общенационального достояния Донецкой Народной Республики, имеют государственное значение и находятся под охраной государства [3]. Развивать систему природно-заповедного фонда в Донецкой Народной Республике целесообразно в следующей логической последовательности:

Оперативное создание малых объектов ПЗФ → создание на их основе полифункциональных объектов ПЗФ (например, ландшафтно-рекреационные парки) → трансформация их (в случае необходимости) в национальные природные парки [4]. В условиях ограниченности рекреационных ресурсов на территории Донецкой Народной Республики, ландшафтно-рекреационные парки способствуют с одной стороны, созданию условий для познавательного туризма и отдыха в природных условиях, эколого-просветительской деятельности, а с другой – сохранению ценных природных и историко-культурных комплексов и объектов.

Исходя из вышесказанного, можно выделить основные перспективные направления в развитии природно-заповедного фонда: создание новых уникальных и репрезентативных особо охраняемых природных территорий, что позволит увеличить процент заповедания; создание полифункциональных объектов ПЗФ, путем объединения существующих ООПТ; создание единой руководящей специальной администрации (объединенной дирекции), что позволит повысить эффективность управления ООПТ; развитие экологического туризма, брендинг и создание положительного имиджа ООПТ, и как следствие, устойчивое социально-экономическое развитие прилегающих территорий; экологическое просвещение населения ДНР.

Список литературы

1. Доклад о состоянии окружающей среды на территории Донецкой Народной Республики за 2019 г. – Донецк, 2019. – 62 с.
2. Земля тревоги нашей / по материалам Доклада о состоянии окружающей природной среды в Донецкой области в 2006 г. – Донецк, 2007. – 116 с.
3. <https://dnrsovet.su/zakon-dnr-ob-osobo-ohranyaemyh-prirodnih-territoriyah>
4. Молодан Г. Н. История и перспективы заповедного дела Донетчины / Г. Н. Молодан // Окружающая среда. – Донецк, 2011. – С. 229–230.

ВЛИЯНИЕ ФИТОРЕКУЛЬТИВАЦИИ НА МИГРАЦИЮ НЕКОТОРЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ В ЭДАФОТОПАХ ТЕХНОГЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ

Сыщиков Д.В., канд. биол. наук, *Агурова И.В.*, канд. биол. наук
ГУ «Донецкий ботанический сад», г. Донецк, ДНР
donetsk-sad@mail.ru

Состояние окружающей природной среды является одной из наиболее острых социально-экономических проблем, прямо или косвенно затрагивающих интересы каждого человека. В настоящее время в промышленно развитых регионах образовались техногенные экосистемы, различающиеся по технологиям формирования и отличающиеся от природных ландшафтов.

Человеческое общество в процессе производственной деятельности выступает как мощный геохимический фактор, изменяющий и перераспределяющий миграцию огромных масс химических элементов. Производственная деятельность человечества влияет как на глобальные биогеохимические циклы, так и на биогеохимические процессы, совершающиеся в геохимических ландшафтах. Геохимические возмущения, наблюдаемые в почве, наиболее достоверно отражают нарушения естественного протекания природных процессов в самой экосистеме. Отсюда следует, что качественные и количественные понятия устойчивости экосистемы связаны с изменениями почвенного компонента.

Для оптимизации техногенных экосистем эффективнее использовать биологические методы, к которым относим фиторекультивацию как метод создания устойчивого растительного покрова в условиях техногенных экотопов, поскольку техногенное загрязнение откладывает отпечаток на состав, структуру и динамику фитоценозов.

Целью работы было изучение влияния фиторекультивации на содержание аммонийного азота и подвижного фосфора в эдафотопов модельных участков. Для проведения исследований были выбраны следующие модельные участки.

Мониторинговый участок № 6. Территория, прилегающая к южной части отвала шахты № 12 «Наклонная» (Пролетарский район г. Донецк). Чернозем обыкновенный средне гумусированный. Данный участок рассматривается нами как условный контроль.

Мониторинговый участок № 2. Выведенный из эксплуатации карьер по добыче строительного камня (балка Калиновая, Горняцкий район, г. Макеевка). Прimitивные неразвитые почвы на песчанике.

Мониторинговый участок № 3. Склон отвала шахты им. Ленина южной экспозиции (Горняцкий район, г. Макеевка). Субстрат с признаками почвообразования.

Мониторинговый участок № 4. Зона выполаживания склона южной экспозиции у основания отвала шахты им. Ленина (Горняцкий район, г. Макеевка). Прimitивные седиментационные неразвитые почвы.

Для оценки влияния травянистых растений на протекание почвообразовательных процессов в эдафотопх антропогенно трансформированных экосистем на участках №№ 2-4 был проведен высеv семян растений семейства *Poaceae*. Описание почвенных разрезов проводили по И. И. Назаренко и Н. И. Полупану [3, 4]. Отбор почвенных образцов проводили по почвенным горизонтам [2]. Определение подвижных фосфатов проводили по методу Чирикова, а концентрация аммонийного азота определялась колориметрически с реактивом Несслера [5]. Статистическая обработка данных проводилась по общепринятым методам статистики на 95 % уровне значимости по Ю. Г. Приседскому [6].

Азот – один из основных элементов питания для живых организмов, содержание которого в почве определяет уровень ее плодородия. Аккумуляция азота в горных породах – индикатор начала почвообразования [1]. Однако наличие валового азота в почве еще не указывает на обеспеченность растений этим элементом – важным является его состав, что определяет необходимость изучения содержания минеральных форм азота, непосредственно доступных для растений, в связи с чем изучение миграции аммонийного азота в техногенных экотопах служит предметом наших исследований.

При изучении содержания обменного аммония в весенний период исследований в гумусо-аккумулятивном горизонте нерекультивируемых мониторинговых участков зафиксирован его низкий уровень, не превышающий 51 % по отношению к зональной почве. Для более глубоких почвенных слоев характер аккумуляции данной формы азота имел несколько иной вид. Так, в субстрате с признаками почвообразования (участок №4) концентрация аммонийного азота статистически достоверно не отличалась от контрольных показателей, а в примитивных седиментационных неразвитых почвах и в примитивных неразвитых почвах на песчанике возросла в 2,2 и 3,4 раза соответственно. В условиях техногенных экотопов корневые системы растений, как правило, сосредоточены в верхних горизонтах, поэтому именно там происходит усиленное поглощение аммонийного азота, в нижних же горизонтах происходит его постепенное накопление [7].

Высев на мониторинговых участках растений семейства *Poaceae* привел к увеличению содержания азота аммонийных соединений в генетических горизонтах почв по сравнению с нерекультивируемыми участками (на 26–43 %). Увеличение длительности мониторинговых исследований не повлияло на содержание аммонийного азота, а также

неизменным остался и характер его распределения как по участкам, так и по генетическим горизонтам.

При изучении подвижного фосфора в эдафотопях техногенных экотопов установлено, что содержание этого элемента в весенний период по сравнению с зональной почвой незначительно и отмечается их приуроченность к нижележащим горизонтам (22–36 % по отношению к контролю). Только в примитивных неразвитых почвах на песчанике их концентрация превышала контрольные показатели в 1,5 и 6,8 раз в горизонтах Н и Р соответственно. Значительное накопление соединений фосфора обуславливается высоким уровнем содержания элемента в подстилающих породах.

Проведение фиторекультивационных мероприятий привело к тому, что концентрация подвижного фосфора в генетических горизонтах эдафотопов возросла на 28–58 % по сравнению с участками с естественным растительным покровом, что объясняется усилением выщелачивания фосфора из минеральной основы почвы вследствие выделения корнями растений в ризосферу органических кислот и фосфатаз.

Таким образом, выявлен положительный эффект фиторекультивации на содержание подвижного фосфора и аммонийного азота. Наибольшее содержание подвижного фосфора зафиксировано в весенний и осенний периоды исследований. Несмотря на то, что при фиторекультивации вегетационная масса увеличивается, а значит и потребление элементов минерального питания также возрастает, количество минеральных форм азота повышается в сравнении с нерекультивируемыми участками. Эту закономерность возможно объяснить активизацией микробиологической активности, увеличением содержания гумуса и извлечением почвенными микроорганизмами большего количества доступных форм азота.

Список литературы

1. Махонина Г. И. Азот в почвах техногенных экосистем Урала / Г. И. Махонина, Е. Б. Тихомирова // Растения и промышленная среда: сб. науч. тр. Свердловск: УрГУ, 1990. – С. 34–44.
2. Методы почвенной микробиологии и биохимии / ред. Д. Г. Звягинцева. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 304 с.
3. Назаренко І. І. Ґрунтознавство / І. І. Назаренко, С. М. Польчина, В. А. Нікорич. – Чернівці: Книги-XXI, 2004. – 400 с.
4. Полупан М. І. Класифікація ґрунтів України / М. І. Полупан, В. Б. Соловей, В. А. Величко. – К.: Аграрна наука, 2005. – 300 с.
5. Практикум по агрохимии / ред. В. Г. Минеева. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 689 с.
6. Приседський Ю. Г. Статистична обробка результатів біологічних експериментів: навчальний посібник / Ю. Г. Приседський. – Донецьк: Касіопія, 1999. – 210 с.
7. Сыщиков Д. В. Особенности процессов микробиологической мобилизации соединений азота и углерода в эдафотопях техногенно нарушенных земель / Д. В. Сыщиков, И. В. Агурова, О. В. Сыщикова // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2018. – № 1-2. – С. 107–116.

ПЫЛЬЦА ВИДОВ-РЕВИТАЛЕНТОВ ДОНБАССА

Фесенко О.О.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР

kf.botan@donnu.ru

Пыльцевые зёрна, имеющие значение для фитодиагностики промышленной среды [1–3], характеризуются рядом структурных особенностей проявления аномалий [4, 5]. В системном процессе экологического мониторинга на государственном уровне [6] палинологические исследования играют важную роль [2, 7–10] и требуют продолжения уже начатой работы по современной палинографии фитоиндикаторов Донбасса [2, 11]. На основании ранее проводимых исследований [1, 4, 8, 10] определена важность изучения мужского гаметофита в экологическом мониторинге Северного Приазовья.

Цель работы – проанализировать спектральное разделение фракций палиноматериала, собранного с растений, которые характеризуются осенней ревитализацией в условиях Донбасса.

Для достижения цели были сформулированы следующие задачи:

1) дать описательную характеристику каждому их вариантов аномалий в спектре структурно-функциональной организации пыльцевого материала (см. табл. 1) для видов, выбранных в обозначенном фитомониторинговом эксперименте (поэтому материал был собран как в природных экотопах с минимальной антропогенной нагрузкой, так и в техногенно трансформированных участках);

2) установить показатель степени дефектности пыльцы (см. табл. 2) в пробных площадях как индикатор благоприятной среды для развития растительных организмов.

Уникальность работы с пыльцевым материалом заключается в получении возможных ежедневно меняющихся данных в параметрах среды – при кризисном экологическом мониторинге, например, в отслеживании залповых несанкционированных выбросов предприятий или иных резких воздействий на природные системы, в том числе, – в результате открытого военного конфликта на территории Донбасса. Морфология и функциональный статус пыльцевого зерна, хотя и имеют генетическую обусловленность и таксономическую специфичность, могут ежедневно подвергаться вмешательствам факторов извне, что выводит палинологический аспект мониторинга в категорию экспресс-скрининга кризисных и критических ситуаций состояния биологических систем. Механизм чувствительности и информативности пыльцевых зёрен дикорастущих видов с широкой экологической амплитудой требует

обязательного детального изучения и дальнейшего использования в прикладной экологии региона.

По численным данным (табл. 1) наибольший уровень тератогенеза пыльцы зафиксирован *Amaranthus retroflexus* L. и *Centaurea diffusa* Lam., наиболее часто встречающиеся аномалии, важные для диагностических мероприятий: трансформация стереометрии, призматичность, линзовидность, атипичность апертур и изменение формы в рамках стереометрических характеристик.

Таблица 1

Особенности пыльцевых зерен по тератообразованию

Вид	Тенденции тератообразования пыльцы	%
<i>Hieracium robustum</i> Fr.	трансформация стереометрии	11
<i>Echium vulgare</i> L.	изменение формы, линзовидность	21
<i>Taraxacum officinale</i> (L.) Webb ex Wigg.	атипичность апертур, изменение формы	18
<i>Atriplex patula</i> L.	атипичность апертур	26
<i>Centaurea diffusa</i> Lam.	призматичность, линзовидность	29
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	оптическая неоднородность	9
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	дефектность экзины, изменение формы	22
<i>Cyclachaena xanthiifolia</i> (Nutt.) Fresen.	асимметрия в продольной оси, атипичность апертур	15
<i>Diptotaxis muralis</i> (L.) DC.	линзовидность, изменение формы	27
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	трансформация стереометрии	30

Таким образом, в общих тенденциях трансформации палиноматериала выделяются некоторые сопряжённые группы тератообразования, которые связаны со структурно-функциональным адаптациогенезом в ответ на стрессовые условия урбанизированной и промышленной среды.

Таблица 2

Качественное состояние пыльцевых зерен ревиталентов

Вид	Степень дефектности пыльцы, %		
	контроль	селитебная территория	промышленная площадка
<i>Achillea nobilis</i> L.	2,0	5,1	16,2
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	3,3	6,8	8,0
<i>Artemisia absinthium</i> L.	1,6	7,3	5,5
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	2,0	6,2	22,7
<i>Centaurea diffusa</i> Lam.	2,9	5,6	24,1
<i>Cirsium arvense</i> (L) Scop.	1,5	4,7	20,6
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	3,2	6,8	5,3
<i>Hieracium robustum</i> Fr.	2,7	5,4	8,4
<i>Matricaria recutita</i> L.	4,5	8,0	18,9

Установлено, что качественный спектр состояния пыльцевых зёрен цветущих вторично вегетирующих видов в осенний период (см. табл. 2)

экологически обусловлен и имеет перспективы для расширения фитоиндикационной информации в Донбассе. В проекте: структурный детальный анализ палиноматериала.

Наибольшее значение показателя дефектности пыльцевых зерен выявлено у видов растений (*Cirsium arvense* (L) Scop., *Artemisia vulgaris* L., *Centaurea diffusa* Lam., *Matricaria recutita* L., *Achillea nobilis* L.) в зонах импактного промышленного воздействия.

Таким образом, полученные данные дополняют существующую базу фитоиндикационного мониторинга в Донбассе, позволяют проводить исследования в октябре-ноябре текущего года, расширяя возможности непрерывного наблюдения, требуют дальнейшего анализа и формирования атласа наглядных тератологических образцов для популяризации методических подходов в квантификации состояния природных и природно-техногенных локальных экосистем.

Список литературы

1. Сафонов А. И. Палинологический скрининг в мониторинговой программе Центрального Донбасса / А. И. Сафонов, Н. С. Мирненко // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2019. – № 3-4. – С. 43–48.
2. Сафонов А. И. Диагностика воздуха в г. Донецке по спектру скульптур поверхности пыльцы сорно-рудеральных видов растений / А. И. Сафонов, Н. С. Захаренкова // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2016. – № 1-2. – С. 18–24.
3. Дзюба О. Ф. Тератоморфные пыльцевые зерна в современных и палиопалинологических спектрах и некоторые проблемы палиностратиграфии / О. Ф. Дзюба // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2007. – № 2. – С. 5–22.
4. Сафонов А. И. Фитоиндикационная экспертиза в экологическом мониторинге Донбасса / А. И. Сафонов // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: Матер. XVII Всероссийской научн.-практич. конф. с междунар. участием (Киров, 05 декабря 2019 г.). – Киров: ВятГУ. – 2019. – С. 10–12.
5. Сафонов А. И. Тератогенез растений-индикаторов промышленного Донбасса / А. И. Сафонов // Разнообразии растительного мира. – 2019. – № 1 (1). – С. 4–16.
6. Bespalova S. V. Conceptual approaches to standardization in system of environmental biomonitoring / S. V. Bespalova, O. S. Goretsky, A. I. Safonov // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2013. – № 1. – С. 8–15.
7. Мирненко Н. С. Спорово-пыльцевой метод в Донбассе на основе научных рекомендаций ученых России / Н. С. Мирненко, А. И. Сафонов // Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса: матер. Междунар. науч. конф. студ. и молодых ученых (Донецк, 17–20 октября 2017 г.). – Т. 2. Хим.-биол. науки. Донецк: ДонНУ, 2017. – С. 97–99.
8. Мирненко Н. С. Качество пыльцы *Diplotaxis muralis* (L.) DC. в условиях пгт. Новый свет Старобешевского района / Н. С. Мирненко // Вестник Донецкого национального университета. Сер. А: Естественные науки. – 2018. – № 3-4. – С. 157–162.
9. Сафонов А. И. Перспективные фитоиндикаторы Донбасса для биотестирования / А. И. Сафонов // Экология родного края: проблемы и пути их решения: Матер.

- XV Всероссийской с междунар. участием научн.-практич. конф. (Киров, 18 мая 2020 г.). Т. Книга 1. Киров: ВятГУ, 2020. С. 161–163.
10. Сафонов А. И. Индикаторная роль растений в системе управления городом в промышленном регионе / А. И. Сафонов // Экологическая ситуация в Донбассе. – М.: Изд-во МНЭПУ, – 2016. – Т. 1. – С. 288–293.
11. Бойко Н. В. Палинографические результаты для некоторых фитоиндикаторов Донбасса / Н. В. Бойко, О. О. Фесенко, А. С. Медяник // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». – Донецк: ДонНУ, 2020. – Вып. 12, Т.1: Естественные науки. – С. 27–30.

УДК 615.322

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ФИТОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СЕМЯН И ОКОЛОПЛОДНИКА ОРЕХА ЧЕРНОГО

Шакирова Т.Ю., Виноградова Н.А., Попович В.П., канд. фарм. наук
ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького»,
г. Донецк, ДНР
Arina0@meta.ua

Актуален интерес к растениям как источникам биологически активных веществ. Причины этого связаны с их низкой токсичностью (в случае рационального применения), меньшей вероятностью побочных эффектов большой биодоступностью и широким спектром фармакологического действия [3]. Большое количество видов растений издавна используется в народной медицине, однако для оценки целесообразности их использования в официальной медицине необходимо полное исследование их химического состава.

Одним из перспективных для исследования растений является орех черный (*Juglans nigra* L.) семейства Ореховые (Juglandaceae). Поскольку исторической родиной ореха черного является Северная Америка, его второе неофициальное название американский орех. Благодаря своей морозостойкости культивируется во многих регионах мира, в частности Европе, Закавказье, Средней Азии, часто встречается и на Донбассе. На своей исторической родине это растение индейцы издавна считали чудодейственным эликсиром жизни, применяли его для лечения множества болезней и даже использовали его при укусах ядовитых змей. В XIX веке чёрным орехом знахари лечили рахит у детей и использовали наружно для удаления парши, коросты и бородавок. В официальной медицине орех черный нашел ограниченное применение (чаще в виде источника юглона) [4]. В народной медицине его используют гораздо чаще. Исследования химического состава различных частей растений этого вида достаточно фрагментарны [2, 4]. Поэтому актуально изучение

содержания различных групп биологически активных веществ ореха черного, что позволит расширить его использование в официальной медицине.

Объектами исследования были околоплодники и семена ореха черного, заготовленные в 2019 году в период полного созревания в Донецком ботаническом саду. Околоплодники отделяли от сердцевинки, далее сырье сушили в закрытом помещении при комнатной температуре. Анализ содержания различных групп биологически активных веществ проводили фармакопейными методами [1]. Исследования проводили на воздушно-сухом сырье с учетом влажности. Для определения содержания аскорбиновой кислоты и дубильных веществ использовали титриметрические методы. Количество оксикоричных кислот определяли спектрофотометрическим методом. Все эксперименты проводили на кафедре управления, экономики фармации, фармакогнозии и фармацевтической технологии ДонНМУ им. М. Горького.

В результате качественного анализа в околоплодниках и семенах ореха черного было обнаружено наличие таких флавоноидов как флавонолы, флаваноны, флаванололы, антоцианы, а также гидролизуемые дубильные вещества. Результаты количественного определения сравнивали с содержанием этих биологически активных веществ в фармакопейных растениях, используемых фармации как их источники [1].

Экспериментально было выявлено, что содержание оксикоричных кислот в околоплодниках ореха черного более, чем в 6 раз превышает их содержания в семенах этих растений (2,05 % и 0,3 % соответственно, в пересчете на хлорогеновую кислоту). Можно отметить, что концентрация этих веществ в околоплодниках достаточно высока и превышает их содержание в фармакопейном источнике: листьях крапивы двудомной. (не менее 0,3 %). Высокой является и концентрация гидролизуемых дубильных веществ в околоплоднике ореха черного (7,07 % в пересчете на танин), сравнивая с их содержанием в коре дуба черешчатого. Уровень этих метаболитов в семенах ореха черного не столь высок (3,8 %). При этом концентрация аскорбиновой кислоты в семенах превышает таковую в околоплоднике (0,54 % и 0,48 % соответственно), для сравнения в плодах шиповника, используемых в фармации, должно содержаться не менее 0,2 % аскорбиновой кислоты.

Полученные результаты позволяют рассматривать околоплодник ореха черного как перспективный источник дубильных веществ и оксикоричных кислот, благодаря чему можно прогнозировать вяжущее, противовоспалительное и бактерицидное действие лекарственных препаратов на основе это сырья. Семена ореха черного можно рассматривать в качестве источника витамина С. Необходимое дальнейшее изучение химического состава ореха черного.

Список литературы

1. Государственная Фармакопея Российской Федерации XIII, Т. II. Общие методы анализа. – М.: ФЭМБ, 2015. – 1292 с.
2. Дайронас Ж. В. Инновационные технологии в производстве фитопрепаратов ореха черного / Ж. В. Дайронас, И. Н. Зилфикаров, А. В. Корочинский // Разработка и регистрация лекарственных средств. – 2014. – № 3 (8). – С. 62–66.
3. Петров Е. В. Теоретические предпосылки разработки рецептур многокомпонентных фитопрепаратов на основе опыта традиционной медицины / Е. В. Петров, Т. А. Асеева, Г. В. Чехирова // Бюллетень восточно-сибирского научного центра СО РАМН. – 2009. – № 3. – С. 222–224.
4. Швиденко А. И. Культура ореха черного / А. И. Швиденко. – Львов, 2000. – 93 с.

УДК 581.331.2

ФЕРТИЛЬНОСТЬ И ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ ПЫЛЬЦЫ *CLEMATIS INTEGRIFOLIA* L. И *CLEMATIS RECTA* L. В ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Ярыгина М.П., Пруцкова Е.А., Коробкова А.А.

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»,
г. Тамбов, РФ

yarygina.marina@yandex.ru

Антропогенное воздействие на растительный покров приводит к функциональным нарушениям генеративных процессов.

В зарослях кустарников, на лесных опушках, лугах Тамбовской области встречаются дикорастущие клематисы *Clematis integrifolia* L. и *Clematis recta* L. [1, 2] В настоящее время эти виды содержатся в «Перечне (списке) объектов растительного мира, занесенных в Красную книгу Тамбовской области», статус – I категория (виды, находящиеся под угрозой исчезновения) [5] *C. integrifolia* и *C. recta* – лекарственные растения, используются в народной медицине [4].

Для понимания причины сокращения численности видов *C. integrifolia* и *C. recta* нами была проведена работа по определению жизнеспособности и фертильности пыльцы, которая играет важную роль в размножении и распространение данных видов.

При изучении качества пыльцы использовали свежую пыльцу (срок хранения не более 10 суток), собранную в начале раскрытия бутонов. При изучении опыления и оплодотворения учитывали фертильность и жизнеспособность пыльцы. Фертильность пыльцы – способность к оплодотворению, жизнеспособность – вероятность к прорастанию и росту [3]. При анализе фертильности пыльцы использовали ацетокарминовый метод. Из бутона цветка с помощью иглы вычленили отдельные пыльники

с пылью и помещали их в каплю ацетокармина на предметное стекло [3]. Затем осторожно подогревали препарат на предметном стекле на спиртовке, не доводя до кипения, добавляли свежую каплю ацетокармина и накрывали покровным стеклом. На препарате рассматривали наличие стерильной пыли по отсутствию окраски, дегенерации ядра и цитоплазмы. Если остальные зерна более или менее морфологически однородны, то их считали способными к оплодотворению; такие зерна окрашиваются в карминово-красный цвет. Для приготовления питательной среды получали раствор в пропорциях: 15 г сахарозы, 0,8 агар-агара и 100 мл дистиллированной воды, приблизительно 0,003 г. борной кислоты. Все компоненты смешивали и нагревали в термостойкой колбе, не доводя до кипения. Наносили питательную среду на предметное стекло и помещали в чашку Петри с влажной салфеткой в термостат на 2–3 суток; рассматривали микропрепарат под микроскопом. Иногда для лучшего изучения проросших трубок приостанавливали их рост. Для этого в чашку Петри на фильтровальную бумагу наносили каплю хлороформа и закрывали чашку Петри крышкой [3].

Пыльца *C. integrifolia* и *C. recta* имеет слезообразную поверхность, которая способствует хорошему прикреплению к поверхности тела насекомых.

Пыльца *C. integrifolia* имеет округлую форму (сфероидальная), трехбороздная, без различных выростов и впадин. Было получено, что у фертильных пыльцевых зерен растений достаточно сильно развита зернистая цитоплазма. При окрашивании ацетокармином спермии имел густой карминово-красный цвет. Стерильные зерна практически не окрашиваются или окрашиваются неравномерно; их содержимое часто отходит от оболочки и находится на разных этапах деструкции.

Зрелую пыльцу просматривали с помощью микроскопа Микмед-5, при увлечении 400; объем выборки – в тридцати полях зрения.

Установлено, что растения *C. integrifolia* имели морфологически сформированную, хорошо окрашивающуюся красителями пыльцу. Фертильных пыльцевых зерен было 92,9 %, 7,1 % – стерильной пыли. Вся пыльца условно была разделена на три фракции по размерам: 4 % – крупные пыльцевые зерна, 94 % – пыльца среднего размера и 2 % составляет мелкая пыльца. Условно подразумевается, что наибольшей фертильностью характеризуется пыльца среднего размера. Следует отметить, что у *C. integrifolia* мы не наблюдали пыльцевых зерен с измененной формой (углубления, выемки, удлинение формы и т.п.).

Пыльца *C. recta* имеет сферическую, с небольшими неровностями на поверхности пыльцу. Особи *C. recta*, как и *C. integrifolia*, имеют морфологически сформированную, хорошо окрашивающуюся красителями пыльцу – 78,2 %. Распределение на фракции по размерам пыли: 26,5 % – крупные пыльцевые зерна, 54,3 % – пыльца среднего размера, 19,2 % –

мелкая пыльца. У *C. recta* наблюдали значительное колебание в размерах пыльцы.

Определение жизнеспособности пыльцы *C. integrifolia* и *C. recta* проводили при помощи проращивания на питательной среде во влажной камере. Пыльца изученных видов по-разному прорастает на искусственной питательной среде. При прорастании пыльцы могут образовываться длинные, короткие и среднего размера пыльцевые трубки.

Результаты показали, что жизнеспособность пыльцы *C. integrifolia* очень низкая – 11,5 %. Жизнеспособность пыльцы *C. recta* также низкая – 24,7 %.

Следует отметить, что на низкий процент жизнеспособности пыльцы могли повлиять качество и концентрация питательной среды, поэтому для точного результата необходимо многократное проведение опыта на разных питательных средах в течение нескольких сезонов. Также нужно учитывать, что на качество пыльцы большое влияние оказывают природно-климатические локальные условия и антропогенные факторы.

Таким образом, по показателям качества мужского гаметофита *C. integrifolia* и *C. recta* установлена их низкая репродуктивная стратегия.

Список литературы

1. Дудник Н. И. Ландшафтоведение / Н. И. Дудник. – Тамбов: ТГУ, 2000. – 172 с.
2. Дудник Н.И. Природные ресурсы и ландшафты Тамбовской области / Н. И. Дудник – Тамбов. – 1980. – 144 с.
3. Романова Н. П. Методические рекомендации по применению цитологических методов в плодоводстве / Н. П. Романова, Г. П. Шелаботин, В. Г. Леонченко и др. – М., 1988. – 52 с.
4. Пузырский И. Н. Лекарственные растения / И. Н. Пузырский, В. Н. Прохоров. – Минск. – 2003. – 656 с.
5. Красная книга Тамбовской области: Растения, лишайники, грибы / Комитет природных ресурсов по Тамб. обл. – Тамбов: ИЦ «Тамбовполиграфиздат», 2002. – 347 с.

УДК 595.794 (477)

РОЮЩИЕ ОСЫ (HYMENOPTERA: APOIDEA: SPHECIFORMES) Г. ДОНЕЦКА И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ

Амолин А.В.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
a.amolin@mail.ru

Роющие осы Донбасса (Донецкой возвышенности и прилегающих территорий) изучены крайне неравномерно и очень фрагментарно. Достаточно полные сведения по фауне и экологии этой группы ос имеются в работе А.В. Шкуратова [1], исследовавшего территорию Ростовской области РФ, а также в работе В.А. Горобчишина, изучавшего прилегающую к Донбассу территорию Северного Приазовья (коса Обиточная) [2]. Кроме того, в работе К.И. Шоренко и С.В. Коновалова приводятся находки целого ряда видов роющих ос с территории Донбасса [3]. В тоже время эта группа ос заслуживает всестороннего изучения, так как выполняет важную функцию регуляции численности многих насекомых и включает целый ряд видов – важнейших энтомофагов, активно истребляющих многих вредителей сельского и лесного хозяйства [4].

В период с 1999 по 2020 гг. в рамках изучения фауны и экологии жалящих перепончатокрылых Донбасса, нами проведено изучение фауны, ландшафтно-биотопического распределения, стаций гнездования, трофических связей отдельных видов роющих ос некоторых районов Центрального Донбасса и, в частности, г. Донецка и его ближайших окрестностей. Собранный материал был определен А.В. Шкуратовым (большая часть материала), А.В. Антроповым и В.А. Горобчишиным. Часть полученных данных была опубликована автором ранее [5–9].

Основной целью данного сообщения было представить систематический список видов роющих ос г. Донецка и его окрестностей. Ниже приводим список выявленных видов с учетом литературных данных.

Систематический список роющих ос г. Донецка и его окрестностей

1. Семейство Sphecidae
 1. Подсемейство Ammophilinae
 1. *Ammophila heideni* Dahlbom, 1809
 2. *Ammophila sabulosa* (Linnaeus, 1758)
 3. *Podalonia affinis* (W. Kirby, 1798) [3]

2. Подсемейство Sceliphrinae
4. *Sceliphron curvatum* (F. Smith, 1870) [5, 6]
5. *Sceliphron destillatorium* (Illiger, 1807) [6, 8]
3. Подсемейство Sphecinae
1. Триба Prionychini
6. *Prionyx subfuscatus* (Dahlbom, 1845)
2. Триба Sphecini
7. *Isodontia mexicana* (de Saussure, 1867) [9]
8. *Sphex funerarius* Gussakovskij, 1934 [8]
2. Семейство Crabronidae
4. Подсемейство Astatinae
9. *Astata minor* Kohl, 1885
5. Подсемейство Bembicinae
3. Триба Alyssontini
10. *Alysson ratzeburgi* Dahlbom, 1843 [3]
11. *Didineis lunicornis* (Fabricius, 1798)
4. Триба Nyssonini
12. *Brachystegus scalaris* (Illiger, 1807)
13. *Nysson spinosus* (J. Forster, 1771)
14. *Nysson trimaculatus* (Rossi, 1790)
5. Триба Bembicini
15. *Argogorytes fargeii* (Shuckard, 1837)
16. *Bembecinus tridens* (Fabricius, 1781)
17. *Bembix oculata* Panzer, 1801
18. *Bembix rostrata* (Linnaeus, 1758)
19. *Gorytes procrustes* Handlirsch, 1888
20. *Gorytes quadrifasciatus* (Fabricius, 1804) [1, 5]
21. *Gorytes quinquecinctus* (Fabricius, 1793) [1]
22. *Stizoides tridentatus* (Fabricius, 1775)
23. *Stizoides crassicornis* (Fabricius, 1787) [1]
6. Подсемейство Crabroninae
6. Триба Crabronini
24. *Crossocerus leucostoma* (Linnaeus, 1758) [3]
25. *Ectemnius (Clytochrysus) cavifrons* (Thomson, 1870)
26. *Ectemnius (Clytochrysus) lapidarius* (Panzer, 1804) [3]
27. *Ectemnius (Hypocrabro) continuus* (Fabricius, 1804) [1, 3]
28. *Ectemnius (Hypocrabro) rubicola* (Dufour et Perris, 1840) [3]
29. *Ectemnius (Metacrabro) fossorius* (Linnaeus, 1758)
30. *Ectemnius (Thyreocerus) crassicornis* (Spinola, 1808) [1]
31. *Entomognathus brevis* (Vander Linden, 1829) [3]
32. *Lestica alata* (Panzer, 1797)
33. *Lestica clypeata* (Schreber, 1759) [8]
34. *Lindenius mesopleuralis* (F. Morawitz, 1890)

35. *Lindenius pygmaeus armatus* (Van der Linden, 1829) [3]
 36. *Rhopalum (Corynopus) coarctatum* (Scopoli, 1763)
 37. *Rhopalum (Corynopus) gracile* Wesmael, 1852 [3]
 7. Триба Larrini
38. *Tachysphex incertus* (Radoszkowski, 1877)
 39. *Tachytes etruscus* (Rossi, 1790)
 40. *Tachytes panzeri* (Dufour, 1841)
 8. Триба Miscophini
41. *Nitela (Nitela) borealis* Valkeila, 1974
 42. *Solierella pisonoides* (S. Saunders, 1873)
 9. Триба Oxybelini
43. *Oxybelus mucronatus* (Fabricius, 1793) [1, 3]
 44. *Oxybelus quatuordecimnotatus* Jurine, 1807 [3]
 10. Триба Palarini
45. *Palarus variegatus* (Fabricius, 1781) [8]
 11. Триба Trypoxylini
46. *Pison atrum* (Spinola, 1808) [5]
 47. *Trypoxylon (Trypoxylon) kolazyi* Kohl, 1893 [5]
 48. *Trypoxylon (Trypoxylon) minus* de Beaumont, 1945
 49. *Trypoxylon (Trypoxylon) scutatum* Chevrier, 1867 [5]
 7. Подсемейство Pemphredoninae
 12. Триба Pemphredonini
50. *Diodontus luperus* Shuckard, 1837 [3]
 51. *Passaloecus corniger* Shuckard, 1837 [5]
 52. *Passaloecus singularis* Dahlbom, 1844
 53. *Pemphredon lethifer* (Shuckard, 1837) [3, 5]
 54. *Pemphredon rugifer* (Dahlbom, 1845) [1, 3]
 55. *Spilomena troglodytes* (Vander Linden, 1829)
 13. Триба Psenini
56. *Mimumesa beaumonti* (Van Lith, 1949)
 57. *Psenulus pallipes* (Panzer, 1798)
 8. Подсемейство Philanthinae
 14. Триба Cercerini
58. *Cerceris arenaria* (Linnaeus, 1758) [8]
 59. *Cerceris media* Klug, 1835 [1]
 60. *Cerceris quadricincta* (Panzer, 1799) [3, 5]
 61. *Cerceris quadrifasciata* (Panzer, 1799)
 62. *Cerceris rubida* (Jurine, 1807)
 63. *Cerceris ruficornis* (Fabricius, 1793) [1, 3]
 64. *Cerceris sabulosa* (Panzer, 1799) [5, 8]
 65. *Cerceris tuberculata* (Villers, 1798)
 66. *Philanthus coronatus* (Thunberg, 1784)
 67. *Philanthus triangulum* (Fabricius, 1775) [5, 8]

На территории г. Донецка и его ближайших окрестностей отмечено не менее 67 видов роющих ос, относящихся к 36 родам, 8 подсемействам и двум семействам. По нашим оценкам здесь может обитать в три раза больше видов роющих ос.

Список литературы

1. Шкуратов А. В. Роющие осы (Hymenoptera: Sphecidae) Ростовской области и прилегающих территорий / А. В. Шкуратов // Известия Харьковского энтомологического общества. – 2003 (2004). – Т. XI, вып. 1–2. – С. 70–85.
2. Горобчишин В. А. Риючі оси (Hymenoptera, Sphecidae) заказника «Обиточна коса» // Сучасні проблеми зоологічної науки / В. А. Горобчишин // «Наукові читання, присвячені 170-річчю заснування кафедри зоології та 100-річчю з дня народження професора О. Б. Кістяківського»: Матер. Всеукр. наук. конф. (Київ–Канів, 16–18 вересня 2004 р.). – К. : КНУ, 2004. – С. 33–34.
3. Шоренко К. И. Новые данные о роющих осах (Hymenoptera: Ampulicidae, Sphecidae, Crabronidae) фауны Украины / К. И., Шоренко, С. В. Коновалов // Українська ентомофауністика. – 2010. – № 1 (2). – С. 9–32.
4. Колесников В. А. Роющие осы (Hymenoptera, Sphecidae) Брянской области и их значение как энтомофагов / В. А. Колесников // Энтомологическое обозрение. – 1977. – Т. LVI, вып. 2. – С. 315–325.
5. Амолин А. В. К изучению ос-энтомофагов (Hymenoptera: Scolioidea, Vespoidea, Sphecoidea) приусадебных участков г. Донецка / А. В. Амолин // Український ентомологический журнал. – 2012. – № 1 (4). – С. 26–35.
6. Амолин А. В. К изучению стадий гнездования ос рода *Sceliphron* Klug (Hymenoptera, Sphecidae) в г. Донецке и его окрестностях / А. В. Амолин // Донецкие чтения 2016. Образование, наука и вызовы современности : Матер. I Междунар. науч. конф. (Донецк, 16–18 мая 2016 г.). – Ростов-на-Дону : Изд-во Южного фед. ун-та, 2016. – Т. 1. – С. 295–297.
7. Амолин А. В. Находки некоторых редких видов ос (Hymenoptera: Bethylinidae, Sapygidae, Scoliidae, Tiphiidae, Mutillidae, Pompilidae, Vespidae, Sphecidae, Crabronidae) на территории Донецкой и Луганской областей / А. В. Амолин // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2016. – № 1–2. – С. 25–33.
8. Амолин А. В. Изучение насекомых-опылителей ароматических растений интродуцированных в Донецком ботаническом саду / А. В. Амолин, О. К. Кустова // Промышленная ботаника. – 2017. – Вып. 17. – С. 78–88.
9. Амолин А. В. *Isodontia mexicana* (de Saussure, 1867) (Hymenoptera: Sphecidae) – новый инвазивный вид роющих ос в фауне Донбасса / А. В. Амолин, В. В. Мартынов, Т. В. Никулина // Евразийский энтомологический журнал. – 2018. – Вып. 17 (5). – С. 337–339.

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА И ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИИ МОШЕК (DIPTERA, SIMULIIDAE) ГОРОДА ДОНЕЦКА

Рева М.В., канд. биол. наук, доц.,

Бакланова А.Э., Щелкова Е.В.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР

mvreva@mail.ru

Кровососущие мошки (Diptera, Simuliidae) являются важным компонентом естественных экосистем. Они имеют важное медико-ветеринарное значение, поскольку являются специфическими и механическими переносчиками различных заболеваний человека и животных: онхоцеркоза, анаплазмоза, лихорадок. Слюна их токсична. При массовом нападении мошек происходит интоксикация организма и возможно развитие симулиидотоксикоза [1, 2].

Интерес к изучению кровососущих мошек г. Донецка обусловлен особенностями гидрологических и климатических условий региона.

Цель работы – изучение сезонной динамики активности, а также экологических особенностей мошек в условиях г. Донецка.

В задачи исследований входило: наблюдения за поведением мошек в природе, сбор мошек, камеральная обработка материала и изучение литературных источников.

Материалом для выполнения исследований были собственные наблюдения и сборы мошек в природе, коллекции кафедры зоологии и экологии ДонНУ, а также литературные данные.

При выполнении работ использовались общепринятые методики.

Кровососущие мошки являются дневными кровососами – ночью практически не нападают. Суточный ритм активности имаго зависит от силы ветра и температуры. Ветер силой 0,2–0,3 м/с угнетает лет мошек, а при скорости ветра 1 м/с нападение мошек и вовсе прекращается. Также на активность мошек влияет степень освещения – при прямых солнечных лучах она снижается, по сравнению с проявлением в тени.

На протяжении дня наблюдается два пика кровососущей активности мошек – утренний и вечерний.

При неблагоприятных условиях мошки укрываются в травостое и прибрежной растительности.

Местами выклада мошек являются проточные водоемы с большой скоростью течения воды. Эти насекомые являются реофилами, так как нуждаются в повышенном снабжении кислородом. Для откладки яиц самки выбирают крупные реки и ручьи со скоростью течения 0,8–1,5 м/с, песчано-илистое дно и отдают предпочтение местам, заросшим водной растительностью. Они откладывают яйца в один или несколько слоев [3].

Фауна водотоков г. Донецка представлена, чаще всего представителями таких родов, как *Simulium*, *Boophtora*, *Odagmia*, *Argentisimulium*, *Wilhelmia*. В малых реках видовой состав значительно богаче. Массовыми видами являются: *W. equina*, *W. salopiensis*, *W. balcanica*, *S. aureum*, *B. erythrocephala*.

Личинки и куколки в водоемах находятся, в основном, на водной растительности, но часть их развивается на камнях и различных предметах, попавших в воду. Распределение личинок и куколок зависит от климатических факторов, наличия субстрата, степени загрязнения, а также наличия хищников и паразитов. При неблагоприятных условиях личинки осуществляют миграции с помощью паутиных нитей. При этом они могут перемещаться на значительные расстояния.

Зимовка симулиид происходит на стадии яйца или личинки. Вылет мошек в разные годы происходит по-разному. При теплой ранней весне и жарком лете происходит весенний вылет мошек в марте – апреле. В годы с холодной весной и прохладным летом вылет мошек отмечается с конца мая до августа – сентября. При этом может смениться несколько поколений.

Ранний вылет мошек наблюдается у видов, которые зимуют на стадии личинки (*B. erythrocephala*, *W. equina*, *W. pseudequina*), вылет их происходит в конце марта – начале апреля.

В начале мая происходит вылет видов, зимующих на стадии яйца (*E. securiforme*, *E. aureum*).

На сроки вылета большое влияние оказывает температура воды [4].

Таким образом, процесс формирования фауны симулиид при определенных условиях имеет свои характерные особенности. Состав и соотношение численности видов может изменяться в зависимости от местоположения искусственных и естественных водоемов, от условий среды обитания (температуры, химического состава и степени загрязненности воды и почвы) и других факторов.

Список литературы

1. Рубцов И. А. Фауна СССР. Двукрылые : Мошки (сем. Simuliidae) / И. А. Рубцов. – М., Л.: Изд-во АН СССР, 1956. – Т. 6, вып. 6. – 859 с.
2. Усова З. В. Фауна мошек Карелии и Мурманской области / З. В. Усова. – М., Л.: Изд-во АН СССР, 1961. – 267 с.
3. Усова З. В. Эколого-фаунистический обзор мошек Украины / З. В. Усова // Проблемы паразитологии. – К., 1975. – С. 221–223.
4. Бакланова А. Э. Фауна и биология мошек (Diptera, Simuliidae) Приазовья / А. Э. Бакланова, Е. В. Щелкова, М. В. Рева // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов: сб. матер. XIV Междунар. конф. аспирантов и студентов. – Донецк : ГОУ ВПО «ДОННТУ», 2020. – С.173–174.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ ВОДНОЙ СРЕДЫ В ВОДОЕМАХ ПИЧАЕВСКОГО РАЙОНА ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ ПО УРОВНЮ ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ АСИММЕТРИИ У СЕРЕБРЯНОГО КАРАСЯ (*CARASSIUS GIBELIO*)

Киселева Т.Н., Рыбакова Н.С.

ФГБОУВО «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»,
г. Тамбов, РФ

tanyushka.kiseleva.95@mail.ru, natalya.vyazmikina@yandex.ru

Проблема загрязнения водной среды – одна из главных проблем современного мира [1–2]. Ученые все большее внимание уделяют разработкам новых методов по изучению степени загрязненности водных объектов. Одним из лучших таких объектов является использование в качестве биоиндикаторов рыб. Их плюсы таковы: рыбы одними из первых реагируют на малейшие изменения в водной среде, а также являются доступным объектом для изучения, поскольку не требуют лишних затрат времени. Одной из острых проблем для Тамбовской области является загрязнение природных водотоков. Для данной территории этот вопрос недостаточно изучен. До настоящего времени данные о состоянии природных популяций серебряного карася *Carassius gibelio* по показателям флуктуирующей асимметрии, а также оценка состояния окружающей водной среды для обследованных нами участков Пичаевского района Тамбовской области отсутствовали.

Таким образом, работа, посвященная изучению и оценке качества водной среды на территории Пичаевского района, является актуальной как в теоретическом, так и в практическом плане.

Цель – изучение и оценка качества водной среды на территории Пичаевского района Тамбовской области по показателям нарушения меристических признаков развития рыб на примере серебряного карася *C. gibelio*.

Задачи: 1) проанализировать текущее состояние водотоков, находящихся на территории Пичаевского района; 2) изучить стабильность развития серебряного карася в природных условиях по уровню флуктуирующей асимметрии; 3) дать оценку и сравнительную характеристику состояния окружающей водной среды в водотоках Пичаевского района.

В исследовании были использованы общепринятые методы оценки стабильности развития по морфологическим признакам, оценки флуктуирующей асимметрии по показателям частоты асимметричного проявления на признак (ЧАПП), методы биологической статистики

(программа STATISTICA 6.0.) [3]. Сбор материала проводили в период с сентября по ноябрь 2019 г. в Пичаевском районе Тамбовской области. Выборки производили в трех местах (каждая выборка состоит из 20 особей): 1) пруд Типец в окр. с. Пичаево; 2) пруд Первомайский в окр. п. Вернадовка; 3) пруд Моховой в окр. с. Бадин Угол.

Анализируя данные, наблюдаем, что во всех трех выборках чаще всего встречались асимметричные особи по двум и трем признакам. В первой выборке карасей это – число чешуй в боковой линии, число жаберных тычинок на первой жаберной дуге. Во второй – число лучей в грудных плавниках, число чешуй в боковой линии, число жаберных тычинок на первой жаберной дуге. Для третьей выборки это были признаки – число лучей в грудных плавниках, число чешуй в боковой линии, число жаберных тычинок на первой жаберной дуге. К наиболее изменчивым признакам можно отнести число жаберных тычинок на 1-й жаберной дуге – этот признак асимметричен во всех трех выборках, и, следовательно, вносит большой вклад в значения показателей флуктуирующей асимметрии. Наибольшее количество асимметричных особей (все 100 %) отмечено для карасей пруда Моховой в окр. с. Бадин Угол. Высокий процент показателей флуктуирующей асимметрии свидетельствует о различных условиях протекания онтогенеза особей, что позволяет сделать вывод о достаточно высоком давлении антропогенной нагрузки на водный объект.

В ходе исследования нами было замечено, что значение средней частоты асимметричного проявления на признак уменьшается с увеличением числа симметричных признаков. Этот факт говорит о тщательном подборе применяемых для оценки ФА признаков, и, собственно, использовании только тех признаков, для которых фактически известно наличие склонности к асимметричности. В биотопе пруд Моховой симметричных особей не было отмечено.

На основании полученных данных необходимо установить причину сходства и различий показателя ЧАПП во всех трех выборках. В ходе исследования была четко видна разница между показателями асимметрии. По мнению В.М. Захарова [4], «согласованного изменения величины асимметрии различных признаков можно ожидать лишь вследствие существенных различий в уровне стабильности развития между исследуемыми объектами. Уровень стабильности развития зависит от определенных воздействий среды». Исходя из этого, можно говорить о том, что условия обитания карася серебряного в пруду Типец в окр. с. Пичаево и Первомайский в окр. п. Вернадовка являются достаточно сходными, что соответственно привело к сходным показателям флуктуирующей асимметрии. Стоит отметить, что в пруду Моховой в окр. с. Бадин Угол произошла смена условий, которая в дальнейшем может

привести к серьезным отклонениям стабильности развития, хотя разница не существенна, но все же она есть, и ее стоит принять во внимание.

Таким образом, показана возможность оценки экологического состояния окружающей водной экосистемы при помощи метода флуктуирующей асимметрии на примере развития карася серебряного из некоторых водоемов Пичаевского района Тамбовской области. Согласно полученным результатам, средний уровень флуктуирующей асимметрии говорит о достаточно стабильном состоянии исследуемых биотопов – I или II балл согласно шкале для рыб, разработанной В.М. Захаровым [4]. Однако, например, особи, выловленные из пруда Моховой в окр. с. Бадин Угол, характеризуются высоким уровнем асимметричности, что можно объяснить небольшим воздействием антропогенной нагрузки.

Список литературы

1. Баранов С. Г. Оценка стабильности развития. Методические подходы / С. Г. Баранов, Н. Е. Бурдакова. – Владимир, 2015. – 230 с.
2. Белюченко И. С. Биомониторинг состояния окружающей среды / И. С. Белюченко. – Краснодар, 2014. – 233 с.
3. Дудник Н. И. Региональные ландшафтные особенности Тамбовской области / Н. И. Дудник // Вестник Тамбовского университета. Сер. Естеств. и техн. науки. – 2002. – Т. 7. – С 123–133.
4. Захаров В. М. Асимметрия животных (популяционно-феногенетический подход) / В. М. Захаров. – М.: Наука, 1987. – 42 с.

УДК 595.799:591

ТРОФИЧЕСКИЕ СВЯЗИ *OSMIA CORNUTA* (LATREILLE, 1805) (HYMENOPTERA: MEGACHILIDAE, OSMIINI) В Г. ХАРЦЫЗСКЕ

Кузичева Н.Н.

ГОУ ВПО «Донбасская аграрная академия», г. Макеевка, ДНР
nadua.kuzisheva@mail.ru

Пчелы (Apoidea) играют важную роль в регуляции репродуктивных процессов многих растений, в том числе представляющих сельскохозяйственный интерес, благодаря их опыляющей деятельности. Сокращение популяции пчел привело к необходимости изучения развития одиночных видов пчел с целью дополнительного опыления сельскохозяйственных культур. Одиночные виды пчел могут быть использованы для коммерческого сельскохозяйственного опыления растений [1–3]. В результате проведенных визуальных наблюдений был выявлен 21 вид энтомофильных кормовых растений, относящихся к 13 родам и 12 семействам (табл.).

Спектр кормовых растений *O. cornuta* на приусадебном участке г. Харцызска

Вид растений	МАРТ				АПРЕЛЬ				МАЙ			
	декады				декады				декады			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Amaryllidaceae												
<i>Narcissus poeticus</i> (L.)		+	+	+								
Asteraceae												
<i>Taraxacum officinale</i> (L.)					+	+	+	+	+	+	+	+
Brassicaceae												
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.)									+	+		
Fumariaceae												
<i>Corydalis solida</i> (L.)				+	+							
Grossulariaceae												
<i>Ribes uva-crispa</i> (L.)							+	+				
<i>Ribes nigrum</i> (L.)							+	+				
<i>Ribes rubrum</i> (L.)							+	+				
Hyacinthaceae												
<i>Scilla siberica</i> (L.)		+	+									
<i>Muscari armeniacum</i> (L.)					+	+						
Liliaceae												
<i>Tulipa biebersteiniana</i> (L.)				+	+	+						
<i>Tulipa greigii</i> (L.)							+	+	+			
<i>Fritillaria eduardii</i> (L.)							+	+	+			
Paeoniaceae												
<i>Paeonia tenuifolia</i> (L.)						+	+					
Papaveraceae												
<i>Chelidonium majus</i> (L.)							+	+	+	+	+	+
Ranunculaceae												
<i>Ficaria verna</i> (L.)		+	+	+	+							
Rosaceae												
<i>Prunus armeniaca</i> (L.)				+	+	+						
<i>Prunus cerasus</i> (L.)						+	+					
<i>Prunus domestica</i> (L.)							+	+				
<i>Pyrus malus</i> (L.)								+	+			
<i>Fragaria ananassa</i> (L.)									+	+	+	+
Violaceae												
<i>Viola uliginosa</i> (Besser)				+	+							

Следует отметить, что *Osmia cornuta* (Latreille, 1805) является эффективным опылителем плодово-ягодных культур, рапса, малины, ежевики, бахчевых культур [4]. Однако в полной мере не выяснена эффективность опыления этим видом энтомофильных сельскохозяйственных культур в условиях закрытого грунта.

В связи с этим целью наших исследований было выявление и анализ трофических связей *O. cornuta* на приусадебном участке г. Харцызска (48°02'32" с.ш., 38°08'50" в.д.), а именно определение спектра кормовых растений и широты их пищевой специализации.

Полевые работы проводили с марта по май 2020 г. в саду площадью 1 а. Для забора пыльцы и ее последующего изучения использовали: металлическую спицу с загнутым в петлю концом, линейку, липкую ленту, маркер, предметные стекла, микроскоп (XS-90).

Кроме того, анализ временных препаратов пыльцы (50 проб), показал, что рацион *O. cornuta* на 70 % состоит из пыльцевых гранул древесных растений (*Prunus armeniaca* L., *Prunus cerasus* L., *Prunus domestica* L., *Pyrus malus* L.), на 20 % – из травянистых растений (*Taraxacum officinale* L., *Chelidonium majus* L., *Fragaria ananassa* L., *Ficaria verna* L.) и на 10 % – из ягодных кустарниковых растений (*Ribes uva-crispa* L., *Ribes nigrum* L., *Ribes rubrum* L.).

Полученные данные подтверждают, что *Osmia cornuta* является перспективным опылителем плодовых и ягодных культур.

Список литературы

1. Олифер В. Н. Разведение и содержание диких пчел / В. Н. Олифер. – Донецк: АСТ-СТАЛКЕР, 2005. – 138 с.
2. Гукало В. М. Бджоли роду *Osmia* (Hymenoptera, Megachilidae), особливості їх біології, екології та промислового розведення і використання в умовах Лісостепу України: Автореф. дис. ... канд. біол. наук / В. М. Гукало. – Харків, 1998. – 21 с.
3. Гауль А. М. А. Экология гнездования дикой пчелы *Osmia cornuta* (Hymenoptera, Apoidea, Megachilidae): Автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.02.08 / А. М. А. Гауль. – Ялта, 2019. – 27 с.
4. Bosch J. Effect of pre-wintering and wintering temperature regimes on weight loss, survival, and emergence time in the mason bee *Osmia cornuta* (Hymenoptera: Megachilidae) / J. Bosch, W. P. Kemp // Apidologie. – 2004. – Vol. 35. – P. 469–479.
5. Иванов С. П. Структура трофических связей диких пчел *Osmia cornuta* и *Osmia rufa* (Hymenoptera: Apoidea: Megachilidae) в Крыму / С. П. Иванов // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана : сб. науч. тр. – Симферополь: ТНУ, 2006. – Вып. 16. – С. 136–146.

УДК 595.774 : 591.52 (477.6)

КРОВСОСУЩИЕ НАСЕКОМЫЕ И ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ОТ ИХ УКУСОВ В Г. ДОНЕЦКЕ

Маслодудова Е.Н., канд. биол. наук, доц.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР

k.maslodudova@donnu.ru

Кровососущие насекомые, древние обитатели нашей планеты и составляющие биоценоза, распространены во всех ландшафтно-климатических зонах с отличием только компонентного видового состава.

Специалисты энтомологи используют термин «гну́с». Это сборное название, объединяющее все семейства двукрылых кровососов, куда входят комары, мошки, мокрецы, слепни, москиты. Каждое семейство представлено огромным числом видов.

Местами выплода и развития для комаров являются стоячие водоемы различного происхождения (лужи, дупла в старых деревьях, бочки, подвалы, пруды, копанки и др.).

Мошки, в отличие от комаров, развиваются только в проточных водоемах – ручьях и речках, где хорошая аэрация воды. В поисках добычи для кровососания самки разлетаются на 2–3 км.

Мокрецы – самый мелкий компонент гну́са, развиваются как в воде так и во влажных местах – мхах, заболоченностях, лесной подстилке и др.

Слепни – самые крупные кровососы, развитие которых проходит в прибрежном иле рек, заболоченных участках водоемов – местах обитания водяных полевков и других грызунов – основных источников туляремии.

Жигалки (в народе их называют «августовские мухи») являются переносчиками возбудителей сибирской язвы, туляремии и др. инфекций.

Москиты в нашем регионе не встречаются, они распространены в Средней Азии, Закавказье.

Все перечисленные группы насекомых имеют морфологически сложно устроенный, свойственный только определенному семейству, кровососущий ротовой аппарат. Принцип действия такого аппарата один – он работает как одновременная система шприца и насоса. В прорезанную или проколотую ранку по одному каналу нагнетается токсичная слюна, содержащая антикоагулянт, предотвращающий свертывание крови, а по другому, как по капилляру, поднимается кровь, пока самка не насытится. Самцы кровью не питаются, а самкам кровь необходима для развития яиц и дальнейшей их откладки. Самка за сезон может иметь несколько кладок яиц, соответственно и нападает после каждой кладки на человека или животных. Ядовитых желез у кровососов нет, как у пчел или ос. Их ядовитость обусловлена наличием в слюне антикоагулянтов, являющихся сильным аллергеном, обуславливающим зуд, отек и боль в местах прокола кожи и кровососания.

Численность кровососов в природе зависит от сезонных явлений и климатических факторов. Поэтому, если холодная дождливая весна сменяется жарким, знойным летом, как в этом 2020 г. в Донбассе, то закономерно ожидание массового выплода кровососов всех групп в июне – июле. На этот период и приходится пик активности нападения.

Все кровососы имеют большое эпидемиологическое значение. Известно, что специфическим переносчиком малярийного плазмодия, возбудителя смертельного заболевания, унесшего тысячи человеческих жизней, является малярийный комар. Благодаря работе специалистов

энтомологов, паразитологов СЭС, эта болезнь в нашем регионе не регистрируется, хотя малярийные комары встречаются.

В последние годы комары отмечены как переносчики опасной гельминтозной инвазии, называемой дирофиляриоз, регистрируемой и на территории Украины. Природным очагом являются бродячие собаки, в крови которых найдены личинки этого гельминта. Личинки, попавшие в кровь человека, находят хорошую питательную среду, развиваются, а взрослые черви, размером до 10 см, скручиваются в виде спирали и локализуются под кожей в виде опухолей. Все комары являются потенциальными переносчиками нейротропных вирусов, арбовирусов. К вирусным инфекциям относятся возбудители желтой лихорадки и лихорадки Денге.

Поэтому организация профилактических мероприятий от распространения и укусов комаров крайне необходима.

Мошки или симулииды имеют размер до 3–4 мм (для сравнения это половина размера комнатной мухи, которых они и внешне напоминают). У мошек крупная голова и хорошо заметная выпуклая грудь, выступающая над брюшком. По выпуклости груди можно сразу отличить, что это мошка.

Мошки опасны тем, что являются специфическими переносчиками онхоцеркоза (гельминты, паразитирующие под кожей). Болезнь распространена в Африке, но, по мнению З. В. Усовой, в связи с изменением климата и повышенной миграцией населения, никто из нас не застрахован от заражения этим видом паразита. Следует отметить высокую токсичность слюны у мошек. Для сравнения: укус комара зудит 3–4 дня и сам проходит, а укус мошки превращается в уплотненную покрасневшую папулу диаметром до 6–10 см, болезненно зудящую и непроходящую в течение месяца. В западных регионах Украины регистрировали падеж крупного рогатого скота от симулидотоксикоза в период массового лёта мошек. В нашем регионе вылет мошек из перезимовавших личинок регистрируется в период с конца марта и до октября. Некоторые виды дают 2–3 поколения в год. Поэтому их численность в летний период возрастает. Как и все кровососы, мошки могут быть механическими переносчиками возбудителей сибирской язвы, туляремии, проказы, чумы, сапа и др. Суточная активность нападения мошек отличается тем, что это дневные кровососы. Ночью не нападают. Мошки садятся незаметно, заползают под резинки одежды, ремешки и т.п., в волосы, уши, и там прокалывают кожу, в отличие от комаров, которых легко можно отогнать в момент кровососания на открытой поверхности тела. Лёт и нападение начинается в 8–11 часов и продолжается до 19 часов.

Мокрецы – самый мелкий компонент гнуса – размер 1–3 мм. Характеризуются тонким телом и длинными ногами. Сумеречные кровососы, активны утром в 5–6 часов и вечером в 18–21 час. Так как это экзотические насекомые, то в помещения они не залетают. Местами

укрытий являются травянистые заросли вблизи мест их выплода. Мокрецы могут нападать на ящериц и лягушек. Могут передавать возбудителей туляремии. У мокрецов выявлено более 30 видов патогенных вирусов, в том числе нейротропные.

Слепни – самые крупные двукрылые насекомые (6–30 мм). Голова слепня шире груди, глаза с металлическим отливом. Слепни светлюбивые и теплолюбивые насекомые. Сезонная активность совпадает с самым жарким периодом (с середины июня и до середины июля). Нападение в июле с 6–10 часов и до 18 часов. Массовое нападение регистрируется в 12–14 часов. Слепни могут быть механическими переносчиками протозойных, вирусных, бактериальных и глистных инвазий. Эпидемиологическая опасность слепней заключается в том, что они могут питаться кровью свежих трупов животных, нападают на водяных крыс. В жаркое время слепни садятся пить воду на грязные пересыхающие лужи и тем самым распространяют опасные инфекции.

Меры борьбы с кровососами представляют собой комплексные мероприятия, это, прежде всего, личная гигиена и общественные мероприятия, планомерно проводимые органами санитарно-эпидемиологического надзора.

Простейшие меры профилактики: установка москитных сеток на окна и двери, использование фумигаторов и репеллентов, которые можно приобрести в аптеках или магазинах; при выезде на природу или во время работы вблизи мест выплода кровососов надеть закрытую одежду, использовать отпугивающие средства; если появились укусы, их можно обработать раствором аммиака или содовым раствором, которые нейтрализуют аллерген слюны насекомого; из народных средств можно рекомендовать для отпугивания гвоздичное масло или «вьетнамскую звездочку», в состав которой входит гвоздичное масло.

УДК 595.746

**НАХОДКИ *XENOS VESPARUM* ROSSI, 1793 (STREPSIPTERA:
XENIDAE), ПАРАЗИТА ОС-ПОЛИСТОВ (HYMENOPTERA:
VESPIDAE: POLISTES), НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ДОНЕЦКА**

Оголь И.Н.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
ylyaogol@mail.ru

Веерокрылое *Xenos vesparum* Rossi, 1793 является эндопаразитом ос рода *Polistes* Latreille, 1802 с хорошо изученной биологией [1, 2]. Его триунгулины проникают в тела личинок ос, где растут и развиваются с

гиперметаморфозом, не препятствуя развитию хозяина. После отрождения имаго осы передний конец тела паразита прорывает межсегментную мембрану метасомы хозяина и выдвигается наружу. Самка *X. vesparum* остается в таком положении до конца жизни, в то время как имаго самца вылетает, оставляя в метасоме хозяина сильно ее деформирующую оболочку пупария.

X. vesparum широко распространен в Европе, за исключением Фенноскандии и Британских островов, отмечен в большинстве европейских государств, но предпочитает, в основном, южные регионы [1]. В Германии встречается спорадически [3], а в Польше заселяет только юг страны [1]. Нередко встречается в Крыму (А.В. Фатерыга, личное сообщение), но крайне редок или отсутствует на Южной Украине [4]. Литературные данные о находках *X. vesparum* на территории Донбасса автору не известны.

Сборы, наблюдения и фотографии автора, произведенные в 2003–2019 гг. в г. Донецке (в общей сложности не менее 10 тыс. особей имаго 3 видов ос рода *Polistes*), не показали наличия в их телах *X. vesparum*. Однако при просмотре фотографий, сделанных 2 сентября 2020 г. на роднике, расположенном на склоне степной балки на окраине Кировского района города, впервые отмечены 1 самка и 2 самца осы *Polistes dominula* (Christ, 1791) с характерными для заражения паразитом деформациями метасомы. В связи с этим для выявления и более детального изучения других случаев заражения с 4 по 24 сентября 2020 г. были проведены наблюдения за осами-полистами, посещающими этот родник, а также соцветия растений в Кировском и Ленинском районах города и отлов всех замеченных особей с деформированными брюшками. В последующем была произведена наркотизация отловленных ос углекислым газом, детальное рассмотрение под лупой и, в случаях обнаружения паразитов, фотографирование.

За время исследования осмотрены в природе не менее 200 особей обоих полов 3 видов ос-полистов: *Polistes dominula*, *Polistes nimpha* (Christ, 1791) и *Polistes gallicus* (L., 1767). Количества особей разных видов были сопоставимыми (лежали в пределах одного порядка величин), при этом на роднике несколько преобладал *P. dominula*, а на соцветиях растений в степном ландшафте – *P. gallicus*. *P. nimpha* везде находился в меньшинстве. Деформации метасомы отмечены только у 7 самок *P. dominula*: 6, потреблявших воду на роднике и 1, собиравшей нектар с соцветий жабрицы извилистой (*Seseli tortuosum* L.) поблизости. Последующий осмотр показал наличие в их телах взрослых самок и пустых пупариев самцов *X. vesparum* (рис., табл.). Также на жабрице отловлена 1 самка *P. gallicus*, деформация брюшка которой оказалась следствием механической травмы и не была связана с паразитизмом. Следует отметить, что самки паразита слабо деформируют метасому хозяина, поэтому осы, несущие только их, могли остаться незамеченными.

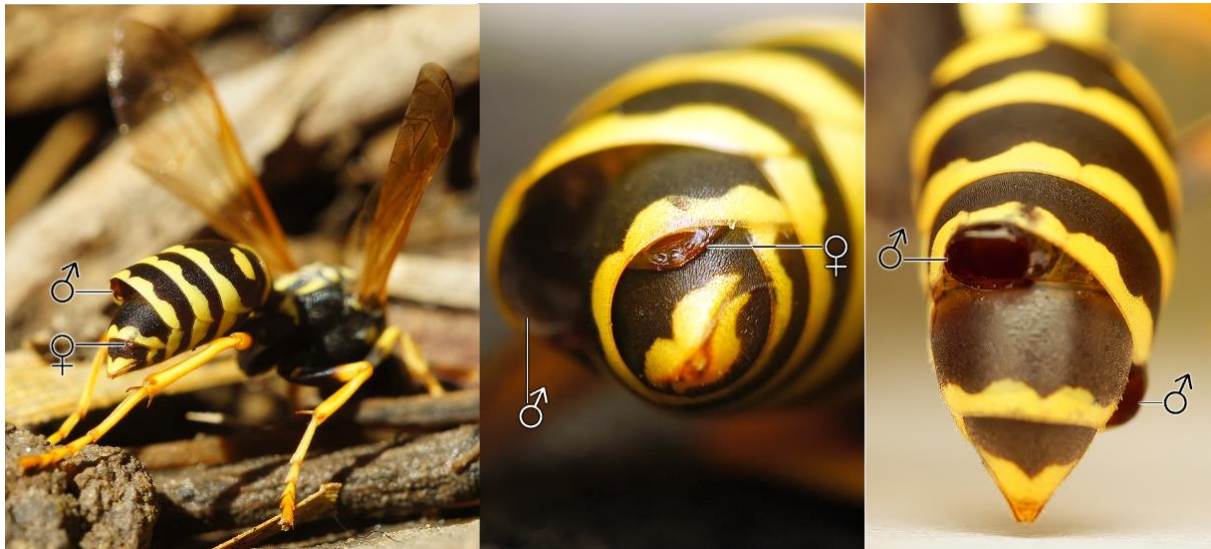


Рис. Опустевшие оболочки пупариев самцов и головогрудь самки *Xenos vesparum*, выступающие из метасом самок осы *Polistes dominula*

Таблица
Сведения о 7 собранных в 2020 г. в г. Донецке самках осы *Polistes dominula*, зараженных паразитом *Xenos vesparum*

Дата сбора	Координаты места сбора	Поведение в момент сбора	Локализация паразитов в теле хозяина
05.09	47,938°с.ш.; 37,691°в.д.	водопой	4tg, левая сторона, – 1♂
10.09	47,938°с.ш.; 37,691°в.д.	водопой	4tg, левая сторона, – 1♂; 4sr, правая сторона, – 1♂
10.09	47,938°с.ш.; 37,691°в.д.	водопой	4tg, левая сторона, – 1♂; 5tg, правая сторона, – 1♀
17.09	47,938°с.ш.; 37,691°в.д.	водопой	4tg, левая сторона, – 1♂
17.09	47,936°с.ш.; 37,694°в.д.	сбор нектара	4tg, левая сторона, – 1♂
17.09	47,938°с.ш.; 37,691°в.д.	водопой	4tg, правая сторона, – 1♂; 5tg, левая сторона – 1♀
24.09	47,938°с.ш.; 37,691°в.д.	водопой	4tg, левая сторона, – 1♂

Примечания:

1. 4–5tg – 4-й–5-й тергумы метасомы; 4sr – 4-й стернум метасомы;
2. Указан только склерит, из-под заднего края которого выступает наружу тело паразита, но оно занимает также несколько предшествующих сегментов, где скрыто внутри тела хозяина.

Таким образом, заражение *X. vesparum* выявлено лишь у 1 из 3 изученных видов ос-полистов и только в одной станции. Межвидовые различия в зараженности данным паразитом могут быть следствием различий в способах гнездования хозяев: в г. Донецке *P. dominula* гнездится в укрытиях антропогенного происхождения, а *P. gallicus* – открыто на побегах растений [5]. Для *P. nimpha* характерны оба варианта гнездования, но в районах проведения настоящего исследования более вероятно наличие особей, гнездящихся на растениях. По литературным

данным *X. vesparum* паразитирует на всех 3 изученных видах ос, однако на *P. dominula* – наиболее часто [6].

Отсутствие находок *X. vesparum* в предыдущие годы, вероятно, свидетельствует о значительной вспышке численности его популяции в текущем году. Однако даже с ее учетом зараженность данным паразитом имаго ос-полистов в г. Донецке невысока.

Список литературы

1. Borowiec M. *Xenos vesparum* Rossius, 1793 (Strepsiptera : Xenidae) – first records in Poland with a review of the species' biology / M. Borowiec, B. Wisniowski, W. Zyla // Acta Musei Moraviae, Scientiae Biologicae. – 2012. – Vol. 97, № 2. – P. 7–12.
2. Manfredini F. Developmental strategy of the endoparasite *Xenos vesparum* (Strepsiptera, Insecta) : host invasion and elusion of its defense reactions / F. Manfredini, F. Giusti, L. Beani, R. Dallai // Journal of Morphology. – 2007. – Vol. 268, № 7. – P. 588–601.
3. Weltner L. Vier Kurzberichte zu *Xenos vesparum* (Rossi, 1793) Fächerflügler (Strepsiptera) / L. Weltner // Galathea, Beiträge des Kreises Nürnberger Entomologen. – 2018. – B. 34. – S. 31–39.
4. Орлова Е. С. Встречаемость клеща *Sphexicozella connivens* Mahunka (Acari, Astigmata, Winterschmidtidae) в семьях осы *Polistes dominula* (Christ) (Hymenoptera, Vespidae) на юге Украины / Е. С. Орлова, Л. А. Фирман, Л. Ю. Русина // Природничий альманах. Біол. науки. – 2011. – Вип. 16. – С. 101–111.
5. Оголь И. Н. Об особенностях ландшафтно-биотопического распределения ос-полистов (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) в Донецке / И. Н. Оголь // Матер. XIV съезда Русского энтомологического общества (Санкт-Петербург, 27.08–1.09.2012 г.). – СПб., 2012. – С. 321.
6. Hughes D. P. Prevalence of the parasite Strepsiptera in adult *Polistes* wasps : field collections and literature overview / D. P. Hughes, J. Kathirithamby, L. Beani // Ethology Ecology & Evolution. – 2004. – Vol. 16, № 4. – P. 363–375.

УДК 595.44

СЛУЧАЙ УРОДСТВА КОНЕЧНОСТИ ПАУКА *AGROECA CUPREA* MENGE, 1873 (ARANEI, LIOCRANIDAE)

Прокопенко Е.В., канд. биол. наук, доц.
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет, г. Донецк, ДНР
helen_procop@mail.ru

Описания уродств у пауков в основном касаются аномалий половых органов – пальпусов самцов и эпигин самок [1–5 и др.]. Разработана система классификации подобных нарушений [6]. Часто фиксируются также уродства глазной области [7–9], паутинных бородавок [5], конечностей [10]. Аномалии головогруды и конечностей описаны у нимф пауков, подвергавшихся воздействию контрастных температур в лабораторных условиях [11 и др.].

В материале, собранном в заповеднике «Каменные Могилы» (см. ниже) нами был обнаружен самец *Agroeca cuprea* Menge, 1873 с заметным

уродством правой голени первой пары ног (рис. 1). Длина голени – 1,8 мм, длина отростка от основания до кончика – 0,5 мм. По классификации аномалий конечностей Ю.А. Присного [12] рассматриваемый случай относится к схистомиелиям (локальные уродства, аномалии придатков). Другие нарушения в строении данной особи не отмечены. Сходный, хотя значительно более выраженный, случай схистомелий ног был описан для африканского *Systemoplacis turbatus* Josquè, 2009 [10].

Материал. Донецкая область, Никольский район, заповедник «Каменные Могилы» (47° 20' N 37° 06' E), петрофитная степь, 16-19.07.01, сб. Мартынов В.В.



Рис. 1. Правая голень первой пары ног самца *A. suprea* латерально (слева) и отросток на голени (справа)

A. suprea – широко распространенный в Донбассе вид, обитающий в разнообразных биотопах от древесных массивов (в основном, лиственных) до карьеров и участков рекультивированных техноземов. Наибольшее количество особей вида встречено на степных участках и в городских парках (рис. 2). Таким образом, терратный экземпляр собран в благоприятном для вида биотопе, где отмечена почти треть имеющихся в нашей коллекции особей. Необходимо отметить, что аномальные экземпляры среди *A. suprea* (как и в целом в нашем аранеологическом материале из различных областей Русской Равнины и Карпат) очень редки. Так, среди 783 экземпляров этого вида, собранных в Донбассе, особь с уродствами только одна.

Ранее высказывалось мнение, что антропогенное загрязнение среды приводит к увеличению доли особей с морфологическими аномалиями в сообществах наземных членистоногих (показано на примере насекомых различных отрядов) [12–14 и др.]. Нами же аномальный экземпляр найден на участке заповедной степи. Кроме того, в материале, собранном в городских

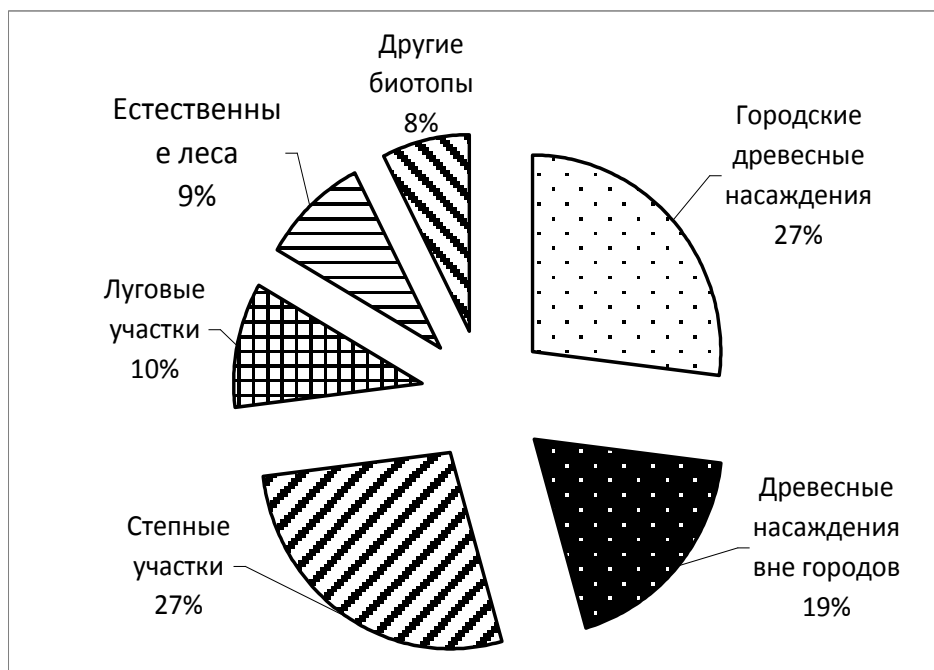


Рис. 2. Биотопическое распределение *A. cuprea* в Донбассе

парках, на породных отвалах, территориях промышленных предприятий (несколько десятков тысяч экземпляров) аномальные особи единичны. Интересно, что уровень флуктуирующей асимметрии, широко применяемого показателя состояния окружающей среды, рассчитанный для пауков *Pholcus phalangioides* (Fuesslin, 1775), собранных на территории промышленных предприятий г. Черновцы был в ряде случаев ниже, чем в контрольных, условно «чистых» синантропных местообитаниях [15]. Исследованиями Ф. Hendrickx с соавторами [16] на примере *Pirata piraticus* (Clerck, 1757), находившихся под стрессовым воздействием загрязнения металлами, было продемонстрировано снижение уровня флуктуирующей асимметрии в импактных условиях. Это объяснялось селективной элиминацией из популяций особей с нестабильным развитием.

Таким образом, морфологические аномалии у пауков (как и показатели флуктуирующей асимметрии), по-видимому, не могут быть использованы в качестве биоиндикационных характеристик состояния окружающей среды Донбасса в связи с их редкостью и отсутствием приуроченности к антропогенно трансформированным ценозам.

Список литературы

1. Гнелица В. А. О нарушениях развития половых органов у пауков семейства Linyphiidae / В. А. Гнелица // Вестник зоологии. – 2005. – Т. 39, № 5. – С. 75–77.
2. Присный А. В. Оценка состояния особо охраняемых природных территорий Белгородской области на основе частот встречаемости аномалий у жуужелиц (Carabidae) / А. В. Присный // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Сер. Естественные науки. – 2013. – № 7 (160). – С. 72–76.

3. Kaston B. J. Spider gynandromorphs and intersexes / B. J. Kaston // Journal of The New York Entomological Society. – 1961. – Vol. 69. – P. 177–190.
4. Kaston B. J. Deformities of external genitalia in spiders / B. J. Kaston // Journal of The New York Entomological Society. – 1963 a. – Vol. 71 (1). – P. 30–39.
5. Kaston B. J. Abnormal duplication of the epigynum and other structural anomalies in spiders / B. J. Kaston // Transactions of the American Microscopical Society. – 1963 b. – Vol. 82 (2). – P. 220–223. doi:10.2307/3223998
6. Roberts M. J. Gynandry and intersexuality in spiders / M. J. Roberts, J. R. Parker // Bulletin of the British Arachnological Society. – 1973. – Vol. 2 (9). – P. 177–183.
7. Jimènez M. L. Revision of ocular anomalies in epigeal spiders (Arachnida : Araneae) with notes on four new records / Jimènez M. L., Llinas J. // Anales del Instituto de Biologia. Serie Zoologia. – 2002. – Vol. 73 (2). – P. 241–250.
8. Kaston B. J. Ocular anomalies in spiders / B. J. Kaston // Bulletin of the Brooklyn Entomological Society. – 1962. – Vol. 57. – P. 17–21.
9. Kaston B. J. Additional ocular anomalies in spiders / B. J. Kaston // Journal of Arachnology. – 1982. – Vol. 10. – P. 279–281.
10. Jocquè R. Two remarkable spider teratologies (Araneae) / R. Jocquè, J.-P. Michiels // Newsletter of the British arachnological Society. – 2013. – Vol. 127. – P. 12–13.
11. Napiórkowska T. Morphological and anatomical changes related to leg anomalies in *Tegenaria atrica* / T. Napiórkowska, P. Napiórkowski, J. Templin // Zoomorphology. – 2015. – Vol. 134. – P. 237–245. doi: 10.1007/s00435-015-0260-0
12. Присный Ю. А. Классификация морфологических аномалий жесткокрылых насекомых (Coleoptera) / Ю. А. Присный // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Сер. Естественные науки. – 2009 а. – № 11 (66). – С. 72–81.
13. Пономарев А. В. Обнаружение гинандроморфного паука *Agroeca brunnea* (Blackwall, 1833) (Aranei : Liocranidae) в Ростовской области / А. В. Пономарев, Н. М. Ковблюк // Вестник Южного Научного Центра РАН. – 2009. – Т. 5, № 4. – С. 91–93.
14. Присный Ю. А. Использование частот появления морфологических аномалий у жесткокрылых насекомых (Insecta, Coleoptera) в локальном мониторинге: автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.16 Экология / Присный Юрий Александрович. – Белгород, 2009 б. – 21 с.
15. Руденко С. С. З'ясування доцільності використання флуктуючої асиметрії *Pholcus phalangioides* (Fuesslin, 1775) (Araneae : Pholcidae) у системі біомоніторингу урбанізованих територій / С. С. Руденко, М. М. Федоряк, Д. В. Федоряк // Вісник Прикарпатського національного університету ім. В. Стефаника. Сер. Біологія. – 2012. – Вип. XVI. – С. 178–182.
16. Hendrickx F. Relationship between fluctuating asymmetry and fitness within and between stressed and unstressed populations of the wolf spider *Pirata piraticus* / F. Hendrickx, J.-P. Maelfait, L. Lens // Journal of Evolutionary Biology. – 2003. – N 16. – P. 1270–1279.

МОШКИ ПРУДА САХАЛИН (БУДЕННОВСКИЙ РАЙОН г. ДОНЕЦКА)

Рева М.В., канд. биол. наук, доц., *Шкробка А.А.*
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
mvreva@mail.ru

Мошки семейства Simuliidae имеют важное практическое значение, в частности, ветеринарное и медицинское их значение заключается в том, что мошки являются массовыми злостными кровососами и переносчиками возбудителей ряда инфекционных болезней человека и животных.

Развитие преимагинальных фаз (яйцо, личинка, куколка) мошек происходит в проточной воде ручьев и рек с высоким содержанием кислорода в воде и соответствующим температурным режимом воды. Взрослые насекомые появляются в умеренных широтах в течение теплой половины года. Самки большинства видов – кровососы, самцы преимущественно питаются выделениями растений [1, 2].

Целью нашей работы стало изучение видового состава и биологии мошек пруда Сахалин (Буденновский р-н г. Донецка).

Материалом для написания работы послужили сборы личинок, собственные наблюдения, коллекции кафедры зоологии и экологии Донецкого национального университета и литературные данные. Сбор личинок мошек и изготовление их препаратов проводили при помощи общепринятых методик [3]. Сборы личинок и куколок, развивающихся в водной среде, были осуществлены в 2020 г. в ручьях, которые впадают и выходят из пруда Сахалин (рис. 1, 2). Преимагинальные фазы мошек были обнаружены на субстратах: водной растительности, камнях, палках. Сбор осуществляли с помощью пинцета, которым их переносили с субстрата в фиксатор. В качестве фиксатора был использован 70 % этанол.

На момент сбора проб в пруде Сахалин обнаружены следующие виды мошек (Diptera, Simuliidae): *Wilhelmia mediterranea*, *Wilhelmia balcanica*, *Odagmia ornata*, *Argentisimulium noelleri*.

W. mediterranea. Вид массовый, эвритопный. Населяет ручьи, средние и малые реки, встречается в нижнем течении родниковых ручьев и крупных рек с мутной водой, нередко загрязненной сточными водами. Наибольшая плотность личинок и куколок характерна для малых рек и крупных ручьев глубиной до 20–70 см, преимущественно на открытых участках русла при скорости течения воды 0,3–0,6 м/сек. Субстратом для водных фаз является водная растительность, камни, палки, свисающая в воду растительность.

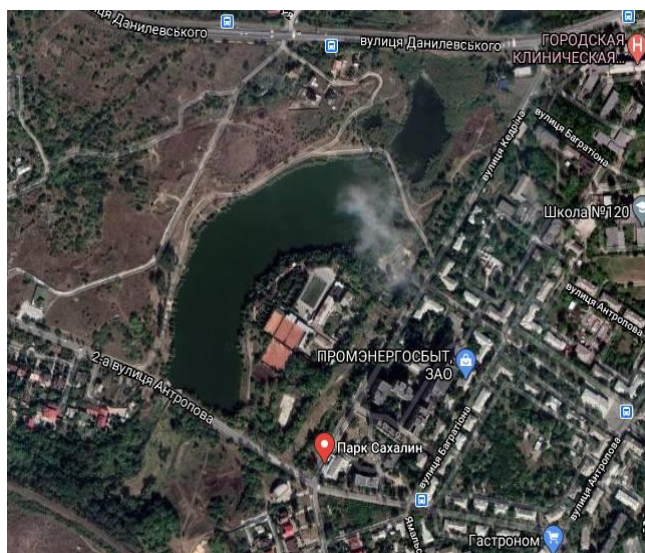


Рис. 1. Места сбора проб. Пруд Сахалин (Буденновский р-н г. Донецка) (карта Google)



Рис. 2. Ручьи, входящий и выходящий из пруда Сахалин (Буденновский р-н г. Донецка)

В малых реках и крупных ручьях развивается три, а в ручьях, вытекающих из прудов, не менее четырех-пяти генераций. Зимуют личинки. В местах выплода этого вида нередко встречаются одновременно яйцекладки, личинки всех возрастов и куколки. Отдельные генерации перекрывают друг друга, что затрудняет четкость их разграничения.

W. balcanica. Вид населяет ручьи, реже – малые и средние реки, глубиной до 0,7–1 м при скорости течения 0,5–1 м/сек, терпим к загрязнению воды хозяйственными стоками. Субстратом для водных фаз являются водные растения, камни, ветви. Имеет 3 генерации в году. Зимуют личинки.

O. ornata. Вид массовый, эврибионтный. Высокая численность личинок и куколок отмечается в ручьях и малых реках при скорости течения 0,4–1,0 м/сек, на глубине 20 см и более. Субстратом могут служить водная и свисающая береговая растительность, в затененных ручьях – ветви, камни и листья опада, располагаясь с нижней стороны субстрата. В году развивается 3–4 генерации. Зимуют личинки.

A. noelleri. Вид массовый, эврибионтный. Населяет ручьи, малые и средние реки, реже – крупные реки. Наиболее характерен для ручьев, вытекающих из прудов, глубиной 0,2–0,5 м и скоростью течения воды 0,5–0,8 м/сек и более. Располагаться могут на таких субстратах как водные растения, камни и другие предметы. В годы с холодной многоснежной зимой зимуют яйца. В годы с теплой зимой зимуют личинки. В различные по погодным условиям годы развивается 3–5 генераций [1, 2].

Наибольшая плотность особей (5–10 шт./см²) была отмечена на субстратах, находящихся в перекатах с быстрым течением (около 1 м/с).

Анализ фауны мошек водотоков Донбасса продолжается.

Список литературы

1. Рева М. В. Массовые эврибионтные виды мошек Донецкой области / М. В. Рева, Р. Д. Семушин // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2016. – № 1–2. – С. 34–55.
2. Рева М. В. К систематике мошек (Diptera: Simuliidae) Донбасса / М. В. Рева, А. А. Шкробка // Донецкие чтения 2019: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Матер. IV Междунар. науч. конф. (Донецк, 31 октября 2019 г.). – Донецк : ДонНУ, 2019. – Т. 2. – С. 316–319.
3. Мошки (сем. Simuliidae) / И. А. Рубцов; ред. Е. Н. Павловский. 2-е изд. – М., 1956. – Т. 6, вып. 6. – 860 с.

УДК 616.98 : 579.841.95 : 614.449 : 614.49

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО И ЭПИЗООТОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ТУЛЯРЕМИИ

Романенко Т.А., д-р мед. наук, доц., **Скрипка Л.В.**
ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет
им. М. Горького», г. Донецк, ДНР
tamara3007@yandex.ru

Уровень заболеваемости туляремией людей зависит от различных климато-географических, фаунистических природных особенностей, факторов внешней среды, социальных условий. Как эпидемиологически, так и эпизоотологически эта инфекция контролируется не полностью во многих странах мира. Без оптимизации санитарно-гигиенического и эпизоотологического мониторинга невозможны профилактические меры

для предотвращения туляремии, которые разработаны только в общих чертах. Нет сведений об использовании методов системного анализа большого количества факторов, влияющих на распространение заболевания, эпидемиологический надзор (ЭН) носит урывчатый несистемный характер и требует усовершенствования.

В большинстве стран Западной Европы учет заболеваемости с эпидемиологическим расследованием каждого случая введен лишь после вспышки туляремии в Косово в 1999 г. Также изучают возбудитель на генетическом уровне. Во Франции ЭН за туляремией человека был введен в октябре 2002 г. в рамках Национального плана готовности к биотерроризму: мониторинг заболеваемости включал обязательное уведомление о случае заболевания, а также анализ штаммов и биологических образцов от пациентов, проводимый Национальным референс-центром. Французские врачи и микробиологи должны сообщать обо всех случаях туляремии в региональный центр учреждения здравоохранения, используя стандартизированную форму уведомления. Обязательное сообщение о каждом случае показало свою ценность для выявления групповой заболеваемости и вспышек. В Швеции собрана база данных Национальной системы ЭН за инфекционными заболеваниями о случаях туляремии, имевших место с сентября 1984 г. Это сведения о возрасте и поле пациента, месте жительства, предполагаемом месте заражения, дате заражения, дате начала заболевания, дате постановки диагноза и дате уведомления. Туляремия человека не является регистрируемым в полном объеме заболеванием в Дании, Португалии и Лихтенштейне. В Бельгии и Соединенном Королевстве действует система добровольного надзора. Она позволяет выявить случаи туляремии и играет большую роль в обеспечении готовности и раннего обнаружения биотерроризма. Мониторинг за циркуляцией возбудителя туляремии в окружающей среде проводится в Нидерландах: в 2015–2016 гг. было отобрано 339 проб воды из открытых водоемов в 127 местах, в 2013–2017 гг. было отловлено 8 зайцев. ДНК *F. tularensis* обнаружена в 17 % случайно выбранных участках поверхностных вод в разных частях страны. Европейские ученые считают, что уровень заболеваемости туляремией недооценивается из-за вероятной гиподиагностики, истинная заболеваемость в 10 раз выше регистрируемой. Учитывая, что туляремия встречается редко и бремя болезни относительно низкое, спонсоры не выделяют средства, необходимые для улучшения качества ЭН с целью предотвращения дальнейших случаев [1–3].

В Российской Федерации и Украине надзор за туляремией организован на более качественном уровне, так как регламентирующие документы были внедрены еще в советское время. Основные из них: приказ МЗ СССР «Об усовершенствовании эпидемиологического надзора за зоонозами» 11.06.1987; Государственные санитарные правила и нормы

для предприятий хлебопекарной промышленности, для предприятий мясной промышленности, дезинфекционных учреждений и др.; Методические указания по борьбе с грызунами в населенных пунктах (1981); Методические указания по борьбе с тараканами, блохами, постельными клопами, рыжими домовыми муравьями (1981); Методические указания по борьбе с грызунами в жилых домах (1987); Инструкция по мойке и профилактической дезинфекции на предприятиях мясной и птицеперерабатывающей промышленности (1984).

В настоящее время в организации противотуляремийных мероприятий санэпидслужба руководствуется Законами ДНР «Об обеспечении санэпидблагополучия населения ДНР» 18.05.2015, «Об иммунопрофилактике инфекционных болезней» 04.09.2015, Постановлениями Совета министров ДНР «Положение о Государственном санитарно-эпидемиологическом надзоре на территории ДНР» 10.01.2015, «Положение о Государственной санитарно-эпидемиологической службе ДНР» 10.01.2015, «О государственном надзоре в сфере хозяйственной деятельности» 21.08.2015; межведомственным приказом «Об утверждении Инструкции взаимодействия Министерства по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий ДНР и Министерства здравоохранения ДНР при угрозе возникновения и возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» 16.05.2017; приказами МЗ ДНР «Об утверждении Перечня особо опасных, опасных инфекционных и паразитарных болезней человека и носительства возбудителей этих болезней» 17.10.2017, «Об утверждении календаря профилактических прививок по эпидемическим показаниям и порядка их проведения» 13.06.2017, «О мероприятиях по предотвращению инфекционных заболеваний, которые регулируются средствами дезинфекции, дезинсекции и дератизации на 2012–2016 годы» 25.07.2013, «Об утверждении форм отраслевой отчетности о состоянии инфекционной заболеваемости и иммунопрофилактике» 26.04.16, «Об утверждении Порядка предоставления внеочередных донесений» 21.01.19, «Об организации и проведении лабораторного мониторинга за инфекционными заболеваниями» 04.02.19, «О проведении иммунизации против туляремии» 23.11.2017 и др.

При туляремии оценка потенциального риска заражения населения базируется на результатах эпизоотического и эпидемиологического надзора. Обследование природных очагов туляремии проводится в плановом порядке и по эпидпоказаниям. Основанием для начала обследования является экстренное извещение о случае туляремии у людей или выявление возбудителя у млекопитающих, членистоногих, в объектах окружающей среды, в воде и др. Случай туляремии определяется как вероятный, если у пациента имеются не исключающие туляремию клинические признаки и симптомы, как подтвержденный – в случае

положительного результата ПЦР, или выделения культуры *F. tularensis* в биологическом образце, или четырехкратного прироста титра антител в двух образцах, взятых с интервалом 2 недели.

В эпизоотическом очаге регистрируют изменения численности грызунов и кровососущих членистоногих, проводят лабораторные исследования отловленных грызунов, переносчиков, по их результатам делают заключение о наличии на данной территории в настоящее время туляремийной эпизоотии, проводят эпизоотологическую дифференциацию территорий для определения конкретных мер профилактики для каждой из них. Задачи санэпидслужбы: слежение за заболеваемостью людей туляремией, выявление источников и факторов заражения, проведение вакцинопрофилактики населения групп риска, изучение противотуляремийного иммунитета, контроль дератизационных и дезинсекционных мероприятий [4].

Исследование источников инфекции и факторов передачи возбудителя у животных и в пробах окружающей среды, как в спорадических случаях, так и во время вспышек, требует комплексного подхода, в котором должны принимать участие, как специалисты здравоохранения, так и специалисты ветеринарной медицины. Необходимо приложить усилия для повышения осведомленности клиницистов и усовершенствования методов лабораторной диагностики туляремии.

Список литературы

1. Desvars A. Epidemiology and Ecology of Tularemia in Sweden, 1984–2012 / A. Desvars, M. Furberg, M. Hjertqvist et al. // Emerging Infectious Diseases. – 2015. – Vol. 21, N 1.
2. Mailles A. 10 years of surveillance of human tularaemia in France / A. Mailles, V. Vaillant. [Electronic source]. <http://www.eurosurveillance.org> (Article submitted on 19 July 2013, published on 13 November 2014).
3. Faber M. Tularemia in Germany / M. Faber, K. Heuner, D. Jacob, R. Grunow // A Re-emerging Zoonosis Frontiers in Cellular and Infection Microbiology. [Electronic source]. <http://www.frontiersin.org>. – 2018. – Vol. 8. – Article 40.
4. Эпидемиологический надзор за туляремией / Метод. указания 3.1.2007-05.

УДК 598.241.3 : 94(470)"16/18"

М.Г. КАМБЕК ОБ ОХОТЕ АЗОВСКИХ КАЗАКОВ НА ДРОФ

Тарасенко Е.Н., канд. техн. наук, доц.

г. Ступино, Московская обл., РФ

entarasenko@yandex.ru

В научных изданиях и периодике XIX в. на немецком языке публиковались статьи и сообщения о природе, истории и населении степей Северного Приазовья, многие из этих публикаций до настоящего времени

не переведены на русский язык и остаются практически недоступными большинству отечественных исследователей. Настоящая работа посвящена переводу на русский язык и введению в научный оборот заметки врача и поэта Максимилиана Грегора Камбека «Охота азовских казаков на дроф», опубликованной в 1854 г. А. Эрманом в XIII томе издаваемого им в Берлине сборника «Archiv für wissenschaftliche Kunde von Russland» [1].

Врач и поэт-романтик М.Г. Камбек прожил короткую жизнь (всего 28 лет), его литературный талант и интерес к естествознанию не успели развернуться в полную силу. Он родился 13 сентября 1828 г. в Дерпте, в 1844 г. приступил в Казанском университете к изучению филологии и занятию древними языками, продолжая свои поэтические опыты. Мертвые языки скоро наскучили ему, и он обратился к естествознанию: с 1848 г. М.Г. Камбек стал учиться медицине в Дерптском университете. В 1850 г. он был вынужден оставить по болезни университет и следующие два года путешествовал по России. Вернувшись в 1852 г. в С. Петербург, он завершил там свое образование и остался работать врачом. М.Г. Камбек умер в Петербурге 6 мая 1856 г. [2, с. 32–33].

Земли азовских казаков в Северном Приазовье М.Г. Камбек посетил во время путешествия по России в 1850–1852 гг. Ряд деталей в его описании охоты на дроф свидетельствуют о том, что он был ее непосредственным свидетелем.

Азовское казачье войско было основано после русско-турецкой войны 1828–1829 гг. В ходе ее казаки Дунайской Сечи, образованной в низовьях Дуная частью запорожцев, бежавших туда после упразднения Запорожской Сечи в 1775 г. и находившихся под властью Османской империи, перешли на сторону России и оказали важные услуги русской армии. После заключения мира предводитель казаков О.М. Гладким выбрал в 1829 г. место для их поселения на пустующих землях юга Екатеринославской губернии [3, с. 19–23, 31] (сейчас бывшие земли Азовского войска входят в состав Мангушского и Володарского (Никольского) районов Донецкой области, а также Бердянского района Запорожской области).

Охота всегда была излюбленным занятием казачества, а дичи до середины XIX в. в Северном Приазовье было достаточно. На юге Екатеринославской губернии лучшей дичью считалась в то время дрофа, о многочисленности там дрофы и стрепета писали многие современники [4, с. 95; 5, с. 15–16]. Степная целина и пастбища, мало поврежденные перевыпасом, были излюбленными местами обитания как дрофы (*Otis tarda*), так и стрепета (*Tetrax [Otis] tetrax*).

До середины XIX в. наиболее прибыльным занятием в Северном Приазовье было скотоводство; земледелием, связанным с трудоемкой распашкой степной целины немецкие колонисты, и азовские казаки занимались, в основном, для собственных нужд, зерновая торговля через

Мариупольский порт была ограниченной. В 1830 г. открылся Бердянский порт, цены на пшеницу повысились за следующее десятилетие в 3–5 раз, началось «золотое время» зерновой торговли через азовские порты с югом Европы. В Мариуполе в начале 70-х годов XIX в. были проведены дноуглубительные работы в старом порту в устье Кальмиуса; в ноябре 1882 г. в город пришла железная дорога; 23 августа 1889 г. был открыт новый порт у балки Зинцевой. Мариуполь стал лидером зернового экспорта в Северном Приазовье.

Первыми выводы из сложившейся ситуации сделали немецкие колонисты, их историограф Я. Штах писал: «... колебанию в выборе между хлебопашеством и скотоводством был положен конец. С этих пор пшеница стала главным предметом производства колонистов ...» [6, с. 148]. Целинные пустоши и выгоны (пастбища) в Северном Приазовье стали быстро распахать, уничтожались традиционные места обитания дрофы и стрепета, в сочетании с ростом числа охотников это привело к существенному снижению численности дрофиных.

Первым из приазовской степи исчез стрепет, ставший крайне редким в этих местах еще начале XX в., а с 1953 г. он вообще не фиксировался в Донецкой области даже на пролете [7, с. 22]. В начале XX в. на юге Новороссии отмечено и снижение численности дрофы [8, с. 110], но до наших дней в Северном Приазовье она все-таки дожила, пусть и в качестве очень редкого вида, достоверно фиксируемого лишь на зимовке. Зимующие группы дроф в 80-е годы XX в. отмечались в Володарском (Никольском), Первомайском (Мангушском) и Тельмановском районах Донецкой области [7, с. 22]; 16 января 1988 г. зимующих дроф наблюдали в окрестностях заповедника «Каменные Могилы» [9, с. 73]. Дрофа указана в начале XXI в. как редкий зимующий вид в Федоровском и Стародубовском лесничествах в бассейне левых притоков Берды [10, с. 181], т.е. как раз в тех местах, где проходила в середине XIX в. описанная М.Г. Камбеком охота на дроф. Последним свидетельством зимовки дроф в Северном Приазовье стало появившееся в соцсети «Одноклассники» зимой 2017–2018 гг. фото дрофы, добытой охотниками в Володарском или Мангушском районах. Гнездование дроф в Володарском и Мангушском районах достоверно не зафиксировано, среди охотников последние 25–30 лет ходят рассказы о встрече в этих местах отдельных выводков во второй половине лета [7, с. 22], но все это пока так и остается «охотничьими рассказами», которые не раз доводилось слышать и автору.

Ниже представлен фрагмент выполненного автором перевода на русский язык заметки М.Г. Камбека «Охота азовских казаков на дрофу».

[Стр.] 443. «Эта охота в своих различных видах хорошо известна и на юге России, но нигде я не видел более искусного охотника на дрофу, чем азовский казак. Из Покровской станицы, расположенной в двадцати верстах от Мариуполя, мы отправились в безмятежное октябрьское утро

охотиться на дроф. Если бы мы не шли с казаками, нас вряд ли можно было бы считать охотниками, потому что ни у кого из нас не было ружья, а казаки были вооружены лишь короткими нагайками, висевшими у них на поясе. В степях России различают дроф двух видов: дрофу *Otis tarda* и стрепета *Tetrax [Otis] tetrax*. Дрофы относятся к роду куриных птиц. Дрофа – крупнейшая наземная птица Старого Света ростом в два аршина. Голова и шея [ее] пепельного цвета, тело белое, спина серо-коричневого цвета с черными поперечными полосами. Самец имеет по сторонам на подбородке усы из белых перьев. Стрепет имеет черную коричневую, полосатую голову; шея и виски преимущественно рыжие, черные и пятнистые. Дрофа – осторожная, боязливая птица и не подпускает близко людей. Органы зрения и слуха у этой птицы обладают невероятной тонкостью. Чуткость этой птицы часто приводит в изумление самого искусного охотника. В полете дрофа несколько тяжеловесна, зато неутомима в беге. Плохо натасканная охотничья собака редко сможет догнать взрослую дрофу.

[Стр.] 444. Поэтому в [случае] опасности дрофы больше доверяют своим ногам, чем крыльям. Они живут стаями, питаются зерном, молодыми побегами, капустой, дождевыми червями и насекомыми. В Малороссии стрепет, из-за его вкусного мяса, желанная [добыча], и охота на него часто ведется весьма своеобразным способом. Летом казаки изредка занимаются охотой на дрофу, тогда птицу стреляют [из ружья], но поздней осенью начинается облавная охота. Если два–три дня подряд идет дождь, а потом вдруг наступают морозы, казак отправляется верхом в степь и разыскивает дроф. У них промокшие под дождем крылья сразу обмерзают, и они полагаются только на свои ноги. Вооруженный нагайкой с пулей на конце, охотится казак на дрофу. Если он застигнет врасплох несколько дроф, то начинается гонка, необозримое поле для которой предоставляет бескрайняя степь. Ловкий охотник нагайкой пробивает птице череп, как только он ее настигнет.

[Стр.] 445. Редко ошибается охотник. Удар по крыльям или спине против охотничьего обычая и наказывается едкой шуткой. Покровское осталось далеко позади, и мы уже приближались к первому озеру, у которого несколько дней назад видели большую стаю дроф. Степь представляла перед нами гладким зеркалом, переливающимся самыми разными цветами, над которым клубился серый прозрачный туман, позолоченный красными лучами осеннего солнца, которое теперь медленно поднималось на горизонте. Вокруг царила глубокая тишина, прерываемая лишь частыми ударами копыт наших лошадей. Вдруг наш проводник подал знак, и с громким «Ура!» кинулись туда казаки с быстротой молнии. <...> Вскоре мы увидели шесть дроф, которые с невероятной быстротой мчались перед нами по гладкому зеркалу степи. Все ближе и ближе мы приближались к длинноногим беглецам, со свистом

взлетела в воздух нагайка и тяжело упала первая птица. Все шесть птиц были добыты за полчаса, и мы, и наши лошади нуждались в отдыхе».

Перевод примечаний М.Г. Камбека к его заметке в данной работе не приводится. Автор благодарен В. Петкау (ФРГ) и В.А. Гончаренко (РФ) за любезно предоставленные ими сканы заметки М.Г. Камбека из XIII-го тома (за 1854 г.) «Архива А. Эрмана».

Список литературы

1. Cambecq M. G. Trappenjagd der Asowschen Kosaken / M. G. Cambecq // Archiv für wissenschaftliche Kunde von Russland (hrsg. v. A. Erman). – 1854. – В. XIII. – S. 439–446.
2. Literarisches Taschenbuch der Deutschen in Rußland / Herausgegeben von Jegor von Sivers. – Riga : Verlag von N. Kymmell, 1858. – XII, 320 s.
3. Гаденко А. П. Азовское казачье войско (1830–1865 г.) / А. П. Гаденко. – Кашира : Типография В. А. Третьякова, 1912. – 54 с.
4. Материалы для географии и статистики России, собранные офицерами генерального штаба. Екатеринославская губерния. – СПб. : Типография департамента Генерального штаба, 1862. – 352 с.
5. Дзякович П. К. Очерк города Мелитополя и его уезда в географическом отношении / П. К. Дзякович. – Мелитополь : Типолитография Л. Л. Либермана, 1898. – 56 с.
6. Штах Я. Очерки из истории и современной жизни южнорусских колонистов / Я. Штах. – М. : Тип. А. И. Мамонтова, 1916. – 266 с.
7. Рева М. Л. Страницы Красной книги / М. Л. Рева, Л. И. Тараненко, Г. Н. Молодан и др. – Донецк : Донбасс, 1989. – 111 с.
8. Карпов Б. Г. Полное географическое описание нашего отечества. Т. XIV. Новороссия и Крым / Б. Г. Карпов, П. А. Федулов, В. И. Каратыгин и др. – СПб.: Изд. А. Ф. Девриена, 1910. – 983 с.
9. Сиренко В. А. Фауна наземных позвоночных Украинского степного природного заповедника (Пресмыкающиеся, птицы, млекопитающие. Аннотированный список видов) / В. А. Сиренко, В. В. Мартынов // Тр. филиала Украинского степного природного заповедника «Каменные Могилы» (юбилейный сборник). – К. : Фитосоциоцентр, 1998. – Вып. 1. – С. 63–82.
10. Москаленко И. С. Реализация программы «Леса Украины» в бассейне реки Берда и непосредственно в окрестностях «Каменных Могил» / И. С. Москаленко // Каменные Могилы – прошлое и настоящее: матер. науч.-практ. конф., посвященной 85-летию отделения Украинского степного природного заповедника «Каменные Могилы». – Донецк : Ноулидж, 2012. – Вып. 2 (Ч. 1). – С. 180–181.

ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ НАСЕЛЕНИЯ ПАНЦИРНЫХ КЛЕЩЕЙ СКВЕРОВ Г. ДОНЕЦКА

Штириц А.Д., канд. биол. наук, доц.

Соколова К.Н.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР

eco-1999@mail.ru

Скверы – неотъемлемый элемент современного городского ландшафта. Практически в каждом городе Донбасса имеются скверы. Это небольшие по площади (до 3 га) зеленые массивы, которые служат для оформления площадей, межквартальных территорий и других участков городской территории [1]. Скверы имеют значительную изоляцию даже на окраинах города и испытывают сильную рекреационную нагрузку [2], что, безусловно, оказывает влияние на состав и структуру животного населения. Антропогенная нагрузка на почвенный покров и сообщества растений и животных в пределах города неоднородна. К таким городским территориям относятся парки, скверы, травяные газоны в зонах рекреации и в зонах отчуждения вдоль транспортных магистралей. Антропогенная нагрузка приводит к постоянной фрагментации микроландшафта и нарушению естественных процессов разложения подстилки, отражаясь на структуре сообществ орибатид [3].

Цель исследования – установить особенности экологической структуры сообществ панцирных клещей в почвах городских скверов.

В качестве модельных участков были выбраны территории скверов «Горсад» и «Сокол», расположенных в центре г. Донецка.

Материалом для настоящей работы послужили сборы на территории скверов «Горсад» и «Сокол», расположенных в центре г. Донецка в осенний период 2019 г. Отбор почвенных проб и выгонка клещей в термоэлекторах проводились по общепринятой методике Е.М. Булановой-Захваткиной [4]. Видовая принадлежность панцирных клещей устанавливалась при микроскопировании с помощью микроскопа Zeiss Primo Star (Германия). Для оценки экологического разнообразия сообществ орибатид использован индекс Шеннона [5]. Для анализа структуры доминирования сообществ использовались градации доминирования по шкале Г. Энгельманна [6] для микроартропод. Анализ распределения жизненных форм проведен в соответствии с работами Д.А. Криволуцкого [7, 8]. Оценка состояния окружающей среды с помощью интегрального показателя сообществ панцирных клещей проведена по ранее предложенной нами методике [9].

Анализируя показатели видового богатства и средней плотности населения панцирных клещей исследуемых скверов в осенний период, следует отметить крайне низкие параметры видового богатства (от 3 («Сокол») до 5 видов («Горсад»)) и средней плотности населения (от 200 «Сокол» до 1 260 экз./м² («Горсад»)).

Экологическое разнообразие исследуемых сообществ панцирных клещей незначительно, по наиболее показательному информационно-статистическому индексу Шеннона оно варьирует от 0,95 нат в сквере «Сокол» до 1,31 нат в сквере «Горсад».

В структуре доминирования сообщества панцирных клещей сквера «Горсад» отмечен эудоминант *Tectoribates ornatus* (40,9 %), один доминант *Punctoribates liber* (36,4 %) и 3 субдоминанта (22,7 %). В структуре доминирования сообщества орибатид в сквере «Сокол» отмечен один эудоминант – *Tectocepheus velatus* (60%) и два доминанта, на долю которых приходится по 20 % (*P. liber* и *T. ornatus*). Редкие виды (реценденты и субреценденты) в структуре доминирования обоих скверов отсутствуют.

В исследуемых биотопах отмечены представители только трех из 6 адаптивных типов панцирных клещей. Наибольшее разнообразие жизненных форм зафиксировано в сквере «Горсад», здесь обнаружены обитатели поверхности почвы, вторично неспециализированные и глубокопочвенные формы. В сквере «Сокол» найдены представители только двух типов: вторично неспециализированные и глубокопочвенные формы.

В результате проведенной оценки 5 экологических параметров сообществ панцирных клещей по пятибалльной шкале (максимум 25 баллов) [9] установлено, что в осенний период интегральный показатель сообщества орибатид в сквере «Горсад» составляет 10 баллов, и соответствует *значительному уровню отклонений от нормы*. В сквере «Сокол» этот показатель еще более низкий – всего 6 баллов – *значительный уровень отклонения от нормы*.

Особенностью экологической структуры сообществ орибатид скверов, расположенных в центре города, в осенний период являются крайне низкие показатели видового богатства, средней плотности и экологического разнообразия сообществ, наличие эудоминантов и отсутствие редких видов в структуре доминирования, отсутствие представителей трех жизненных форм.

Это связано в первую очередь с высокой рекреационной нагрузкой, которой подвергаются данные скверы, прежде всего с постоянным вытаптыванием людьми, а также с регулярной механической обработкой почвы, газонокоснением и сбором листового опада сотрудниками «Зеленстроя». Эти скверы находятся в самом центре города, окружены улицами с очень интенсивным транспортным потоком, потому к негативным факторам, воздействующим на население орибатид, можно

также отнести выбросы отработанных газов от многочисленного автомобильного транспорта.

Тем не менее, сообщества орибатид в скверах не уничтожены полностью. Даже в таких экстремальных эдафических условиях формируется обедненный комплекс из наиболее экологически приспособленных видов, адаптирующихся к значительной антропогенной нагрузке.

Таким образом, по экологическому состоянию населения орибатид в почвах исследуемых биотопов можно сделать косвенную оценку состояния всего почвенного покрова, условий для жизнедеятельности микроартропод и окружающей среды городских скверов в целом – это *значительные отклонения от нормы*. Следует также отметить, что данная оценка характеризует лишь «временной срез» в осенний период. Для более объективной оценки необходимо проведение дальнейших исследований с учетом сезонного аспекта – в весенний и летний периоды года с расширением спектра исследуемых скверов города.

Список литературы

1. Лаптев О. О. Интродукція та акліматизація рослин з основами озеленення / О. О. Лаптев. – К. : Фітосоціоцентр, 2001. – 128 с.
2. Тихонова Г. Н. Распределение мелких млекопитающих и типизация незастроенных территорий г. Москвы / Г. Н. Тихонова, И. А. Тихонов, П. Л. Богомолов, Н. Д. Бодяк, А. В. Суров // Успехи современной биологии. – 1997. – Т. 117, вып. 2. – С. 218–238.
3. Колодочка Л. А. Состав и структура сообществ клещей надсемейства Oribatei в почвах мемориальных комплексов мегаполиса / Л. А. Колодочка, А. С. Шевченко // Вестник зоологии. – 2013. – Т. 47, № 4. – С. 291–297.
4. Буланова-Захваткина Е. М. Панцирные клещи – орибатиды / Е. М. Буланова-Захваткина. – М. : Высш. шк., 1967. – 254 с.
5. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и способы его измерения: пер. с англ. / Э. Мэгарран. – М. : Мир, 1992. – 184 с.
6. Engelmann H.-D. Zur Dominanzklassifizierung von Bodenarthropoden / H.-D. Engelmann // Pedobiologia. – 1978. – Bd. 18, Hf. 5/6. – S. 378–380.
7. Криволицкий Д. А. Морфо-экологические типы панцирных клещей (Acariformes, Oribatei) / Д. А. Криволицкий // Зоол. журн. – 1965. – Т. 44, № 8. – С. 1176–1189.
8. Панцирные клещи: морфология, развитие, филогения, экология, методы, исследования, характеристика модельного вида *Nothrus palustris* C. L. Koch, 1839 / Криволицкий Д. А., Ф. Лебрен, М. Кунст и др. / Под ред. Д. А. Криволицкого. – М.: Наука, 1995. – 224 с.
9. Штирц А. Д. Оценка влияния антропогенной нагрузки на экосистемы с использованием интегрального показателя сообществ панцирных клещей / А. Д. Штирц // Acta Biologica Sibirica. – 2015. – № 1 (1–2). – P. 51–66. doi: 10.14258/abs.v1i1-2.782

ПАНЦИРНЫЕ КЛЕЩИ (ACARIFORMES: ORIBATEI) ТЕХНОГЕННЫХ И ПРИРОДНЫХ ЛАНДШАФТОВ ДОНБАССА

Ярошенко Н.Н., д-р биол. наук, проф.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР

yaroshenko-1935@mail.ru

Панцирные клещи-орибатиды известны как одна из доминирующих групп среди почвенных артропод, принимающих активное участие в почвообразовательных процессах в естественных и антропогенно нарушенных экосистемах. Размеры орибатид варьируют от 0,2 до 1,0 мм. Благодаря своему грызущему ротовому аппарату, они подвергают деструкции растительный опад, чем способствуют его дальнейшему разложению. Своей жизнедеятельностью они способствуют гумификации разных типов почв. Клещи в почве проделывают ходы, что способствует проникновению воздуха и воды. Орибатиды способны точно реагировать на любые изменения в экосистемах, что дает возможность использовать их в зоологической диагностике почв. Панцирные клещи являются пионерной группой в заселении рекультивированных промышленных отвалов и спонтанно заросших сорно-рудеральной растительностью шлаковых отвалов металлургических заводов. Орибатиды играют существенную роль в биогеоценозах, пропуская через себя до 2 % энергии, поступающей в почву в виде органических остатков [1].

Начиная с 1968 г. кафедрой зоологии и экологии ДонНУ проводятся научные исследования по фауне, биотопическому распределению и сезонной динамике численности панцирных клещей в техногенных и естественных ландшафтах Донбасса. В промышленных биотопах Донецкой области обнаружено 154 вида орибатид. Наиболее богат их видовой состав на рекультивированных шахтных терриконах (95 видов) и на старых, спонтанно заросших сорно-рудеральной растительностью шлаковых отвалах металлургических заводов (89 видов). Минимум видового богатства отмечен на рекультивированных шламонакопителях содового производства (49 видов) [2]. В пределах Донецкой области в естественных и промышленных экотопах определено 228 видов орибатид, относящихся к 122 родам и 68 семействам [2, 3].

В дальнейшем были проведены мониторинговые исследования панцирных клещей и сопутствующих почвообитателей в естественных природных ландшафтах.

В памятнике природы «Истоки Кальмиуса» в семи биотопах обнаружено 126 видов орибатид, относящихся к 67 родам и 40 семействам. Из них доминировали 4 вида: *Micropippia minus* (Paoli) – 9,60 %, *Protoribates*

capucinus Berl. – 5,79 %, *Ceratozetes mediocris* Berl. – 16,31 %, *Punctoribates zachvatkini* Schald. – 13,34 %, часто встречались 6 и редко – 116 видов [4].

В условиях регионального ландшафтного парка (РЛП) «Краматорский» в результате проведенных исследований было установлено 152 вида панцирных клещей, относящихся 47 родам и 42 семействам. Доминировало 4 вида: *Microppia minus* (Paoli) – 5,87 %, *Zygoribatula exarata* Berl. – 5,72 %, *Scheloribates latipes* (Koch) – 6,85 %, *Protoribates monodactylus* (Haller) – 6,08 %, часто встречались 11 и редко – 137 видов [5].

В различных биотопах РЛП «Клебан-Бык» обнаружено 167 видов орибатид, относящихся к 81 роду и 45 семействам. Доминировали 5 видов: *Multioppia glabra* Mih. – 6,70 %, *Scheloribates latipes* (Koch) – 7,31 %, *Punctoribates zachvatkini* Schald. – 14,94 %, *Pilogalumna allifera* (Oudms.) – 7,17 %, часто встречались 10 и редко – 152 вида [6].

В уловиях РЛП «Зуевский» обнаружено 170 видов орибатид, относящихся к 87 родам и 45 семействам. К доминирующим отнесены 3 вида: *Microppia minus* (Paoli) – 9,07 %, *Ramusella clavipectinata* Mih. – 5,94 %, *Protoribates capucinus* Berl. – 7,19 %, часто встречались 10 и редко – 157 видов [7].

В биотопах балки Климушанской заповедника «Хомутовская степь – Меотида» обнаружено 99 видов панцирных клещей, относящихся к 65 родам и 40 семействам. Доминировали 3 вида: *Sphaerochthonius dilutus* Serg. – 5,78 %, *Microppia minus* (Paoli) – 26,38 %, *Discoppia cylindrica* (Perez-Inigo) – 10,15 %, часто встречались 6 и редко – 90 видов [8].

Общим и широко распространенным для четырех исследуемых заповедных территорий Донбасса является вид *Microppia minus* (Paoli) (за исключением РЛП «Клебан Бык»).

Таким образом, фауна панцирных клещей заповедных природных ландшафтов Донбасса достаточно разнообразна, что характерно для степной зоны. Однако до сих пор остаются необследованными некоторые природные объекты. Так, необходимо проведение дальнейших исследований в балке Казенной Амвросиевского района, в памятниках природы «Панский сад», «Староласпинская скала» и в ряде других охраняемых территорий Донбасса.

Список литературы

1. Криволицкий Д. А. Панцирные клещи как индикатор почвенных условий / Д. А. Криволицкий // Итоги науки и техники. Сер. Беспозвоночные животные. – М.: ВИНТИ, 1978. – Т. 5. – С. 70–134.
2. Ярошенко Н. Н. Почвенные зооценозы промышленных экосистем Донбасса / Н. Н. Ярошенко. – Донецк: ДонГУ, 1999. – 294 с.
3. Ярошенко Н. Н. Орибатида клещи (Acariiformes, Oribatei) естественных экосистем Украины / Н. Н. Ярошенко. – Донецк: ДонНУ, 2000. – 313 с.

4. Ярошенко Н. Н. Панцирные клещи (Acariformes, Oribatei) и другие почвообитатели памятника природы «Истоки Кальмиуса» / Н. Н. Ярошенко, А. Д. Штирц. – Донецк: Норд, 2006. – 155 с.
5. Ярошенко Н. Н. Панцирные клещи (Acariformes, Oribatei) и сопутствующие почвенные обитатели регионального ландшафтного парка «Краматорский» Донецкой области / Н. Н. Ярошенко. – Донецк: ЛАНДОН–XXI, 2015. – 224 с.
6. Ярошенко Н. Н. Панцирные клещи регионального ландшафтного парка «Клебан-Бык» Донецкой области / Н. Н. Ярошенко // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона: межвед. сб. науч. работ. – Донецк: ДонНУ, 2006. – Вып. 6. – С. 166–174.
7. Ярошенко Н. Н. Стациальное распределение панцирных клещей в Липовой балке регионального ландшафтного парка «Зуевский» (Донецкая область) / Н. Н. Ярошенко // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2010. – Вып. 1 (10). – С. 178–183.
8. Ярошенко Н. Н. Панцирные клещи и сопутствующие почвообитатели балки Климушанской заповедника «Хомутовская степь – Меотида» / Н. Н. Ярошенко // Вестник Донецкого университета. Сер. А. Естеств. науки. – 2016. – № 4. – С. 123–132.

Физиология и биохимия растений

УДК 635.82: 577.15

ДЕСТРУКТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ ГРИБА *PLEUROTUS OSTREATUS* (JACQ.: FR.) KUMM. В УСЛОВИЯХ ГЛУБИННОЙ ФЕРМЕНТАЦИИ

Демченко С.И., канд. биол. наук, доц., Дутик Д.А.
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
s.demchenko@donnu.ru

Среди культивируемых видов грибов второе место по объемам производства занимает базидиальный ксилотроф *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm. (вешенка обыкновенная). Для выращивания этого гриба используют лигноцеллюлозные субстраты, что позволяет эффективно утилизировать отходы лесного и сельского хозяйства, легкой и пищевой промышленности, загрязняющих окружающую среду [1].

Цель представленной работы – исследование деструктивной активности гриба *P. ostreatus* при глубинном культивировании на питательной среде, содержащей нативную и модифицированную лузгу семян подсолнечника.

Для проведения биохимических анализов гриб *P. ostreatus* выращивали на жидкой питательной среде, содержащей следующие компоненты: $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ – 2 г, KH_2PO_4 – 0,6 г, $\text{K}_2\text{HPO}_4 \times 3\text{H}_2\text{O}$ – 0,4 г, $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,5 г, измельченная лузга подсолнечника (нативная или модифицированная) – 10 г, вода водопроводная – до 1000 мл. Модификацию подсолнечной лузги осуществляли 1 %-ным раствором гидроокиси натрия при модуле 1:10 в течение 1 ч. В качестве тест-культуры использовали гибридный штамм *P. ostreatus* Д-2.3 донецкой селекции. Глубинное культивирование культуры гриба проводили в круглых плоскодонных колбах емкостью 250 мл с 50 мл указанной среды. Параметры глубинного культивирования были следующими: температура 26 °С, скорость работы аппарата для встряхивания – 150 об./мин. После окончания культивирования в мицелии *P. ostreatus* определяли концентрацию белка по методу Лоури, в культуральном фильтрате – активность внеклеточной лакказы, используя спектрофотометрический метод (субстратом для окисления служил 10 мМ раствор пирокатехина в 0,1 М Na-ацетатном буфере (рН 5,4)) и активность ферментов целлюлозолитического комплекса по отношению к фильтровальной бумаге (ФБ-активность) [2]. Содержание целлюлозы и лигнина в растительных отходах определяли по методу Х.Н. Починка.

Анализ экспериментальных данных показал, что при выращивании гриба *P. ostreatus* Д-2.3 на питательной среде с добавлением нативной подсолнечной лузги максимальное содержание водорастворимых белков в

мицелии отмечено лишь к 36 ч. культивирования. Более интенсивный рост гриба наблюдался на питательной среде с модифицированной подсолнечной лузгой. На этой питательной среде наибольшее накопление белка в мицелии зафиксировано к 24 ч. роста *P. ostreatus* в условиях глубинного культивирования. Химическая модификация подсолнечной лузги раствором щелочи привела, по-видимому, к частичной делигнификации. На таком субстрате исследованная культура гриба интенсивно росла, вероятно, за счет низкомолекулярных и легкодоступных продуктов деструкции компонентов лузги семян подсолнечника.

Во время роста на питательной среде с нативной подсолнечной лузгой исследованный базидиальный ксилотроф активно утилизировал как целлюлозу, так и лигнин. За 84 ч. роста гриба деградации подверглось до 10 % лигнина и 12 % целлюлозы субстрата. При внесении в питательную среду химически модифицированной подсолнечной лузги наблюдалось увеличение интенсивности разрушения целлюлозы и лигнина. К 84 ч. роста гриба в глубинной культуре усвоение целлюлозы составило 26 %, лигнина – 22 %.

При глубинном культивировании *P. ostreatus* на исследованных питательных средах наблюдался синтез как целлюлозолитических, так лигнолитических ферментов. При этом активность внеклеточных целлюлаз в 3,8 раза была больше на среде с подсолнечной лузгой, модифицированной щелочью, чем на среде с нативной лузгой семян подсолнечника.

Предварительная обработка подсолнечной лузги 1 %-ным раствором щелочи вела к снижению активности внеклеточной лакказы, хотя именно такая обработка субстрата обеспечивала наибольшее разложение лигнина. По-видимому, в процессе деградации этого компонента в модифицированной подсолнечной лузге участвуют другие лигнолитические ферменты, синтезируемые грибом *P. ostreatus*.

В условиях глубинного культивирования гибридный штамм *P. ostreatus* Д-2.3 донецкой селекции способен к активной деструкции основных компонентов подсолнечной лузги – лигнина и целлюлозы. Деструктивная активность исследованного ксилотрофа увеличивается при внесении в питательную среду химически модифицированной лузги семян подсолнечника.

Список литературы

1. Бисько Н. А. Биология и культивирование съедобных грибов рода Вешенка / Н. А. Бисько, И. А. Дудка. – К.: Наук. думка, 1987. – 148 с.
2. Методы экспериментальной микологии: справочник / И. А. Дудка, С. П. Вассер, И. А. Элланская и др.; под ред. В. И. Билай. – К.: Наук. думка, 1982. – 550 с.

ПЕРОКСИДАЗНАЯ АКТИВНОСТЬ ГИБРИДНЫХ ШТАММОВ *PLEUROTUS OSTREATUS* (JACQ.: FR.) KUMM. В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СТРЕССА

Демченко С.И., канд. биол. наук, доц., *Сахно С. А.*
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
s.demchenko@donnu.ru

Изучение воздействия абиотических стрессов на съедобный гриб *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm., который занимает второе место в мире по объемам производства грибной продукции [1, 4], позволит целенаправленно и планомерно проводить отбор штаммов, толерантных к стрессовым факторам окружающей среды.

Одним из самых ранних эффектов при перегреве мицелия грибов является окислительный стресс, обусловленный накоплением активных форм кислорода (АФК). Для защиты от него у грибов существует антиоксидантная система, состоящая из ферментов (супероксиддисмутазы каталазы, пероксидазы и др.) и низкомолекулярных антиоксидантов [2]. Особый интерес представляют пероксидазы, активность которых коррелирует с уровнем устойчивости грибов к абиотическим стрессам [5].

Цель представленной работы – исследование пероксидазной активности гибридных штаммов *P. ostreatus* в условиях высокотемпературного стресса (ВТС).

В работе использовали два штамма *P. ostreatus* – гибридный штамм К-17 испанской селекции и Д-2.3 донецкой селекции из коллекции мицелиальных культур базидиальных ксилотрофов кафедры физиологии растений ГОУ ВПО «ДонНУ». Культуры гриба выращивали в течение семи суток при оптимальной температуре $+26\pm 1$ °С на жидкой глюкозо-картофельной среде [6] методом поверхностного культивирования, далее их подвергали действию термошока – инкубировали 2 часа при повышенной температуре ($+40\pm 1$ °С), отбирали пробы культуральной жидкости (КЖ) и культивирование исследованных гибридов продолжали еще 24 часа в оптимальных условиях.

В качестве контроля использовали КЖ семи- и восьмисуточных культур вешенки обыкновенной, которые не подвергались воздействию ВТС.

Пероксидазную активность вешенки обыкновенной определяли в КЖ фотоэлектроколориметрическим методом на КФК-3 [3], который основан на измерении оптической плотности продуктов реакции, образовавшихся при окислении о-дианизидина в присутствии перекиси водорода за определённый промежуток времени. За единицу активности

фермента принимали его количество, окисляющее 1 мкмоль о-дианизидина за 1 мин. в условиях эксперимента ($t = +24^{\circ}\text{C}$, $\text{pH} = 5,4$).

Нами обнаружено, что в контрольных вариантах опыта оба исследованных штамма *P. ostreatus* были способны к синтезу внеклеточной полифункциональной (versatile) пероксидазы (ПП, КФ 1.11.1.16). Причем активность ПП у гибридного штамма донецкой селекции Д-2.3 была выше, чем у штамма испанской селекции К-17. Экстремальное воздействие температуры $+40^{\circ}\text{C}$ привело к увеличению пероксидазной активности у штамма К-17 на 27 % в сравнении с контролем. У грибной культуры штамма Д-2.3 также повышалась активность внеклеточной ПП в условиях высокотемпературного стресса, однако уровень активации данного фермента был несколько больше и составил 147 % относительно контроля. Через 24 часа после снятия стресса у термотолерантных штаммов вешенки обыкновенной активность внеклеточной полифункциональной пероксидазы восстановилась до уровня контрольных значений. Это свидетельствует о реорганизации метаболизма при адаптации грибного организма к высокотемпературному стрессу.

Устойчивость исследованных гибридных штаммов вешенки обыкновенной к действию высокотемпературного стресса определяется функционированием комплекса метаболических реакций, включающих, в том числе, увеличение активности внеклеточной пероксидазы, которая участвует в детоксикации АФК при окислительном стрессе.

Список литературы

1. Дудка И. А. Культивирование съедобных грибов / И. А. Дудка, Н. А. Бисько, В. Т. Билай. – К.: Урожай, 1992. – 160 с.
2. Колупаев Ю. Е. Формирование адаптивных реакций на действие абиотических стрессоров / Ю. Е. Колупаев, Ю. В. Карпец. – К.: Основа, 2010. – 352 с.
3. Методы экспериментальной микологии: справочник / И. А. Дудка, С. П. Вассер, И. А. Элланская и др.; под ред. В. И. Билай. – К.: Наук. думка, 1982. – 550 с.
4. Основы биотехнологии высших грибов: учеб. пособие / Н. А. Заикина, А. Е. Коваленко, В. А. Галынкин и др. – СПб.: Проспект Науки, 2007. – 336 с.
5. Рогожин В. В. Пероксидаза как компонент антиоксидантной системы живых организмов / В. В. Рогожин. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 240 с.
6. Семенов С. М. Лабораторные среды для актиномицетов и грибов: справочник / С. М. Семенов. – М.: Агропромиздат, 1990. – 240 с.

ДИНАМИКА ПЕКТОЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НЕКОТОРЫХ ШТАММОВ ВЫСШИХ БАЗИДИАЛЬНЫХ ГРИБОВ

Загнитко Ю.П., Воротынцева Ю.А.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР

upzagnitko@mail.ru

Пектолитические ферменты широко используются в различных областях (виноделии при осветлении вин и консервировании фруктовых соков и увеличения сокоотдачи, в текстильной промышленности при вымачивании льна перед переработкой, в производстве кофе и кофейных концентратов пектолитические ферменты применяют также для удаления железообразного слоя, который бывает на поверхности кофейных бобов). Процесс гидролиза пектиновых веществ имеет большое значение для переработки плодов, ягод и овощей. Использование пектолитических ферментов позволяет резко повысить сокоотделение (на 5–25 %) при производстве осветленных соков, особенно из тех плодов и ягод, которые не имеют собственных пектолитических ферментов и содержат повышенные количества пектина (слива, алыча, абрикосы, персики, груши и др.). При изготовлении фруктово-ягодных напитков с мякотью ферменты позволяют снять нежелательный желирующий эффект.

Выделение пектиновых энзимов не служит грибу орудием для проникновения в ткани. Гриб проникает после того, как растительный материал будет разрушен другими организмами или же механическим повреждением.

Целью работы было наблюдение за ростовыми процессами штамма *Irpex lacteus*, под воздействием 1% свекловичного пектина.

Исследования проводились со штаммами В-04, С-06, А-Дон-02, КП-17, СП-17 *Irpex lacteus*. Кислотность исходной среды доводили до 4.0. Штаммы выращивали в термостате при 26,28,30,32,34⁰С. Количество повторностей равнялось 3.

Во время проведения эксперимента использовали следующие методы: физиолого-биохимические – определение пектолитической активности; определение белка; определение рН культуральной жидкости; определение накопления биомассы; математико-статистические – для обработки и оценки достоверности полученных результатов.

Характер изменения пектолитической активности *Irpex lacteus* в процессе культивирования показал, что максимальные показатели пектолитической активности на 10 е сутки отмечены у штаммов С-06 (0,26 ед/мг) и А-Дон-02 (0,257 ед/мг). В то время как на 15 сутки максимальная пектолитическая активность зафиксирована у штамма СП-

17 (0,162 ед/мг). На 10 и 15 сутки проведения эксперимента достоверно наименьшую активность показали штаммы В-04 (0,167/0,063 ед/мг соответственно) и КП-17 (0,173/0,096 ед/мг соответственно).

В ходе эксперимента достоверно минимальная концентрация белка отмечена на 10 сутки у штамма В-04 (0,065 ед/мг) и на 15 сутки у КП-17 (0,06 ед/мг).

Достоверно более низкую удельную пектолитическую активность на протяжении всего эксперимента на 10 сутки показал штамм СП-17 и на 15 сутки - В-04.

Исходя из того, что рН исходной среды равнялось 4,0, можно сказать, что все штаммы на протяжении культивирования подщелачивали культуральную жидкость. Причем КП-17 значительно подщелачивал культуральную жидкость с 10 по 15 сутки эксперимента. Штаммы В-04 и СП-17 подщелачивали культуральную жидкость на 15 сутки проведения эксперимента. На 15 сутки отмечены достоверно более высокие показатели пектолитической активности, что возможно и связано с подщелачиванием грибами культуральной среды и выделением в нее ферментов пектолитического действия.

С целью достижения максимального выхода ферментов пектолитического действия в культуральную жидкость необходимо продолжить исследования по подбору условий культивирования исследуемых штаммов.

Штаммы, значительно подщелачивающие питательную среду, показывают достоверно более высокие результаты по пектолитической активности.

Список литературы

1. Артемов А., Фролов С., Полякова Е., Ерохина О. «Биохимические технологии в производстве текстильных изделий» // «В мире оборудования». – №1 (52). – 2005. – С. 137-144.
2. Семенова М.В., Сеницына О.А., Морозова В.В., Федорова Е.А., Гусаков А.В. Использование препарата грибной пектинлиазы в пищевой промышленности // Прикладная биохимия и микробиология. – 2006. – Т. 42, № 6. – С. 681-685.
3. Філіпова Ю.О., Бойко С.М. Динаміка зміни пектолітичної активності та деяких біохімічних показників культур базидіальних грибів // Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів // Збірка доповідей VI міжнародної наукової конференції аспірантів та студентів. – Донецьк, 2007. – С. 218-219.

СПОСОБЫ РЕГУЛЯЦИИ МИКРОБНОГО СИНТЕЗА СКВАЛЕНА

Клименко А.А., Мещерякова О.Л., Свиридова Т.В.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет
инженерных технологий», г. Воронеж, РФ
post@vsuet.ru

Сквален – ненасыщенный углеводород, являющийся бесцветной вязкой жидкостью. Обладает антиоксидантными, противоопухолевым, иммуномодулирующим действием, благодаря чему нашёл широкое применение в косметической и фармацевтической промышленности.

Традиционно сквален получают из жира печени акул, однако данный способ является дорогостоящим, а в связи с деятельностью различных природоохранных организаций в перспективе может быть ограничен. Другим источником сквалена являются растительные масла, из которых наибольшее содержание сквалена в масле амаранта (до 8%) [1].

Однако, по данным [2, 3] сквален является одним из компонентов при производстве адьюванта, применяемого в вакцинах. А возрастающие объёмы производства ставят под угрозу исчезновения богатые скваленом виды рыб. В связи с чем особенно остро становится проблема поиска альтернативных источников сквалена. Так одним из альтернативных способов является микробный синтез. В качестве перспективного источника сквалена выделяют морские микроорганизмы *Aurantiochytrium* sp. [4], а также описаны способы получения сквалена из рекомбинантных дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* [5, 6].

Несмотря на то, что уже существуют соответствующие технологии, необходимо оптимизировать процессы для снижения себестоимости производства, что позволит микробному сквалену составить конкуренцию на мировом рынке. Основные задачи в повышении продуктивности дрожжей – это подавление активности фермента сквален-эпоксидазы, осуществляющего синтез эргостерина из сквалена; подбор компонентов питательной среды, являющихся предшественниками сквалена: фарнезилпирофосфат, бета-фарнезен и др., которые содержатся в растениях; поиск способов повышения активности сквален-синтазы.

Первая задача решается добавлением противогрибковых препаратов группы аллиламинов (бутенафин, нафтифин, тербинафин), из которых наиболее эффективным является тербинафин. Внесение 0,3 % этого компонента в питательную среду для культивирования дрожжей увеличивает синтез сквалена в 7–8 раз, уменьшая активность фермента в 3 раза [6].

Большинство исследований, посвящённые сквален-синтазе описывают способы ингибирования данного фермента, так как сквален

является предшественником синтеза холестерина и считалось, что сквален является причиной болезней, связанных с избытком холестерина. Однако дальнейшие исследования показали, что на синтез холестерина идёт только 10 % сквалена [1].

Фарнезилпирофосфат и бета-фарнезен относятся к классу терпеновых соединений, которые являются компонентами эфирных масел. Также большое количество терпеновых соединений содержится в хвойных растениях [7]. Использование эфирных масел нецелесообразно из-за их высокой стоимости, однако добавление водного экстракта хвои можно рассматривать как перспективный метод повышения выхода продукта. Описаны способы повышения выхода биомассы кормовых дрожжей за счёт применения хвойного экстракта [8]. Главная проблема в поиске биогенной добавки, содержащей предшественники синтеза сквалена, заключается в том, что вместе с ними в состав растений входят фитонциды, ингибирующие рост и развитие многих бактерий при высоких концентрациях. Поэтому целью дальнейшего исследования является подбор оптимальной концентрации экстракта, которая будет давать максимальный выход продукта, не вызывая гибель продуцента.

Список литературы

1. Сквален: физиологические и фармакологические свойства / Е.Н. Музалевская, Л.А.Мирошниченко, В.А. Николаевский и др. // Экспериментальная и клиническая фармакология. – 2015. – №6. – С. 120-130.
2. Черникова М. И. Сравнительное изучение иммуногенности адъювантов различной природы и механизма действия на модели инактивированной вакцины против гриппа / М. И. Черникова, О. С.Каширина, Ю. М.Васильев // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. – 2015. – №6. – С. 134-144.
3. Кузнецова Т. А. Адъюванты гриппозных вакцин: новые возможности применения сульфатированных полисахаридов из морских бурых водорослей / Т. А. Кузнецова // Вопросы вирусологии. – 2019. – С. 28-44.
4. Patel A. Simultaneous production of DHA and squalene from *Aurantiochytrium* sp. grown on forest biomass hydrolysates // *Biotechnol Biofuels*. 2019.
5. Патент RU2235777C2 Способ получения эргостерола и его промежуточных продуктов с использованием рекомбинантных дрожжей. – А. Вебер
6. Мещерякова О. Л. Биосинтез сквалена дрожжами *Saccharomices cerevisiae* ВГШ-2 / О. Л. Мещерякова // Биотехнология и биомедицинская инженерия. 2018. – С. 20-30.
7. Лацерус Л. А. Растительные терпеноиды как возможные противоопухолевые агенты / Л. А. Лацерус // Российский биотерапевтический журнал. – 2010. – №1. – С. 34-50.
8. Патент RU2580160C2 Способ приготовления кормовых дрожжей. – Г. Е. Кокиева, И. Б. Шагдыров, Б. И. Шагдыров и др. – 6 с.

ВЛИЯНИЕ ИСТОЧНИКА УГЛЕРОДНОГО ПИТАНИЯ НА МОЛОКОСВЕРТЫВАЮЩУЮ АКТИВНОСТЬ ШТАММОВ *IRPEX LACTEUS*

Ковальчук А. С., Чемерис О. В., канд. биол. наук
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
chemeris07@rambler.ru

В настоящее время протеолитические ферменты получают из растительных и животных источников, микроорганизмов и грибов. Протеолитические ферменты находят широкое применение в пищевой, молочной, кожевенной промышленности. Однако сырьевая база получения ферментов из животных ограничена, растительные энзимы обладают низкой ферментативной активностью, а для ферментных препаратов микробного происхождения необходим тщательный контроль безопасности [6]. Одним из перспективных источников протеолитических ферментов, обладающих высокой активностью, являются базидиальные грибы. Отсутствие спороношения в глубинной культуре и контаминация бактериальными культурами грибных ферментных препаратов определяет значительные преимущества базидиомицетов. Источниками протеаз могут быть многие виды базидиальных грибов различных родов: *Coprinus*, *Ganoderma*, *Laetiporus*, *Russula*, *Pleurotus* [3, 6, 8], *Irpex lacteus* [9–11]. Исследователями активно разрабатываются новые технологические схемы получения ферментных препаратов из культур базидиальных грибов.

Целью работы была оценка влияния источника углеродного питания на способность штамма *Irpex lacteus* 1082 и 2425 к синтезу внеклеточных протеиназ молокосвертывающего действия.

Штаммы гриба *Irpex lacteus* 1082 и 2425 выступали в качестве объекта исследований. Культивирование штаммов *I. lacteus* 1082 и 2425 происходило в течение 25 суток в колбах объемом 100 мл с 50 мл жидкой глюкозо-пептонной питательной средой рН 4,0 [8]. Источники углерода – фруктозу, сахарозу и галактозу вносили в питательную среду в количестве эквивалентном содержанию углерода глюкозы.

Молокосвертывающую активность (МСА) культуральной жидкости (КЖ) определяли по методу Kawai и Mukai [1, 7, 11], содержание белка в КЖ – спектрофотометрическим методом [2, 12], накопление биомассы мицелия определяли по показателю абсолютно сухой биомассы [4]. Статистическую обработку полученных результатов проводили методами дисперсионного анализа [5].

Установлено, что при культивировании штаммов *I. lacteus* 1082 и 2425 источник углеродного питания оказывал влияние на молоко-

свертывающую активность культуральной жидкости. Максимальные значения ферментативной активности КЖ наблюдались на 10-е и 25-е сутки культивирования для штамма 1082 на питательной среде, содержащей глюкозу в качестве источника углерода, и составляли 448,54 Е/мл и 496,78 Е/мл и. На 15-е и 20-е сутки выращивания штамма *I. lacteus* 1082 МСА КЖ было ниже по сравнению с 10-м днем и находилась на уровне 309,44 и 357,77 Е/мл соответственно. При использовании фруктозы и сахарозы как источников углеродного питания молокосвертывающая активность КЖ штамма *I. lacteus* 1082 находилась на одном уровне – 248,30–274,02 Е/мл с 10-х по 25-е сутки культивирования, за исключением варианта 25-х суток культивирования изолята на питательной среде с сахарозой.

Максимум МСА для штамма *I. lacteus* 2425 установлен на 15-е сутки – 290 Е/мл. При дальнейшем культивировании отмечено снижение ферментативной активности КЖ. Для штамма *I. lacteus* 2425 отмечено значительное снижение МСА КЖ.

При использовании галактозы для культур *I. lacteus* 1082 и 2425 наблюдалась минимальная молокосвертывающая активность КЖ. Значения ферментативной активности КЖ в течение всего периода культивирования штамма *I. lacteus* 1082 находились на уровне 142,98–172,67 Е/мл, штамма *I. lacteus* 2425 – в пределах 55,3 Е/мл.

Содержание белка в КЖ было ниже контрольных значений (исходное содержание белка – 2,82 мг/мл) при культивировании штаммов *I. lacteus* 1082 и 2425 на питательных средах, содержащих различные сахара. Очевидно, что в процессе культивирования происходили одновременные процессы биосинтеза внеклеточных белков, в том числе и ферментов молокосвертывающего действия, и потребления белка из питательной среды для физиологических потребностей штаммов *I. lacteus* 1082 и 2425. Полученные результаты согласуются с литературными данными [9].

При культивировании штамма *I. lacteus* 1082 на питательных средах, содержащих глюкозу, фруктозу и галактозу, лог-фаза роста мицелия составляла 20 суток, а для штамма *I. lacteus* 2425 – 15 суток. При использовании сахарозы как источника углеродного питания стационарная фаза роста отмечена на 15–20-е сутки культивирования для изолятов *I. lacteus* 2425 и 1082, а на 25-е сутки наблюдались процессы автолиза мицелия штамма *I. lacteus* 1082.

Кислотность КЖ в течение всего периода культивирования штаммов *I. lacteus* 1082 и 2425 была выше контрольного значения (исходное значение питательной среды рН 4,02) независимо от источника углерода в питательной среде. Стоит отметить, что при использовании глюкозы, как наиболее оптимального источника углеродного питания в питательной среде, кислотность КЖ составлял рН 4,03–4,7.

Источник углеродного питания является важным фактором, регулирующим биосинтез экзопротеиназ молокосвертывающего действия штаммами *I. lacteus* 1082 и 2425. Максимальные значения МСА изолята *I. lacteus* 1082 отмечены при использовании глюкозы на 10-е и 25-е сутки, штамма *I. lacteus* 2425 – на 15-е сутки. Использование фруктозы и сахарозы в качестве источника углеродного питания для штамма *I. lacteus* 1082 предполагает оптимизацию условий культивирования продуцента.

Список литературы

1. Белки, ферменты и стерилы базидиальных грибов. Методы исследования / Под ред. О. П. Низковской. – Ленинград: Наука, 1979. – 72 с.
2. Кочетов Г. А. Практическое руководство по энзимологии / Г. А. Кочетов. – Москва: Высшая школа, 1980. – 272 с.
3. Лебедева Г.В. Очистка и характеристика молокосвертывающих ферментов вешенки обыкновенной / Г.В. Лебедева, М.Т. Проскуряков // Прикл. биохимия и микробиол. – 2009. – Т. 45, № 6. – С. 690 – 692.
4. Петербургский А.В. Практикум по агрономической химии / А. В. Петербургский. – Москва: Колос, 1968. – 469 с.
5. Приседський Ю. Г. Статистична обробка результатів біологічних експериментів: навчальний посібник / Приседський Ю. Г. – Донецьк: ТОВ «Норд Комп'ютер», 1999. – 210 с.
6. Сакович В. В. Базидиомицеты как источники биологически активных веществ / В. В. Сакович, Д. Д. Жерносеков // Веснік Палескага Дзяржаўнага універсітэта. Серыя прыродазнаўчых навук. – 2018. – № 1. – С. 3–13.
7. Типограф Д. Я. Условия культивирования гриба *Aspergillus candidus*, шт. 111 и его ферментативные комплексы / Д. Я. Типограф, Т. А. Петина // Прикл. биохимия и микробиология. – 1966. – Т. 2, № 4. – С. 417–424.
8. Федорова Л.Н. Биосинтез молокосвертывающего фермента базидиальным грибом *Russula decolorans* 0456 / Л.Н. Федорова, Т.Н. Дроздова, В.П. Гаврилова // Микология и фитопатология, 1981. – Т. 15, № 6. – С. 456–500.
9. Чемерис О. В. Особенности биосинтеза экзопротеиназ молокосвертывающего действия базидиомицетом *Irpex lacteus* при изменении источника углеродного питания / Чемерис О. В., Помазкова Ю. А. // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2019. – № 3–4. – С. 92–97.
10. Штаммовая изменчивость синтеза специфических молокосвертывающих протеиназ у базидиального гриба *Irpex lacteus* / [О. В. Чемерис, В. В. Рашевский, К. А. Галкова, М. И. Бойко] // Вестник Московского университета. Сер. 16. Биология. – 2016. – № 4. – С. 45–49.
11. Kawai M. Studies on milk clotting enzymes produced by *Basidiomycetes*. I. Screening test of *Basidiomycetes* for the production of milk clotting enzymes / M. Kawai, N. Mukai // Agric. Biol. Chem. – 1970. – V. 34, N 2. – P. 159–163.
12. Layne E. Spectrophotometric and turbidimetric methods for measuring proteins / E. Layne // Methods Enzymol. – 1957. – Vol. 3. – P. 447–455.

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА КАЧЕСТВА ПАСТЕРИЗОВАННОГО МОЛОКА

Скрыпник А.К., Швиндина Е.С.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
k.shvyndina@donnu.ru

Молоко является одним из основных продуктов питания в рационе человека. Благодаря своим свойствам насыщает организм полезными микроэлементами, витаминами и ферментами. Качество молока определяется состоянием первоначального сырья, именно оно строит основу для безопасного и высококачественного продукта, ведь оно требует особого внимания при производстве и нуждается в особом контроле. Молоко является благоприятной средой для развития микроорганизмов и это критический фактор так как бактериальная обсемененность огромна и в нем проявляют свой рост патогенные и условнопатогенные бактерии. Не соблюдение санитарно-гигиенических норм, а именно их нарушение приводит к бактериальному загрязнению, в результате развиваются и размножаются микроорганизмы, это предопределяет быструю потерю свежести и порчу молока. При этом изменяются питательные и технологические его свойства не только как продукта питания, но и как сырья [1–3].

Важнейшими характеристиками молочных продуктов является их микробиологическая стойкость и безопасность. *Целью нашего исследования* заключалось в определении качества и безопасности пастеризованного молока на основе микробиологического анализа.

Объект исследования выступило молоко коровье пастеризованное (жирность 2,5 %) от производителей Донецкой Народной Республики: АОЗТ «Донецкий городской молочный завод №2», ОАО «Геркулес» (ТМ «Добрыня»); коммунальное предприятие «Макеевский комбинат детского питания» (ТМ «Река молока»); Горловский молокозавод ООО «Твой производитель» (ТМ «Живая»).

Для исследования использовали микробиологические и статистические методы.

Посев проводили чашечным методом на твердые питательные среды: на МПА с целью обнаружения факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), на среду Плоскирева для обнаружения патогенных микроорганизмов, в том числе бактерий рода *Salmonella* и на среду Эндо – на бактерии группы кишечных палочек (БГКП). Метод основан на подсчете колоний мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, вырастающих на питательной среде КМАФАнМ [КОЕ/см³] при температуре 30 ± 1 °С в течение 72 часов [4].

Количество колонии образующих единиц во всех образцах на мясо-пептонной среде (МПА) в пределах нормы (не более 1×10^5 КОЕ/см³): $3,4 \times 10^4 \pm 1,6$ КОЕ/см³ (АОЗТ «Донецкий городской молочный завод №2»), $7,1 \times 10^4 \pm 1,9$ КОЕ/см³ (коммунальное предприятие «Макеевский комбинат детского питания», ТМ «Река молока») $2,7 \times 10^4 \pm 2,5$ КОЕ/см³ (ОАО «Геркулес», ТМ «Добрыня»), $5,6 \times 10^4 \pm 2,5$ КОЕ/см³ (горловский молокозавод ООО «Твой производитель», ТМ «Живая»). Все исследованные нами образцы соответствовали показателям КМАФАнМ, указанным в нормативных документах СанПин 2.3.2.1078-01 и ГОСТ [5, 6].

На среде Эндо лишь только у одного из образцов ТМ «Река молока» наблюдался рост колоний розового цвета с металлическим блеском. Данный факт свидетельствует о том, что в данном продукте присутствовали бактерии группы кишечной палочки. Пастеризованное молоко с содержанием этих видов микроорганизмов категорически запрещен в употреблении в пищу. Выявление БГКП свидетельствует о низком санитарном состоянии объекта и возможном наличии в нем возбудителей кишечных инфекций.

С целью предупреждения появления опасных для человека микроорганизмов и во избежание массовых отравлений, производителям молока необходимо придерживаться всех санитарно-гигиенических норм и уделять особое внимание при сортировании молочного сырья с подбором наиболее адекватного способа технологической переработки с выполнением всех санитарных норм.

Список литературы

1. Дегтерев Г. П. Многоуровневая система обеспечения безопасности и качества молока и молочных продуктов / Г. П. Дегтерев // Молочная промышленность. – 2014. – № 25. – С. 44–46.
2. Молочников В. В. Проблемы качества молока-сырья / В.В. Молочников, Т.А. Орлова // Переработка молока. – 2008. – № 9. – С. 16–17.
3. Соляник Т. В. Микробиология. Микробиология молока и молочных продуктов: курс лекций / Т. В. Соляник, М. А. Гласкович. – Горки: БГСХА, 2014. – 75 с.
4. Сычева О. В. Оценка качества и безопасности молока: практическое пособие / О.В. Сычева. – М. –Берлин: Директ-Медиа, 2014.– 80 с.
5. ГОСТ Р 53430-2009 Национальный стандарт Российской Федерации. Молоко и продукты переработки молока. Методы микробиологического анализа. Дата введения 2011-01-01. [Электронный ресурс] // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации.
6. СанПиН 2.3.4.551-96 Производство молока и молочных продуктов [Электронный ресурс] // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации.

ПАТОГЕННЫЙ СТАФИЛОКОКК В ГКБ № 21 г. ДОНЕЦКА

Трошина А.Д., Чайка А.В.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР

alexander.v.chaika@gmail.com

Стафилококковое инфекционное заболевание – сложный патологический процесс взаимодействия стафилококка и организма человека с широким спектром проявлений – от бессимптомного носительства вплоть до тяжелой интоксикации и развития гнойно-воспалительных очагов. Человек непосредственно связан с повсеместно распространенными стафилококками, и по этой причине стафилококковое инфекционное заболевание – угроза в любом месте и в любое время. Пример тому – внутрибольничная инфекция, которая на протяжении многих лет является серьезной проблемой для больниц во всем мире [1].

Цель исследования – изучение носительства патогенного стафилококка пациентами КУ ГКБ № 21.

Для выявления носительства патогенного стафилококка у 161 пациента было проведено бактериологическое обследование. Материалом исследования была моча, раны и мазок из зева. Обследование пациентов проводилось в течение шести месяцев (октябрь, ноябрь, декабрь, январь, февраль, март). Идентификацию выделенных чистых культур проводили по морфологическим, тинкториальным свойствам (окраска по Граму) и плазмокоагулирующей активности (РКП).

Наибольшее заселение стафилококком за весь период исследования было выявлено в зеве (у 21 человека, что составляет 40 %) и в ранах (у 7 человек, 32%), а наименьшее – в моче (у 20 человек, 20%).

Наиболее высокая выявляемость стафилококка была в марте (41 %), наиболее низкая – в декабре (12 %). Это может быть связано с тем, что весной иммунитет человека ослаблен из-за нехватки витаминов.

Применение бактериологического метода позволило обнаружить стафилококк у пациентов КУ ГКБ № 21. Полученные результаты были использованы для проведения курса терапии.

Список литературы

1. Воробьев А. А. Медицинская микробиология, вирусология и иммунология. – М., 2004. – 618 с.
2. Агкачева С. А. Инфекционный контроль и инфекционная безопасность в ЛПУ. – М.: АНМИ, 2001. – 533 с.

ИНФЕКЦИОННЫЕ БОЛЕЗНИ РОЗЫ САДОВОЙ ГИБРИДНОЙ В УСЛОВИЯХ ОТКРЫТОГО ГРУНТА ДОНЕЦКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА

Федотов С.В.¹,
Бондаренко-Борисова И.В.², канд. биол. наук, ст. науч. сотр.,
Швиндина Е.С.¹

¹ ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР

² ГУ «Донецкий ботанический сад», г. Донецк, ДНР

k.shvyndina@donnu.ru

Цветочно-декоративные растения, и в частности, розы, а также формируемые из них цветники являются составным элементом благоустройства и озеленения города Донецка. Обладая множеством преимуществ, основными из которых являются высокая декоративность и красота цветов, розы играют очень важную роль в формировании архитектурно-художественного облика нашего города [1, 3].

В результате многолетнего роста на одном месте, на кустарниках рода *Rosa* L. начинает накапливаться целый комплекс паразитических микроорганизмов, которые становятся их постоянными спутниками, и с которыми необходимо систематически бороться на протяжении всего вегетационного периода. Заболевания роз, вызываемые болезнями и вредителями, могут резко снижать их декоративность, а во многих случаях приводить и к гибели растений. В связи с этим, весьма актуальным является вопрос выяснения причин болезней растений, их защиты от различных заболеваний, а также разработка и применение мер профилактики и борьбы с ними [2–4].

Цель работы состояла в определении изучении и распространенности заболеваний, вызванных микозами, Розы Садовой гибридной (*Rosa* × *Hibrida hort.*), произрастающей на территории Донецкого ботанического сада в условиях открытого грунта.

Объектами исследований были заболевания роз открытого грунта, вызванные фитопатогенными грибами, такими как: Альтернария (*Alternaria* sp.), Кладоспориум (*Cladosporium* sp.), Фузариум (*Fusarium* sp.), Песталотирпсис (*Pestalotiopsis* sp.), Глиокладиум розовый (*Gliocladium roseum*).

Для исследований использовали фитопатологические, микологические и статистические методы.

Для оценки распространенности наиболее вредоносных грибковых заболеваний розы садовой гибридной в открытом грунте ДБС производился осмотр и подсчет пораженных растений.

Как показали проведенные нами исследования в открытом грунте ДБС, роза садовая гибридная наиболее часто поражается следующими грибными заболеваниями: Мучнистая роса (возбудитель *Sphaerotheca pannosa*), Черная пятнистость (возбудитель *Marssonina rosae*), Ржавчина (возбудитель *Phragmidium disciflorum*). При этом черная пятнистость и ржавчина являются наиболее сильно прогрессирующими заболеваниями в течении вегетационного периода. Развитие мучнистой росы происходит умеренными темпами. Из исследований также видно, что интенсивность и распространенность этих болезней нарастает на протяжении всего сезона вегетации.

Наиболее подвержены болезни ремонтантные, полиантовые и, в меньшей степени, чайно-гибридные розы. Высокую устойчивость демонстрируют плетистые и крупноцветковые розы (группа грандифлора).

Распространенность заболеваний таких микозных заболеваний как кладоспориоз, альтернариоз, фузариоз, песталоциоз роз открытого грунта в Донецком ботаническом саду не превышают значений в 5–7 %. В следствии чего оценка их интенсивности развития в данной работе не учитывалась.

Наиболее вредоносными заболеваниями для садовых гибридных роз в условиях открытого грунта ДБС являются: черная пятнистость – ее распространенность в своем максимуме достигает 89–91 %, а интенсивность поражения доходит до 3.6 баллов; ржавчина – имеет максимальную распространенность в пределах от 35 до 44 %, с наибольшей интенсивностью поражения в 2.3–2.7 баллов; мучнистая роса – дает наибольшее распространение в 21–24 %, и интенсивность поражения в 2.5 балла. Другие выявленные заболевания – альтернариоз, фузариоз, песталоциоз, кладоспориоз, и другие микозы, в насаждениях ДБС не превышают значений распространенности в 5–7 %, что не наносит существенного вреда декоративным насаждениям.

Список литературы

1. Бондаренко-Борисова И. В. Изучение сортовой устойчивости розы садовой гибридной (*Rosa×hybrida hort.*) к грибным заболеваниям в открытом грунте Донецкого ботанического сада НАН Украины/ И. В. Бондаренко-Борисова, Р. И. Пельтихина // Интродукція рослин. – 2008. – № 4. – С. 110–116.
2. Бондаренко-Борисова И. В. Наиболее распространенные болезни декоративных растений Донецкой области и методы их контроля // Промышленная ботаника. – 2009. – Вып. 9. – С. 204–212.
3. Бухарина И. Л. Городские насаждения: экологический аспект: монография // И. Л. Бухарина, А.Н. Журавлева, О.Г. Большова – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2012. – 206 с.
4. Горланова Е.П. Болезни *Rosa hybrida Hort.* в Нижнем Поволжье и меры борьбы с ними. – Саратовский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского Учебно-научный центр «Ботанический сад» Бюл. Ботанического сада Саратовского госуниверситета. Вып. 11, 2013. – С 135–138.

БИОДЕГРАДАЦИЯ ПШЕНИЧНОЙ СОЛОМЫ НЕКОТОРЫМИ ШТАММАМИ *IRPEX LACTEUS* ПРИ ЖИДКО- И ТВЕРДОФАЗНОМ КУЛЬТИВИРОВАНИИ

Чемерис О. В., канд. биол. наук

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР

chemeris07@rambler.ru

В настоящее время одной из ключевых отраслей биотехнологии является биоконверсия возобновляемого растительного сырья в топливо, кормовые и пищевые продукты [4]. Применение методов биоконверсии растительных отходов позволяет значительно снизить вред, наносимый окружающей среде, а древесную и растительную дисперсию использовать для изготовления биопластиков, строительных смесей, кормовых добавок и удобрений [2, 3]. Особое внимание в биотехнологии переработки лигноцеллюлозных материалов уделяется дереворазрушающим базидиальным грибам. Продуцируя широкий спектр внеклеточных ферментов различного спектра, базидимицеты способны утилизировать достаточно большое количество разных субстратов. Несмотря на многочисленные исследования по поиску активных продуцентов ферментов целлюлозолитического действия [1, 3, 5], вопросы использования базидиальных грибов в биоконверсии растительных отходов сельского хозяйства остаются недостаточно исследованными.

Целью работы была оценка степени биodeградации пшеничной соломы штаммами *Irpex lacteus* при жидко- и твердофазном культивировании.

Объектом исследований были пять штаммов гриба *I. lacteus*, которые хранятся в коллекции кафедры физиологии растений ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет» и в Коллекции культур шляпочных грибов Института ботаники им. Н. Г. Холодного НАН Украины (ИБК) под номерами 1080, 1082, 1631, 1632 и 2434. В качестве субстрата при твердо- и жидкофазном культивировании штаммов *I. lacteus* использовали пшеничную солому, предварительно измельченную до конечного размера частиц 0,5–0,7 см.

Культивирование штаммов *I. lacteus* проводили в течение 30 суток при температуре 32 °С в колбах Эрленмейера объемом 100 мл. При жидкофазном культивировании вносили 1,5 г воздушно-сухой пшеничной соломы и 50 мл дистиллированной воды, при твердофазном – 2 г воздушно-сухой пшеничной соломы и 20 мл дистиллированной воды.

Об интенсивности разложения субстрата грибом судили по убыли сухой биомассы субстрата за период культивирования. Статистическую

обработку полученных данных осуществляли дисперсионным анализом, а сравнение средних арифметических величин – по критерию Дункана [5].

Эффективность биотехнологического процесса обусловлена в значительной степени особенностями выбранной культуры и условиями ее культивирования. В ходе проведенных исследований было установлено, что при жидкофазном культивировании штаммов *I. lacteus* степень биодegradации пшеничной соломы была невысокой. Наименьшая степень деградации отмечена для штамма *I. lacteus* 1632. На 5-е сутки культивирования потеря массы субстрата составляла ~4 %. К 30-м суткам культивирования степень разложения соломы была не более 10 %. Для других штаммов *I. lacteus* степень разложения субстрата была выше, начиная с 5-х суток культивирования. Так, для штаммов *I. lacteus* 1080 и 2434 степень биодеструкции находилась на уровне 9 %, а для штаммов 1082 и 1631 – на уровне 12 %. При дальнейшем культивировании степень биодegradации соломы штаммами *I. lacteus* увеличивалась незначительно и составляла ~12–14 %.

При твердофазном культивировании штаммов *I. lacteus* убыль массы пшеничной соломы была более значимой. На 5-е сутки культивирования степень биодegradации для штаммов *I. lacteus* 1080, 1082 и 1632 находилась на уровне 8 %, для штамма 2434 – на уровне 14,5 %, для штамма 1631 – на уровне ~17 %. На 10-е сутки культивирования для штаммов *I. lacteus* потеря массы субстрата не отмечена, за исключением штамма 1082. Очевидно, в этот период субстрат еще колонизировался продуцентом.

На 15-е сутки при твердофазном культивировании штаммов *I. lacteus* 1082, 1631 и 2434 наблюдалась значительная потеря биомассы субстрата от 6 до 10 %, для штаммов 1080 и 1632 – на уровне 3 %. К 30-м суткам при твердофазном культивировании наибольшая степень деструкции пшеничной соломы отмечена для штаммов *I. lacteus* 1082, 1631 и 2434 и составляла 39–42 %, для штамма 1632 – 30 %, а для штамма 1080 – 20 %. Очевидно, что условия твердофазного культивирования предпочтительнее для исследуемых штаммов *I. lacteus*, чем жидкофазное культивирование.

Из приведенных данных следует, что штаммы дереворазрушающего гриба *I. lacteus* способны к биодegradации пшеничной соломы. Степень биодegradации субстрата зависит от условий культивирования штаммов. Штаммы *I. lacteus* могут быть использованы в качестве биологического объекта для переработки растительных отходов сельского хозяйства, предпочтительно в условиях твердофазного культивирования.

Список литературы

1. Древаль К. Г. Біотехнологічні особливості базидіальних грибів – продуцентів целюлозолітичних ферментів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук : 03.00.20 «Біотехнологія» / К. Г. Древаль. – Одеса, 2014. – 20 с.

2. Кожевникова Е. Ю. Прямая конверсия лигноцеллюлозного сырья в биоэтанол с использованием базидиальных грибов: дис. ... канд. хим. наук: спец. 05.17.07 «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ», 03.01.06 «Биотехнология (в том числе бионанотехнологии)». М., 2017. – 116 с.
3. Мокрушина Н. С. Биоконверсия древесных отходов методом компостирования с получением органического удобрения / Н. С. Мокрушина, Т. С. Тарасова, И. В. Дармов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2009. – Т. 11. № 1.– С. 228–232.
4. Тарнопольская В. В. Перспективы использования базидиальных грибов для получения кормовых продуктов / В. В. Тарнопольская, Е. В. Алаудинова, П. В. Миронов / Хвойные бореальной зоны. 2016. XXXVII. – № 5–6. – С. 338– 341.
5. Enzymatic hydrolysis of aspen biomass into fermentable sugars by using lignocellulases from *Armillaria gemina* / S. S. Jagtap, S. S. Dhiman, T. S. Kim // Bioresource technology. 2013. – Vol. 133. – P. 307–314.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕРОПРИЯТИЙ ПО КОРРЕКЦИИ ОСАНКИ УЧАЩИХСЯ НА ПРИМЕРЕ УВК «КОРН»

Балакирева Е.А., канд. биол. наук, доц.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР

eliz_balakireva@ukr.net

Сохранение здоровья детей и подростков является актуальной проблемой, так как дети – генофонд нации, ее научный и экономический потенциал. При этом на протяжении многих лет школа – место активной деятельности ребенка. Важнейшие периоды наиболее активного развития детского организма и формирование его здоровья совпадают с периодом получения им общего среднего образования [1, 3]. По данным ряда исследований, за период обучения в школе у детей в пять раз увеличивается частота нарушения зрения, в три раза – осанки, увеличивается число детей, имеющих пограничные нарушения психического здоровья [5, 7].

Один из видов деформации опорно-двигательного аппарата, часто встречающейся у школьников – сколиоз (боковое его искривление относительно плоскости позвоночного столба). Первая степень – это начальная стадия, при которой позвоночник искривлен незначительно. У детей младшего школьного возраста сколиоз вызван несформировавшимся и слабым мышечным каркасом, неправильной посадкой за столом или партой [2, 4, 6]. Сколиоз в 6 раз чаще выявляют у девочек, что объясняется разницей в физическом развитии между мальчиками и девочками и слабостью мускулатуры школьниц в связи с меньшей двигательной активностью. При лечении сколиоза первой степени, как правило, используют традиционные методы лечения – классический массаж, сегментарно-рефлекторный массаж в комплексе с лечебной физической культурой (ЛФК).

Обучение в школе, выполнение домашних заданий увеличивает нагрузку на растущий организм. Дети, как правило, меньше двигаются, больше сидят, в результате чего возникает дефицит мышечной деятельности, увеличивается статическое напряжение. При этом, к сожалению, для многих детей единственная физическая нагрузка – это уроки физкультуры в школе.

Анализируя литературные источники, можно утверждать, что большинство специалистов считают физические упражнения и подвижные игры наиболее эффективными мероприятиями профилактики нарушений осанки и лечения сколиоза. При этом вопросы методики использования

различных подходов и оценки их эффективности с учетом индивидуального уровня физического развития детей, их функционального состояния, двигательной активности требуют дополнительной разработки.

Цель исследования – оценить эффективность используемой коррекционной программы для учащихся с диагнозом сколиоз первой степени на примере учебно-воспитательного комплекса «Корн».

Исследования были проведены на базе учебно-воспитательного комплекса «Корн» города Донецка. В исследовании принимали участие 20 учеников (мальчики) со сколиозом первой степени в грудном отделе позвоночника, существенно не отличающиеся по возрасту, массе тела и уровнем функционального состояния организма, установленного по соответствующим методикам. Для оценки эффективности предложенных мероприятий сформированная группа (n=20) была разделена на две подгруппы – условный контроль (n_к=10) и экспериментальную (n_{эк}=10).

При выполнении исследований для оценки функционального состояния опорно-двигательного аппарата регистрировали следующие показатели – подвижность позвоночника вперед и назад; боковую подвижность позвоночника, силу мышц живота.

В группе условного контроля использовали следующие коррекционные мероприятия:

1. Лечебная гимнастика.
2. Упражнения для исправления осанки.
3. Лечебный массаж мышц спины.

В экспериментальной группе проводились следующие мероприятия:

1. Комплекс ЛФК с элементами постизометрической релаксации (приводит к расслаблению мышц). Релаксационные упражнения для младших школьников помогают им стать более стрессоустойчивыми, усидчивыми.

2. Динамические упражнения аэробной направленности (для улучшения функционального состояния дыхательной и сердечно-сосудистой систем и снижения нервно-мышечного напряжения).

3. Лечебный массаж (благоприятно влияет на опорно-двигательную систему). Массаж приводит в тонус растянутые и расслабляет напряженные мышцы спины. Укрепляет мышцы, которые расположены вдоль позвоночника, формируя упругий корсет. Кроме того, массирующие движения ускоряют ток крови в тканях позвоночника, в результате чего повышается его гибкость.

4. Выполнение упражнений в бассейне (стабилизирующее влияют на позвоночник, укрепляют мышцы туловища, положительно влияют на осанку и функции внешнего дыхания).

5. Использование специальной ростомерной мебели, имеющей наклонную поверхность (парки-конторки) для проведения занятий в режиме смены динамических поз (работа, стоя за конторкой, обеспечивает

тренировку опорно-двигательного аппарата, нормальную работу сердечно-сосудистой системы, активный режим для нервной системы).

6. Сеанс психофизической саморегуляции в состоянии релаксации, что позволяет снизить тонус всех мышц.

Исследования проводились в течение года непосредственно на занятиях лечебной гимнастики и плавания.

Результаты исследования представлены в таблице.

Таблица

Сравнительный анализ показателей в контрольной и экспериментальной группах после завершения исследований

Показатели	Группы испытуемых	
	контрольная	экспериментальная
Подвижность позвоночного столба вперед, см	8,7	12,3
Подвижность позвоночного столба назад, см	3,2	7,9
Боковая подвижность позвоночника вправо, см	12,8	17,5
Боковая подвижность позвоночника влево, см	15,4	19,4
Сила мышц пресса живота	14	22

Таким образом, проведенные исследования указывают на эффективность расширенной программы коррекции нарушения опорно-двигательного аппарата у школьников экспериментальной группы, что подтверждается восстановлением к норме всех регистрируемых показателей.

Результаты исследования показали, что систематическое использование расширенной реабилитационной программы в течение обозначенного срока дает положительный эффект у детей младших классов, имеющих сколиоз первой степени.

Список литературы

1. Баранов А. А. Особенности состояния здоровья современных школьников / А. А. Баранов, Л. М. Сухарева // Вопросы современной педиатрии. – 2006. – № 5. – С. 14–20.
2. Епифанов В. А. Лечебная физическая культура / В. А. Епифанов. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2006. – 357 с.
3. Звездина И. В. Особенности формирования здоровья младших школьников в динамике обучения / И. В. Звездина, Л. М. Сухарева, Н. С. Жигарева // Российский педиатрический журнал. – 2009. – № 2. – С. 8–11.
4. Котешева И. К. Оздоровительная методика при сколиозе / И. К. Котешева. – М.: ЭКСМО-ПРЕСС, 2002 – 240 с.
5. Кучма В. И. Гигиена детей и подростков / В. И. Кучма. – Москва: Изд-во ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 476 с.
6. Соколова Н.Г. Практическое руководство по детской лечебной физкультуре / Н. Г. Соколова. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 315 с.
7. Черная Н.Л. Нарушения опорно-двигательного аппарата у детей / Н. Л. Черная. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 98 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ТРОМБОЦИТОВ И ЛЕЙКОЦИТОВ В ГРУППЕ ЗДОРОВЫХ ЛИЦ

Баринов Э.Ф., д-р мед. наук, проф.,

Николенко О.И., канд. мед. наук, доц.,

Черкасова Н.А., Перенесенко А.О., Гиллер Д.И.

ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет

имени М. Горького», г. Донецк, ДНР

gistologia@dnmu.ru

Определение функциональной активности тромбоцитов (Тц) и лейкоцитов (Лц) является важным индикатором прогрессирования воспаления и явлений тромбоза [3, 4]. Изучение данных процессов особенно актуально у пациентов с хроническими воспалительными процессами, что является перспективой в профилактике повторного рецидива заболевания. Агрегационная способность Тц (АТц) и тромбоцитарно-лейкоцитарные агрегаты (ТЛА) могут быть использованы для решения этой задачи, являясь информативными индикаторами активации форменных элементов крови [1, 2, 5]. Не менее важным вопросом остается первоочередное определение референсных значений «нормы» упомянутых показателей в группе условно здоровых лиц.

Цель исследования – проанализировать и установить референсные значения агрегационной способности Тц и формирование ТЛА в группе условно здоровых лиц.

Исследована периферическая кровь условно здоровых лиц (n=15), не имеющих признаков воспалительных процессов и нарушений гемостаза. Произведен количественный анализ Лц в камере Горяева ($\times 10^9/\text{л}$). Критерием включения стали лица с абсолютным показателем Лц в диапазоне $4 - 9 \times 10^9/\text{л}$. Подсчет ТЛА осуществлялся микроскопически в мазках периферической крови, окрашенных по Паппенгейму в процентном отношении (%). За агрегат принимался Лц с адгезией на поверхности ≥ 1 Тц. Для анализа агрегационной активности Тц использовали агонисты в концентрациях: АДФ (5 мкМ), адреналин (10 мкМ), ФАТ (150 мкМ). Исследования производились на агрегометре Chrono-Log (США). Анализ результатов выполнен в статистическом пакете MedCalc Software 2010. Различия приняты достоверными при $P \leq 0,05$.

При анализе формирования ТЛА до индукции агонистами базальный уровень составил $4,364 \pm 0,363$ % (95 % ДИ 3,55 – 5,17 %). При инкубации с адреналином уровень формирования межклеточных коопераций (ТЛА) вырос на 23,7 %, по сравнению с базальным уровнем ($p=0,05$) и составил $5,4 \pm 0,541$ % (95 % ДИ 4,17 – 6,62 %). Индукция АДФ повысила формирование ТЛА на 83,48 % относительно базального уровня ($p=0,001$),

что соответствовало $8,0 \pm 1,923$ % (95% ДИ 2,65 – 13,34 %). ФАТ-эргическая индукция увеличила формирование ТЛА на 79,12 % ($p=0,0001$), по сравнению с уровнем до индукции – $7,81 \pm 0,53$ % (95 % ДИ 6,62 – 9,01 %). Сравнивая эффекты агонистов можно заключить, что АДФ воспроизводил агрегатов на 48,1 % больше ($p=0,02$), по сравнению с действием адреналина. ФАТ-эргическая индукция на 44,8 % имела более значительный эффект, чем адреналин ($p=0,005$). Однако эффект АДФ и ФАТ был сопоставим между собой и различался лишь на 2,43 % ($p>0,05$).

При анализе агрегационной способности Тц, индуцированной адреналином, был выявлен показатель $50,22 \pm 2,43$ % (95 % ДИ 44,6–55,84 %). При этом АДФ-индуцированная агрегация составила $52,0 \pm 4,8$ % (95 % ДИ 41,61–62,38 %). Данный показатель был на 4 % больше, чем активность адренергической стимуляции Тц ($p=0,782$). ФАТ-индуцированная активность Тц составила $53,46 \pm 2,84$ % (95 % ДИ 47,27–59,65 %). Провоспалительная активность данного агониста была на 6,45% больше, чем адреналина ($p=0,425$) и на 2,86 % больше, чем АДФ ($p=0,799$). Таким образом, статистически значимых различий в индукционной активности агонистов не наблюдалось.

Таким образом, фенотип (совокупность экспрессированных поверхностных рецепторов Тц и Лц, которые способствуют индукции ТЛА [3]) в группе условно здоровых лиц можно представить в виде $ТЛА_{АДФ} = ТЛА_{ФАТ} > ТЛА_{адреналин}$. Можно заключить, что стимулирующий эффект адреналина на клетки крови существенно не влиял на формирование ТЛА. Моделирование *in vitro* паракринных механизмов взаимодействия Тц и Лц путем введения АДФ и ФАТ в цельную кровь свидетельствует о сопоставимости влияния Тц на Лц и Лц на Тц при формировании ТЛА. Поскольку индуцирующее влияние адреналина на формирование ТЛА в цельной крови – меньше, чем у АДФ и ФАТ, то можно заключить, что системный эффект адреналина не сопровождался амплификацией сигнала со стороны паракринных механизмов взаимодействующих клеток крови. Паракринный эффект взаимодействия Тц и Лц более эффективен при формировании ТЛА, чем системный механизм адреналина.

Анализируя адреналин- и АДФ-индуцированную АТц, можно констатировать сопоставимость реакций. Этот факт дает основание заключить о параллельно включенном механизме внутриклеточного сигнального Gi/Gq каскада, а также равновесном значении адаптационной (АДФ) и стрессогенной (адреналин) систем. ФАТ-индуцированная АТц, которая служит отражением провоспалительной активации Лц и активируется через Gq-сигнальный путь, достоверно не отличалась от АДФ и адреналина. На основании изложенных фактов можно констатировать нормореактивность АТц в данной исследуемой группе условно здоровых лиц и эффективность применяемых концентраций.

Список литературы

1. Ghasemzadeh M. Platelet-leukocyte crosstalk: Linking proinflammatory responses to procoagulant state / M. Ghasemzadeh, E. Hosseini // ScienceDirect: Thrombosis Research. – 2013. – Vol. 131, № 3. – P. 191–197.
2. Finsterbusch M. Measuring and interpreting platelet-leukocyte aggregates / M. Finsterbusch, W. C. Schrottmaier, J. B. Kral-Pointner, M. Salzmann, A. Assinger // Platelets Journal. – 2018. – Vol. 29, № 7. – P. 677–685.
3. Schmidt R. Platelet Phenotype and Function are Fundamentally Different in STEMI and NSTEMI Patients / R. Schmidt, P. Simlote, F. S Ling // AHA/ASA Journals. – 2017. – Vol. 136, № 1. – A14018.
4. Ruggeri Z. M. Adhesion Mechanisms in Platelet Function / Z. M. Ruggeri, G. L. Mendolicchio // AHA Journal. – 2007. – Vol. 100, № 12. – P.1673–1685.
5. Passacuale G. Monocyte-Platelet Interaction Induces a Pro-Inflammatory Phenotype in Circulating Monocytes / G. Passacuale, P. Vamadevan, L. Pereira // PLOS One Journal. – 2011. – Vol. 6, № 10. – e25595.

УДК 591.18:615.065/.332:57.084

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОКСОРУБИЦИНА НА ПОВЕДЕНЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ БЕЛЫХ КРЫС

Деменко Е.Г., Богданова С.А.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
bogdanova@donnu.ru

Данная статья посвящена результатам исследования доксорубицина на поведенческие характеристики белых крыс в тесте «Открытое поле».

Ухудшение экологической обстановки приводит к увеличению встречаемости таких заболеваний как ВСД, аллергические реакции, органов дыхания, в том числе онкологические заболевания [1]. В связи с этим в фармакологии идет поиск препаратов, которые активно воздействуют на опухоли, при этом имеют минимальное негативное воздействие на системы органов и психическое состояние животных [2]. По данным различных ученых применение противоопухолевых препаратов приводит к развитию патологических состояний ЦНС [3], иногда к развитию депрессивно-подобных состояний, тревожности и др. За последние 30 лет было создано более 2000 различных препаратов, обладающих противоопухолевым действием. Клинические исследования многих из этих препаратов проводятся непрерывно, но доксорубицин (ДР), разработанный более 40 лет назад, до сих пор остается наиболее широко применяемым препаратом из всех антрациклинов и одним из наиболее часто используемых цитостатиков [4, 5]. Необходимо отметить, что на сегодняшний день ДР остается одним из приоритетных препаратов

в лечении многих опухолевых заболеваний, когда препарат используется либо в качестве основного, либо в комбинации с другими препаратами.

Актуальность заключается в востребованности исследований, связанных с поиском противоопухолевого препарата, оказывающее минимальное негативное воздействие на физиологические показатели животных. Результаты исследований могут быть использованы для дальнейшего изучения воздействия доксорубицина на функциональное и психическое состояние животных.

Целью данной работы явилось изучение влияния доксорубицина на поведенческую активность белых крыс в открытом поле.

Согласно цели были поставлены следующие задачи:

1) Изучить поведенческую активность белых крыс в контрольных условиях.

2) Изучить влияние физиологической и сверхфизиологической доз доксорубицина на поведенческую активность белых крыс в открытом поле и сравнить полученные данные с контрольными значениями.

Для определения влияния доксорубицина на поведение крыс, животные в количестве 24 особей ($n=24$) были разделены на две группы в следующей пропорции. Первая группа крыс ($n=12$) получала высокую дозу доксорубицина (20 мг/кг) однократно. Вторая группа животных ($n=12$) получала доксорубицин дозированно 1 раз в 2 недели по 4 мг/кг в количестве 4-х инъекций. После каждого введения препарата анализировали изменение поведения в тесте «Открытое поле».

В ходе исследования была изучена активность белых крыс в тесте открытое поле. Помещение животного в новое окружение ведет к возникновению исследовательского поведения, которому в то же время препятствуют условия, вызывающие страх. Лучшим выражением уменьшения страха у животных является исследование ими внутренних квадратов, которое постепенно становится более интенсивным от опыта к опыту.

Таким образом, в тесте открытого поля поминутно фиксировались следующие показатели:

- 1) количество пересечений внешних и внутренних квадратов;
- 2) количество стоек;
- 3) количество и продолжительность актов груминга;
- 4) количество болюсов дефекаций.

Первичные экспериментальные данные обрабатывались с помощью общепринятых методов математической статистики. Для оценки достоверности различий между контрольными и экспериментальными значениями использовался U-критерий Манна-Уитни. Математическая обработка материала проводилась с помощью пакета Excel.

После однократного введения доксорубицина в дозе 20 мг/кг были получены данные, которые свидетельствуют о токсичном действии

препарата. Так, можно отметить, что после воздействия высоких доз поведенческие показатели экспериментальных крыс значительно снизились. Частота пересечения внешних и внутренних квадратов снизилась на 40,5 % и 66,6 % ($p < 0,05$) соответственно, количество стоек – на 71,4 %. При этом возрос уровень эмоциональности согласно частоте дефекаций на 98,2 % ($p < 0,05$). В то же время количество актов груминга снизилась на 92,4 % ($p < 0,05$). Следовательно, под влиянием доксорубицина у животных проявился поведенческий дефицит.

При введении физиологических доз доксорубицина (по 4 мг/кг дозировано 1 раз в 2 недели в количестве 4-х инъекций) наблюдалась подобная тенденция снижения показателей, но не стремительная, а плавная. Так, после первого введения достоверных отличий показателей не было обнаружено. Это также можно объяснить накопительным эффектом препарата. Уже после 2 инъекции отмечается достоверное ($p < 0,05$) снижение показателей: на 28,9 % и 34,8 % соответственно частоты пересечения внешних и внутренних квадратов, на 39,4 % количества стоек, на 32,5 % количества актов груминга. При этом возрос уровень эмоциональности на 27,6 % ($p < 0,05$). Третье введение доксорубицина усугубило ситуацию и вызвало поведенческий дефицит ($p < 0,05$). Было зафиксировано снижение показателей двигательной активности на 62,4 % и 74,6 % (соответственно частоты пересечения внешних и внутренних квадратов), исследовательской активности (количества стоек) на 69,8 %, неспецифической реакции на стресс (количества актов груминга) на 82,3 % и повышение эмоциональности (частота актов дефекаций) на 79,3 %.

В ходе исследования было выявлено, что доксорубин влияет на поведенческие показатели животных, снижая как исследовательскую, так и двигательную активности. При этом на интенсивность изменений важную роль играет доза препарата и продолжительность его введения. Так, из полученных результатов можно отметить, что высокие дозы доксорубицина значительно снижают поведенческие показатели экспериментальных крыс: резко уменьшается частота передвижения по внешним и внутренним квадратам. Действие физиологических доз доксорубицина имеет накопительный характер. Так, во второй группе животных достоверных отличий между контрольными показателями и однократным введением препарата малой дозы не обнаружено. Интерес вызывает второе введение, после которого наблюдается резкое снижение поведенческой активности по сравнению с первым введением. Пик подавления активности приходится на третью инъекцию, а после неё при четвёртой дозе не регистрируется достоверное отличие показателей, что может свидетельствовать о достижении предельного снижения показателей.

Список литературы

1. Жариков Ю. А. Свободные радикалы и клеточная хемилюминесценция / Ю. А. Жариков, Е. В. Проскурнина // Успехи биологической химии. – 2009. – Т. 49. – С. 341–388.
2. Кинзирская Ю. А. Экспериментальные и клинико-фармакологические подходы снижения побочных эффектов противоопухолевой химиотерапии: монография / Ю. А. Кинзирская, А. В. Сипров, О. В. Волкова, Н. И. Микуляк. – Пенза: изд-во Пенз. гос. ун-та, 2008. – 180 с.
3. Базиков И. А. Сравнительная оценка острой токсичности доксорубина и его ниосомальной формы / И. А. Базиков, Э. В. Бейер, В. В. Лукинова // Медицинский вестник Северного Кавказа. – 2015. – Т. 10, № 4. – С. 403–406.
4. Молодых О. П. Ремоделирование печени крыс при гепатотоксическом воздействии доксорубина / О. П. Молодых, Е. Л. Лушникова, А. А. Бакулина // Бюллетень Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. – 2008. – № 6. – С. 104–112.
5. Blum R. H. Adriamycin: A new anticancer drug with significant clinical activity / R. H. Blum, S. K. Carter // J. Clin. Oncol. – 1973 – № 5. P. 840–850.

УДК 616-073.759

К ВОПРОСУ О ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАРУШЕНИЯХ ПИЩЕВОДА И ПИЩЕВОДНО-ЖЕЛУДОЧНОГО ПЕРЕХОДА

Догадин С.П.

ФГБУЗ СК «Городская клиническая больница г. Пятигорска» г. Пятигорск, РФ
dspmednet@yandex.ru

Этиология и патогенез функциональных расстройств пищевода разнообразны. Единой точки зрения на проблему нет. Одни авторы считают, что функциональные расстройства пищевода могут быть начальной стадией заболевания, тогда как, согласно мнению других, – они служат одним из проявлений заболевания. Выявить причины этих расстройств клиническими методами крайне трудно. С патофизиологических позиций функциональные расстройства пищевода можно рассматривать как «симбиоз» его дискинезии и дистонии любой этиологии. Соответственно можно представить эти расстройства в двух формах: гипертонической – гиперкинетической и гипотонической – гипокинетической [4]. Мы занимались данным расстройством как явлением, которое в 35 % случаев (по нашим данным) сопровождается грыжи пищеводного отверстия диафрагмы и не связано с размерами грыжи. В работах всех отечественных исследователей функциональным нарушениям пищевода уделено внимание. В проводимых ранее исследованиях описание этих нарушений аллегорическое: танец глотка,

четкообразный пищевод, штопорообразный пищевод или в абсолютных цифрах, что не очень удобно [4, 5]. Мы предлагаем при описании нарушений функции пищевода опираться на качественные характеристики и на относительные параметры, которые более удобны при сравнении показателей в динамике.

Нами обследовано 156 человек (95 женщин и 61 мужчина) в возрасте от 27 до 72 лет с характерными жалобами. Из них 19,6 % пациенты в возрасте 25–35 лет, 40,2 % – 36–45 лет, 24,7 % – 46–55 лет, 15,5 % – старше 55 лет. 125 человек направлены на исследование гастроэнтерологом и терапевтом, 31 человек – кардиологом. Исследование проводилось по нашей методике, защищенной патентом RU №2663385 С1 от 03.08.18 г.

В связи с тем, что нарушения, наблюдаемые нами, а также согласующиеся с литературными данными, проявляются в основном в виде третичных волн, предлагается эти функциональные нарушения различать:

1. по частоте: единичные, редкие, частые, постоянные;
2. по глубине сокращения: поверхностные, малой амплитуды (до 25 %), умеренной амплитуды (до 50 %), выраженной амплитуды, или фрагментирующие (до 100 %). При этом поверхностными волнами считаются такие, которые приводят к сужению просвета пищевода менее чем на 1/4, волнами умеренной амплитуды – те, что сопровождаются сужением просвета пищевода на 1/3–1/2; выраженной амплитуды – если они сужают просвет пищевода более чем на 3/4 или разрывают столб контраста;
3. по времени: постоянные – в течение всего исследования; периодические – возникающие в разные периоды исследования, через определенные промежутки времени; спорадические – возникающие 1-2 раза в течение исследования, редко и асинхронно;
4. по протяженности: локальные, тотальные;
5. по локализации: в верхней трети, средней трети, нижней трети, по всей длине пищевода или по сегментам пищевода. При этом в абдоминальном отделе нарушения перистальтики мы не наблюдали.

Второй вопрос, который требует уточнения, по нашему мнению, это характеристика тонуса пищеводно-желудочного перехода. В литературе есть подробные описания, связанные с характеристикой кардиоспазма, ахалазии. Изменения же, связанные со снижением тонуса, описаны с нашей точки зрения недостаточно. Мы предлагаем при регистрации нарушений функции данной области использовать следующие характеристики.

1. Тонус пищеводно-желудочного перехода не нарушен (контраст свободно проходит по пищеводу и задерживается в области перехода при натуживании).

2. Тонус пищеводно-желудочного перехода снижен (контраст свободно проходит по пищеводу и не задерживается в области перехода

при натуживании; при этом визуально определяется изменение ширины просвета пищеводно-желудочного перехода).

3. Пищеводно-желудочный переход зияет: контраст свободно проходит по пищеводу и не задерживается в области перехода при натуживании; кроме того, визуально не определяется изменение ширины просвета пищеводно-желудочного перехода. Вместе с тем в горизонтальном положении может наблюдаться рефлюкс, при котором:

а) трансмиграция слизистой желудка в пищевод [5] (слизистой пищевода в желудок) определяется;

б) трансмиграция слизистой желудка в пищевод (слизистой пищевода в желудок) не выявляется.

Причем связи рефлюкса и регургитации с состоянием тонуса нами на сегодняшнем этапе исследований не выявлено.

Описание функциональных нарушений с использованием предлагаемой стандартизованной схемы позволит врачам единообразно понимать наблюдаемые нарушения, уменьшит субъективность в описании патологического процесса, даст возможность сравнивать результаты, удаленные друг от друга во времени и разными специалистами.

Список литературы

1. Тагер И.Л. Рентгенологическое исследование при дисфагии. – М.: ЦИУУВ. – 1947.
2. Каган Е.М. Рентгенодиагностика заболеваний пищевода. – М.: Медицина – 1968.
3. Кишковский А.Н. Дифференциальная рентгенодиагностика в гастроэнтерологии. – М.: Медицина. – 1984.
4. Тамулевичуте Д.И., Витенас А.М. Болезни пищевода и кардии. – М.: Медицина. – 1986.
5. Антонович В.Б. Рентгенодиагностика заболеваний пищевода, желудка, кишечника. – М.: Медицина. – 1987.
6. Догадин С.П. Материалы IX Всероссийского национального конгресса лучевых диагностов и терапевтов «РАДИОЛОГИЯ – 2015». – С. 36.
7. Догадин С.П. Патент № RU 2 663 385 C1 от 03.08.18.

УДК 612.821.3

СЕНСОРНАЯ И ПСИХОМОТОРНАЯ АДАПТАЦИЯ У ЖЕНЩИН С РАЗЛИЧНЫМ ВЕГЕТАТИВНЫМ БАЛАНСОМ

Кочура Д.А., канд. биол. наук

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР

d.a.kochura@rambler.ru

Изменение реактивности организма наблюдается при различных заболеваниях и, в свою очередь, может стать условием развития патологии [1, 2]. Это связано с изменением временных и эргических параметров

адаптивных процессов на различных уровнях организации – от клеточного до системного и организменного [3, 4, 5]. Существование сложной системы взаимосвязей между «этажами» регуляторных систем очевидно [3, 5, 6, 7, 8], чего нельзя сказать о ее механизмах и тем более – об индивидуальных особенностях [9, 10, 11]. Поскольку изучение реактивности и ее механизмов имеет важное значение – и для понимания патогенеза заболеваний, и для уточнения представлений о функциональной организации регуляторных систем, – целью работы было изучение особенностей адаптации на различных уровнях организации индивидуальности у женщин с доминированием симпатической или парасимпатической регуляции.

Для достижения цели у женщин – симпатикотоников ($Вик=21,3\pm 2,11$) и парасимпатикотоников ($Вик=-8,0\pm 3,24$) с соблюдением всех биоэтических норм изучали особенности темперамента, свойства нервной системы, динамику пороговых показателей ФС анализаторов и реакцию гемодинамической системы (ГС) на вестибулярные пробы Яроцкого и Барани. Обработку данных осуществляли методами непараметрической статистики. Разницу рассчитывали по формуле:

$$100 \times (x_{ic} - x_{ip}) / x_{ip},$$

где x_{ic} – значение показателя у женщин-симпатикотоников, x_{ip} – у парасимпатикотоников.

Изучение темперамента и свойств ВНД показало низкий уровень нейротизма и замедление зрительно-моторных реакций различения у первых по сравнению со вторыми. Следует отметить, что уровень общей психической адаптивности у них обнаруживает крайне слабую тенденцию к понижению ($p=0,80$).

Среди показателей адаптации анализаторов различия свойственны для эффективности темновой адаптации после «засвечивания» – от 13,2 % на начальных этапах ($p=0,05$) до 38,5 % на поздних ($p=0,01$). У симпатикотоников также заметнее эффект тренировки при оценке временных интервалов – уменьшение ошибки на 20,4 % выраженной ($p=0,03$). Наблюдается тенденция к уменьшению времени темновой адаптации (до -51 % на поздних этапах), увеличению терминальных слуховых порогов и толерантности к экстремальному воздействию звука (до 9,9 %).

Изучение ФС ГС показало, что в покое и после выполнения вестибулярных проб у симпатикотоников ниже давление и выше пульс ($p=0,001$). Вик, отражающий степень доминирования симпатической регуляции, изменяется после проб разнонаправлено, но независимо от исходного уровня. После пробы Яроцкого он незначительно уменьшается (-3,6 %), после пробы Барани также незначительно увеличивается (8,0 %). Повышение КЭК на 30,2 % у симпатикотоников по сравнению с парасимпатикотониками свидетельствует о снижении потенциальных

возможностей ГС ($p=0,04$). ПКР отклоняется от нормы у обеих групп, однако у симпатикотоников эта тенденция заметней (на 1,7 выше нормы).

У симпатикотоников общая психическая адаптивность не отличается от таковой у парасимпатикотоников, тогда как склонность к невротическим реакциям выражена меньше. Эффективность и скорость адаптации зрительного и слухового анализатора выше, при этом на поздних этапах адаптации отличия носят более явный характер; выраженнее эффект тренировки при хронометрии. Ниже функциональные резервы гемодинамической системы; при этом направленность ее реакции на вестибулярные пробы не зависит от фонового вегетативного баланса.

Список литературы

1. Елисеев Ю.Ю. Психосоматические заболевания / Ю. Елисеев. – Б.м.: Эксмо, 2003. – 608 с.
2. Lovallo W.R. Cardiovascular responses to stress and disease outcomes: a test of the reactivity hypothesis // *Hypertension* / W. Lovallo. – 2010. – № 55. – P. 842–843.
3. Гинойн Р.В. Физиология эмоций / Р. Гинойн, А. Хомутов. – Н. Новгород: Изд-во Нижегородского государственного университета, 2010. – 66 с.
4. Коренек В.В. Частотно-топографические корреляты субъективного и вегетативного компонентов эмоции / В. Коренек, С. Павлов, Н. Рева, И. Брак // *Бюллетень СО РАМН* – 2010. – Т. 30, вып. 4. – С. 124–131.
5. Филиппов М. М. Психофизиология функциональных состояний / М. М. Филиппов. – К.: МАУП. – 2006. – 240 с.
6. Горбатков А. А. О связях между позитивными и негативными эмоциями / А. А. Горбатков // *Прикладная психология*. – 2000. – №2. – С.42–48.
7. Павлов С.В. Динамика сердечно-сосудистой активности в процессе регуляции положительных и отрицательных эмоций / С. Павлов, Н. Рева, К. Локтев и др. // *Бюллетень СО РАМН* – 2013. – Т. 33, вып. 6. – С. 44–50.
8. Солдатова О.Г. Темперамент человека как фактор, влияющий на уровень здоровья / О.Солдатова, Ю. Савченков, С. Шилов // *Физиология человека*. – 2007. – Т.33, – № 2. – С.76–80.
9. Дроздовский А. К. Исследование связей свойств нервной системы с психодинамическими характеристиками личности: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. психол. наук: спец. 19.00.02 "Психофизиология" / А. Дроздовский. – СПб, 2008. – 20 с.
10. Dolan R.J. Emotion, cognition, and behavior / R. Dolan // *Science*. – 2002. – № 298. (5596). – P. 1191–1194.
11. Lane R. D. The rebirth of neuroscience in psychosomatic medicine, Part II: clinical applications and implications for research / R. Lane, S. Waldstein, H. Critchley et al. // *Psychosom. Med.* – 2009. – №71. – P. 135–151.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ДЕТЕРМИНИРОВАННОСТЬ СМЕРТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ПОСЛЕДСТВИЙ СТРЕСС-ИНДУЦИРОВАННЫХ СОСТОЯНИЙ

Ластков Д.О., д-р мед. наук, проф., *Ежелева М.И.*
ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет
имени М. Горького», г. Донецк, ДНР
lastkov.donmu@list.ru

Для оценки влияния окружающей среды на уровни смертности взрослого населения в качестве показателя загрязнения нами была выбрана концентрация тяжелых металлов (ТМ) в почве, являющейся наименее мигрирующим объектом. Показатели загрязнения почвы минимально вариабельны, а уровни ТМ в почве определяют степень загрязнения воды и пищевых продуктов [1]. Необходимо также оценить изменения смертности (в т.ч. от инфаркта миокарда и инсульта) в условиях последствий стресс-индуцированных состояний.

Цель исследования состояла в оценке факторов риска смертности населения экокризисного региона в условиях локального военного конфликта.

За основу сравнительного исследования загрязнения почвы были взяты материалы Института минеральных ресурсов по ранее выполненному картированию всей территории г. Донецка. При гигиенической оценке учитывалась концентрация 8 ТМ и металлоидов (свинец, цинк, кадмий, медь, марганец, фосфор, мышьяк, таллий). Проведено ранжирование всех 9 районов города, выделены самый «грязный» и «чистый» (контрольный) районы [2]. Выполнен анализ общей смертности, смертности от инфаркта миокарда и инсульта у взрослого населения по районам г. Донецка в сравнении со среднегородскими показателями в течение 3-х временных периодов: довоенного (2010–2013 гг.), переходного – начала боевых действий (2014–2016 гг.) и стабильного военного (2017–2019 гг.). Для расчета интенсивных показателей использовались официальные учетно-статистические документы, данные о среднегодовой численности различных групп населения, которое обслуживалось учреждениями здравоохранения, по районам и городу в целом.

Основные данные представлены в таблице. В течение всего анализируемого периода наблюдалась в основном общая тенденция к снижению всех показателей смертности населения в военные периоды. В довоенный период уровни общей смертности в 8-ми районах (как и среднегородские) достоверно ($p < 0,01$) превышали показатель «чистого»

района, при этом в 2-х районах уровни были значимо больше, чем по городу в целом. Показатель «грязного» района превышал ($p < 0,01$) таковой в контрольном районе на 82 %. В оба военных периода возросла вариабельность уровней смертности, при этом в 6-ти районах (в т.ч. 3-х из зоны локального военного конфликта) и в среднем по городу они были достоверно больше, чем в «чистом» районе. Показатель «грязного» района превышал ($p < 0,01$) таковой в контрольном районе на 108 % в переходный период и на 61 % – в стабильный (оба района находились вне зоны локального конфликта). Необходимо отметить, что межгрупповые различия не совпадают с таковыми по общей заболеваемости взрослого населения. В последние годы уровни смертности в 2-х пострадавших от боевых действий районах были больше трех минимальных районных показателей. В довоенный период уровни смертности от инсульта в 3-х районах (как и среднегородские) достоверно ($p < 0,01$) превышали показатель «чистого» района. Показатель «грязного» района превышал ($p < 0,01$) таковой в контрольном районе на 63 %. В военный переходный период все межрайонные различия были недостоверны, хотя показатель «грязного» района был больше, чем в «чистом» районе на 75 %, а в 2-х пострадавших от боевых действий районах наблюдалась тенденция к росту уровней смертности. В военный стабильный период уровни смертности от инсульта в 5-ти, в т.ч. 3-х из зоны локального военного конфликта районах (как и среднегородские) достоверно ($p < 0,01$) превышали показатель «чистого» района, а показатель «грязного» района был достоверно больше, чем в контрольном районе на 162 %. Следует отметить, что в «грязном» и 3-х пострадавших от боевых действий районах определялась тенденция к росту уровней смертности.

В довоенный период все межрайонные различия в смертности от инфаркта миокарда были недостоверны, показатель «грязного» района превышал аналогичный в «чистом» районе на 21 %. В военный переходный период уровни смертности в «грязном» районе (единственном, где отмечалась тенденция к росту) были достоверно ($p < 0,01$) больше, чем в 5-ти районах (в т.ч. 2-х из зоны локального военного конфликта) и в среднем по городу. Показатель «грязного» района превышал ($p < 0,01$) таковой в контрольном районе на 211 %. В военный стабильный период уровни смертности от инфаркта миокарда в 4-х районах, в т.ч. 3-х из зоны локального военного конфликта, как и среднегородские достоверно ($p < 0,01$) превышали показатель «чистого» района, а показатель «грязного» района был достоверно больше, чем в контрольном районе на 201 %. Следует отметить, что в 3-х пострадавших от боевых действий районах определялась тенденция к росту уровней смертности.

Таблица

Смертность взрослого населения г. Донецка, на 1000 населения,
на 100000 населения

Годы	г. Донецк ¹	«Грязный» район ²	«Чистый» район ³
Общая смертность, на 1000 населения			
2010-2013	12,1±0,2 ^{*3}	12,2±0,3 ^{*3}	6,7±0,1
2014-2016	10,6±0,6 ^{*3}	11,4±1,1 ^{*3}	5,5±0,4
2017-2019	8,1±0,5 ^{*3}	6,8±0,3 ^{*3}	4,2±0,1
Смертность от инсульта, на 100000 населения			
2010-2013	66,6±3,0 ^{*3}	69,3±3,2 ^{*3}	42,5±1,1
2014-2016	51,7±3,6	58,9±12,3	33,6±2,4
2017-2019	51,8±0,4 ^{**3}	64,4±3,9 ^{*3}	24,6±9,4
Смертность от инфаркта, на 100000 населения			
2010-2013	28,3±2,4	29,9±2,3	24,6±4,7
2014-2016	23,1±1,2	42,1±3,8 ^{*1,3}	13,6±2,6
2017-2019	21,9±2,8 ^{**3}	27,9±2,1 ^{*3}	9,3±2,1

Примечание: * различия достоверны, $p < 0,01$; ** различия достоверны, $p < 0,05$

Стресс-индуцированные состояния усугубляют действие экологических факторов риска, определяющих уровни смертности населения региона. Для предупреждения неблагоприятного влияния ТМ на показатели здоровья населения (в т.ч. смертность) наиболее перспективным путем представляется внедрение превентивного питания [3].

Список литературы

1. Ластков Д. О. Состояние здоровья: экологические аспекты / Д. О. Ластков, А. В. Дубовая // Здоровье человека, теория и методика физической культуры и спорта. – 2020. – № 1 (17). – С.46–59.
2. Ластков Д. О. Тяжелые металлы как загрязнители окружающей среды: оценка риска здоровью населения / Д. О. Ластков, О. В. Гапонова, Д. А. Госман и др. // Архив клинической и экспериментальной медицины. – 2019. – Т. 28, № 2. – С. 180–183.
3. О целесообразности использования продуктов, обогащенных пектином, в лечебно-профилактическом питании на промышленных предприятиях Донецкого региона / Г. А. Игнатенко, Д. О. Ластков, Т. А. Выхованец // Вестник гигиены и эпидемиологии. – 2019. – Т. 23, № 3. – С. 208–213.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСТРЫХ ЭФФЕКТОВ ДОКСОРУБИЦИНА НА НЕРВНО-МЫШЕЧНЫЙ АППАРАТ В ЭКСПЕРИМЕНТАХ НА ЖИВОТНЫХ

Лисун А.О.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР

lina.teylor@yandex.ru

Доксорубицин (Докс) является передовым препаратом в лечении многих онкологических заболеваний [1]. Несмотря на высокую его эффективность в стратегиях лечения гематологических и солидных новообразований [2], он оказывает нежелательные побочные эффекты на нецелевые структуры. В частности, применение Докс ограничено, в первую очередь, в связи с высокой кардиотоксичностью и нефротоксичностью [3]. Кроме того, он негативно влияет на нервно-мышечный аппарат (НМА), индуцируя развитие окислительного стресса [4], митохондриальной патологии [5], активируя протеолитические системы мышечных волокон (МВ). Все эти эффекты Докс на МВ обуславливают их аутофагию, апоптоз [6], что приводит к развитию миопатических изменений скелетных мышц (СМ), выраженность которых носит дозозависимый характер [7]. Негативное влияние Докс на НМА усугубляется к тому же развитием полинейропатии [8].

В результате миопатии и полинейропатии у пациентов, получавших Докс-химиотерапию, развивается повышенная утомляемость, истощение СМ, прогрессирующие функциональные нарушения НМА [9], что существенно затрудняет выполнение ими повседневных функций и ухудшает качество жизни [1]. Несмотря на хорошую изученность клиники нервно-мышечных расстройств при терапии Докс, многие вопросы патогенеза этих нарушений остаются открытыми.

В связи с этим *целью данной работы* послужило изучение в экспериментах на животных острого влияния антрациклинового антибиотика доксорубицина (20 мг/кг, однократно) на электрофизиологические и сократительные параметры скелетной мышцы смешанного типа с преобладанием гликолитических волокон (*m. tibialis anterior*).

Эксперименты проводились на половозрелых крысах-самцах (160–180 г), разделенных на 2 группы: контрольную (n=20, К-группа) и опытную (n=20, получали доксорубицин, Докс-группа). Доксорубицин (торговая марка «Доксорубицин-Тева», производитель «TEVA», Нидерланды) вводили внутривентриально, однократно в дозе, адекватной терапевтической для человека на курс лечения, – 20 мг/кг.

Через 5 дней после введения Докс на наркотизированных животных (тиопентал натрия, 100 мг/кг) с помощью метода стимуляционной электромиографии и миографии изучали некоторые электрофизиологические и сократительные параметры передней большеберцовой мышцы в условиях вызванного ее возбуждения и сокращения, которые индуцировали путем раздражения сверхпороговым электрическим током малоберцового нерва.

Анализ сократительных параметров передней большеберцовой мышцы животных Докс-группы показал выраженное их ухудшение в сравнении с контролем, которое по-разному проявлялось у различных особей. Так, у подавляющего большинства крыс Докс-группы (80 %) наблюдались признаки тяжелой миопатии мышцы, в пользу которой свидетельствовало существенное уменьшение в сравнении с контролем ($p < 0,01$) массы мышцы (на 38 %), количества активируемых ее двигательных единиц (ДЕ, на 63 %), амплитуды М-ответов (на 47 %) и одиночных сокращений (на 54 %), а также снижение амплитуды и мощности тетанического сокращения (на 83 % и 68 % соответственно).

Вместе с тем у 20 % особей Докс-группы миопатические изменения были выражены в гораздо меньшей степени, в пользу чего указывает лишь тенденция к уменьшению массы мышцы и отсутствие значимого относительно контроля снижения амплитуды тетанического сокращения. В то же время некоторые признаки миопатических изменений у этих животных все же проявлялись, о чем свидетельствует значимое в сравнении с контролем ($p < 0,01$) уменьшение количества активируемых ДЕ мышцы (на 47 %), амплитуды одиночных сокращений (на 39 %) и мощности тетанического сокращения (на 33 %). Но степень изменения большинства из этих параметров носила менее выраженный характер в сравнении с первой подгруппой, у которой миопатические изменения проявлялись весьма существенно.

Очевидно, в связи с меньшей степенью миопатических изменений МВ у крыс второй подгруппы Докс-группы смогли проявиться нейропатические нарушения, в пользу которых свидетельствует существенное в сравнении с контролем увеличение амплитуды М-ответов (на 160 %, $p < 0,001$) на фоне укорочения их длительности (на 23 %, $p < 0,05$). Выраженное увеличение амплитуды М-ответов на фоне их укорочения служит косвенным признаком демиелинизации двигательных нервных волокон, которое у большинства крыс Докс-группы, скорее всего, маскировалось тяжелыми дистрофическими изменениями МВ.

Несмотря на разную степень ухудшения у животных Докс-группы амплитудных параметров мышечного сокращения, независимо от выраженности миопатических изменений у опытных крыс наблюдалось значимое в сравнении с контролем ($p < 0,001$) ухудшение скоростных параметров сокращения: уменьшение скорости укорочения (на 45 %) и

расслабления (на 53 %) при одиночном сокращении, а также скорости развития тетанического сокращения (на 68 %). Уменьшение скорости сокращения при одиночном и тетаническом сокращении, вероятнее всего, обусловлено десинхронизацией возбуждения и сокращения патологически измененных МВ, тогда как замедление расслабления может быть связано как с энергодефицитом, так и с избыточным накоплением кальция в цитоплазме МВ в связи с нарушением его активного откачивания в саркоплазматический ретикулум под действием Докс [10]. В пользу нарушения активного транспорта кальция в МВ животных Докс-группы свидетельствует и существенное в сравнении с контролем ($p < 0,01$) увеличение степени посттетанического потенцирования (в 3,1 раза).

Несмотря на ухудшение сократительных параметров передней большеберцовой мышцы Докс-группы, исходные (до утомляющей работы, УР) электрофизиологические параметры не претерпевали существенных нарушений. В частности, для большинства животных Докс-группы до выполнения УР не было характерно снижения надежности синаптической передачи при низкой частоте раздражения НМА (4 имп/с), патологически значимого ее облегчения и депрессии при оптимальной частоте раздражения НМА (30 имп/с). Вместе с тем, после выполнения УР у 40 % особей Докс-группы наблюдалась сниженная надежность синаптической передачи, в пользу которой свидетельствует патологически значимый (превышающий 10 %) декремент амплитуды 5-го М-ответа относительно 1-го при низкой частоте стимуляции НМА (4 имп/с). Кроме того, у 60 % крыс Докс-группы после УР наблюдалась патологически значимая (превышающая 25 %) степень депрессии синаптической передачи при оптимальной частоте стимуляции малоберцового нерва (30 имп/с), отражающая возможные постсинаптические нарушения (уменьшение плотности холинорецепторов или их чувствительности к ацетилхолину). Отмеченное появление электрофизиологических нарушений после УР у животных Докс-группы указывает в пользу повышенной утомляемости или сниженной надежности синаптического аппарата.

Кроме того, повышенная утомляемость и низкая скорость восстановления после утомления была характерна и для МВ исследуемой мышцы Докс-группы. Об этом свидетельствует, во-первых, значимое относительно контроля ($p < 0,01$) укорочение периода максимальной устойчивой работоспособности мышцы при выполнении УР (на 47 %). Во-вторых, для мышцы животных Докс-группы было характерно гораздо более выраженное в сравнении с контролем ($p < 0,01$) ухудшение параметров одиночных сокращений мышцы после УР относительно соответствующих исходных значений. Так, амплитуда одиночных сокращений у 80 % животных Докс-группы, характеризовавшихся исходным ее снижением относительно контроля, после УР уменьшалась на 60 % ($p < 0,01$ относительно исходной), тогда как у контрольных особей это

снижение составило всего 24 %. Латентный период одиночного сокращения после УР у особей Докс-группы удлинялся на 85 % ($p < 0,01$ относительно исходной), тогда как у контрольных особей – на 43 %. Исходно сниженная относительно контроля скорость укорочения при одиночном сокращении у крыс Докс-группы после УР уменьшалась в большей степени (на 38 %), чем у контроля (на 14 %) ($p < 0,01$).

Таким образом, однократное введение Докс сопровождалось тяжелыми миопатическими повреждениями МВ, которые у 80 % особей опытной группы были настолько выражены, что, очевидно маскировали нейропатические нарушения (признаки демиелинизации двигательных нервных волокон). Кроме того, для мышцы крыс Докс-группы была характерна повышенная утомляемость и низкая скорость восстановления НМА после утомления, затрагивающая как сами мышечные волокна, так и синаптическое звено.

Список литературы

1. Powers S. K. Endurance exercise protects skeletal muscle against both doxorubicin-induced and inactivity-induced muscle wasting / S.K. Powers, J.A. Duarte, B. Le Nguyen // *Pflugers Arch.* – 2019. – V. 471(3). – P. 441–453.
2. Carvalho C. Doxorubicin: the Good, the bad and the ugly effect / C. Carvalho, R.X. Santos, S. Cardoso // *Curr Med Chem.* – 2009 – V. 16 – P. 3267–3285.
3. Gorini S. Chemotherapeutic Drugs and Mitochondrial Dysfunction: Focus on Doxorubicin, Trastuzumab, and Sunitinib / S. Gorini, A. De Angelis, L. Berrino // *Oxid Med Cell Longev.* – 2018. – P. 7582730.
4. Min K. Increased mitochondrial emission of reactive oxygen species and calpain activation are required for doxorubicin-induced cardiac and skeletal muscle myopathy / Kisuk Min, Oh-Sung Kwon, Ashley J. Smuder // *J Physiol.* – 2015. – V.593. – P. 2017–2036.
5. Ashley N, Poulton J. Mitochondrial DNA is a direct target of anti-cancer anthracycline drugs. *Biochem Biophys Res Commun* – 2009. – V.378. – P. 450–455.
6. Yu A.P. Acylated and unacylated ghrelin inhibit doxorubicin-induced apoptosis in skeletal muscle / A.P. Yu, X M Pei, T K Sin, S P Yip, B Y Yung, L W Chan, C S Wong, P.M. Siu // *Acta Physiol.* – 2014. – V.211. – P. 201–213.
7. Hiensch A. E. Doxorubicin-induced skeletal muscle atrophy: Elucidating the underlying molecular pathways / A.E. Hiensch, K. A. Bolam, S. Mijwel // *Acta Physiol (Oxf).* – 2020. – V. 229(2). – P. 1–18.
8. Moruno-Manchon J. F. Peroxisomes contribute to oxidative stress in neurons during doxorubicin-based chemotherapy / J. F. Moruno-Manchon // *Mol Cell Neurosci.* – 2018. – V.86. – P. 65–71.
9. Damrauer J.S. Chemotherapy-induced muscle wasting: association with NF κ B and cancer cachexia / J.S. Damrauer, M.E. Stadler, S. Acharyya, Baldwin AS, M.E. Couch, D.C. Guttridge // *Basic Appl Myol.* – 2008. – V.18. – P.139–148.
10. Norren K. Direct effects of doxorubicin on skeletal muscle contribute to fatigue / K. van Norren, A. van Helvoort, J. M. Argilés, S. van Tuijl // *Br J Cancer.* – 2009. – V. 100(2). – P. 311–314.

ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ ТРЕВОЖНОСТИ СТУДЕНТА НА ПРОЦЕССЫ АДАПТАЦИИ К ОБУЧЕНИЮ В ВУЗЕ

Маховицкая Т.П.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
tatiana.tia64@mail.ru

Государственными структурами Донецкой Народной Республики налажена система непрерывного обучения, и стремление выпускников к получению высшего профессионального образования всячески поощряется. Изучение психофизиологических показателей организма студентов, особенностей психических состояний, возникающих в процессе первоначальных этапов обучения с целью создания условий для благоприятного протекания адаптационного периода у первокурсников – важнейшая задача педагогического коллектива вуза. В условиях современной высшей школы адаптация является сложнейшим многофакторным процессом, в который включается целый комплекс компенсаторно-приспособительных систем организма. При изучении феномена адаптации у студентов-первокурсников особое внимание следует уделить влиянию личностных, часто генетически детерминированных, факторов на адаптивные возможности организма, в частности, такому свойству как тревожность [2].

Генетическая (личностная) тревожность характеризует склонность индивида к переживанию неопределенной угрозы, ожиданию неудач, внутреннему беспокойству и тревожному ожиданию [1]. Это свойство наиболее ярко проявляется у личностей с педантичной, чувствительной, экзальтированной и шизоидной акцентуациями характера [6]. Психофизиологической основой генетической тревожности является подвижность нервных процессов, сила по возбуждению и торможению [7], то есть индивидуальные черты строения и функционирования ЦНС. Уровень личностной тревожности обратно пропорционален показателям нейродинамики [5].

Оптимальный уровень тревожности (так называемая «адаптивная тревога») необходим как компонент результативного реагирования на изменения условий среды, помогает сосредоточить внимание на ключевых моментах проблем и сконцентрировать силы на их решении [3]. Тем не менее, именно у студентов первого курса на фоне «учебного стресса» фиксируются повышенная утомляемость, снижение работоспособности, нарушения в работе сердечно-сосудистой системы, гипер- и гипотонические отклонения АД, заболевания ЖКТ, бессонница, чрезмерная раздражительность, депрессивные состояния.

С целью установления влияния уровня тревожности на некоторые физиологические показатели обследовали и тестировали 75 студенток первого курса института педагогики (в составе Донецкого национального университета). Обследования проводились во время учёбы в семестре и в период сессии. С помощью опросника Г. Айзенка [1] определяли уровень тревожности, нейротизма и интровертированности.

Наиболее стрессогенное воздействие на студентов оказывают периоды контроля усвоения знаний – выполнение итоговых работ, межсессионный контроль и, само собой, сессия с большим количеством зачётов и экзаменов. Предэкзаменационное состояние вызывает состояние тревоги, страха, неуверенности в своих силах; также этому периоду свойственны недостаток сна, умственное перенапряжение, вероятное снижение двигательной активности.

Анализ результатов исследования показал, что в период сессии по сравнению с периодом обучения во время семестра у 68 % студенток уровень тревожности возрастает от умеренного до высокого; нейротизм также возрастает до высокого уровня; экстравертность, напротив, снижается до умеренного уровня. Данные психофизиологические показатели напрямую коррелируют с физиологическими характеристиками функций организма. У 42 % с высоким уровнем тревожности показатель САД/ДАД во время сессии повышается по сравнению с исходным уровнем вследствие роста систолического артериального давления. Причём в состоянии покоя ЧСС была больше у студенток с высоким уровнем тревожности. Показатель ЧСС/ЧДД также увеличивается относительно такового в семестровый период, что свидетельствует о повышенной потребности тканей организма в кислороде.

Данные анкетирования свидетельствуют о том, что в течение семестра у большинства студентов (81 %) отмечается удовлетворительный уровень адаптации, а во время сессии у 35% наблюдается его снижение.

Ситуация ожидания экзамена у 56 % студенток провоцирует повышение ЧСС и уровня АД (у 52 % – в диапазоне физиологической нормы). По окончании экзамена у девушек с высоким и средним уровнем тревожности данные показатели снижаются, но не достигают исходного уровня. У студенток, обладающих низким уровнем тревожности, показатели состояния сердечно-сосудистой системы отмечаются выше по окончании экзамена, нежели в момент ожидания. Таким образом, так называемый «синдром ожидания» так или иначе проявляется у большинства студенток.

Также 92 % студенток в анкетах отмечают чувство облегчения, «освобождения» от тревоги по окончании сессионного периода.

Сердечно-сосудистая система обладает наибольшей чувствительностью при осуществлении приспособительных процессов в организме. Поэтому её реакции проявляются в первую очередь, и именно на неё

падает тяжесть адаптационного и стрессового периодов. Также по их окончании часто отмечается ухудшение функционального состояния системы кровообращения [4].

Исходя из вышеизложенного, в процессе адаптации к условиям обучения в высшей школе студент испытывает определённые трудности, сопровождающиеся, в соответствии с периодами учёбы, усилением или ослаблением некоторых психофизиологических показателей, в частности, уровня тревожности. Это отражается также на физиологических функциях организма. Своевременная психолого-педагогическая диагностика и коррекция уровня тревожности – важный фактор эффективности образовательного процесса, личностного роста студента и сохранения его физиологического и психологического здоровья. Особое значение в этом контексте приобретает соответствующее психолого-педагогическое сопровождение студентов-первокурсников, позволяющее им успешно преодолеть адаптационный период.

Список литературы

1. Айзенк Г. Ю. Проверьте свои способности / Г. Ю. Айзенк. – М.: Воениздат, 1980. – 176 с.
2. Бабаев Т. М. Психологические особенности тревожности студентов в процессе адаптационного периода в первый год обучения в вузе / Т. М. Бабаев, Н. В. Каргина // Вестник Российского университета дружбы народов. Сер.: Психология и педагогика. – 2014. – № 2. – С. 55–60.
3. Григорьева О. Ф. Особенности проявления тревожности у студентов / О. Ф. Григорьева, К. А. Холуева // Международный журнал экспериментального образования. – 2014. – № 6-1. – С. 79–84.
4. Зашихина В. В. Физиологические аспекты адаптации к стрессогенным ситуациям при обучении в вузе / В. В. Зашихина, Т. В. Цыганок // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 4-3. – С. 629–633.
5. Михайлова Т. И. Психофизиологические детерминанты диагностики и коррекции ситуативной тревожности у подростков / Т. И. Михайлова, В.А. Романенко // Фізичне та валеологічне виховання студентської молоді: зб. наук. праць. – Луганськ, 2000. – С.43–48.
6. Попов Ю.А. Тревожность в системе типологических свойств человека: автореф. дис. ... канд. психол. наук: 19.00.01 М., 2006. – 20 с.
7. Романенко В. А. Психофизиологический статус студенток / В. А. Романенко. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2013. – 195 с.

ВЛИЯНИЕ СИНБИОТИКОВ НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ СТАТУС ОРГАНИЗМА

Николаева О.Н., канд. биол. наук, доц.

ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет», г. Уфа, РФ
oksananik83@mail.ru

Систематический контроль за экологической безопасностью животноводческой продукции заставляет отказаться от антибиотиков и ростостимулирующих препаратов при ведении интенсивного животноводства и скотоводства, поменять принципы терапевтических и профилактических алгоритмов при возникновении болезней, вызываемых вторичной микрофлорой, использовать препараты на основе микроорганизмов-пробионтов, которые не загрязняют остаточными веществами животноводческую продукцию [1-5].

Целью работы явилось изучение влияния синбиотической композиции на микробиом желудочно-кишечного тракта.

Изучение синбиотической композиции проводилось на новорождённых телятах чёрно-пестрой породы, из которых были сформированы контрольная и опытная группы. В работе использовалась синбиотическая композиция, включающая активную массу лактобактерий (*L. plantarum* 8P-A3), культивированных на сывороточной среде, с добавлением водных извлечений из трав большого чистотела и плодов обыкновенного барбариса, с содержанием жизнеспособных клеток $7,0-9,2 \times 10^9$ КОЕ/мл. Животные контрольной группы содержались на стандартном возрастном рационе, второй группе телят выпаивали синбиотическую композицию в дозе 20 мл ежедневно с первого по 10-й день от рождения, а затем с 20-го по 30-й день жизни. Для изучения структуры микробиоты желудочно-кишечного тракта нативные пробы фекалий отбирали до начала опыта, затем на 10-й, 20-й, 30-й дни от начала исследований. Бактериологическое изучение микробиоты желудочно-кишечного тракта заключалось в идентификации видового состава и количественной оценке лакто-, бифидофлоры, условно-патогенной микрофлоры.

В результате проведенных исследований по изучению возможности коррекции энтеробиоценоза новорождённых телят с использованием синбиотической композиции нами установлено, что экологически безопасный препарат способствует восстановлению нормального микробиома кишечника новорожденных телят. При этом:

- достоверно повышается количество бифидо- и лактобактерий, по сравнению с контрольными животными, в 2,3 раза и 2,5 раза, соответственно;

- снижается популяция золотистого стафилококка, по сравнению с контрольными животными, в 1,78 раза; бактерий *pp. Enterococcus* – в 1,36 раза; *pp. Proteus* – в 1,36 раза; микроскопических грибов рода *Candida* – в 2,18 раза, а также полностью ингибируется рост синегнойной и гемолитической кишечной палочки.

Кроме того, предлагаемый метод с использованием синбиотической композиции в системе выращивания новорождённых телят оказывает выраженное ростостимулирующее действие и значительно повышает устойчивость новорождённых телят к инфекциям желудочно-кишечного тракта. Среднесуточный прирост массы тела у телят составил $633 \pm 12,5$ г, что на 37 % выше их сверстников, не получавших вышеуказанные препараты.

Таким образом, применение синбиотика на основе лекарственного растительного сырья и лактобактерий способствует восстановлению показателей микробиома кишечника.

Список литературы

1. Грязнева Т. Н. Эффективность применения пробиотических кормовых добавок «Сорболин» и «Олин» при желудочно-кишечных болезнях новорожденных телят / Т. Н. Грязнева, Е. А. Смирнова, С. Ф. Василевич // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2018. – № 1. – С. 56–60.
2. Дебабов Д. В. Устойчивость к антибиотикам: происхождение, механизмы, подходы к преодолению / Д. В. Дебабов // Биотехнология. – 2012. – №4. – С. 7–17.
3. Abraham B.P. Probiotics in Inflammatory Bowel Disease / B. P. Abraham, M. M. Quigley // Gastroenterology Clinics of North America. – 2017. – № 46(4). – P. 769-782. – doi: 10.1016/j.gtc.2017.08.003.
4. Barko P.C. The Gastrointestinal Microbiome: A Review / P.C. Barko, M.A. McMichael, K.S. Swanson, D.A. Williams // J Vet Intern Med. – 2018. – № 32(1). – P. 9-25. – doi: 10.1111/jvim.14875.
5. Haenni M. Antimicrobial Resistance in Streptococcus spp / M. Haenni, A. Lupo, J.Y. Madec // Microbiol Spectr. – 2018. – № 6(2). – doi: 10.1128/microbiolspec.ARBA-0008-2017.

ОСОБЕННОСТИ ПАТОЛОГИИ ЗРЕНИЯ У ПОДРОСТКОВ ЭКОКРИЗИСНОГО РЕГИОНА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Попович В.В.

ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет
имени М. Горького», г. Донецк, ДНР
popovichvika@yandex.ru

В ранее выполненных исследованиях [1] были обоснованы выбор объекта окружающей среды (почвы – как минимально мигрирующего и определяющего загрязнение воды и продуктов питания) и индикаторов-загрязнителей (8 тяжелых металлов и металлоидов). Было показано [2], что с началом боевых действий наблюдается тенденция к снижению показателей распространенности и заболеваемости болезнями глаза и придаточного аппарата (в целом, по катаракте и глаукоме), среди подростков. Однако при этом отмечался достоверный рост ($p < 0,05$) в отношении миопии (на 7 %) и конъюнктивита (на 11 %), а также тенденция к увеличению показателя атрофии зрительного нерва (на 5 % по распространенности).

В современных условиях необходимо оценить изменения показателей патологии органа зрения в условиях последствий стресс-индуцированных состояний.

Цель исследования состояла в изучении особенностей и закономерностей распространенности и заболеваемости болезнями глаза у подросткового населения экокризисного региона в условиях локального военного конфликта.

Проведено ранжирование по содержанию тяжелых металлов (ТМ) всех 9 районов города, выделены самые «грязный» и «чистый» (контрольный) районы, не пострадавшие от боевых действий [1]. Выполнен анализ распространенности и заболеваемости патологией органа зрения среди подростков (с учетом вклада юношей и девушек) по «грязному» и «чистому» районам г. Донецка в сравнении со среднегородскими показателями в течение 3-х временных периодов: I – довоенного (2010–2013 гг.), II – переходного военного – начала боевых действий (2014–2016 гг.) и III – стабильного военного (2017–2019 гг.). Проведенная периодизация также учитывала изменения демографических показателей. Для расчета интенсивных показателей состояния здоровья населения использовались официальные учетно-статистические документы, показатели среднегодовой численности подросткового населения, которое обслуживалось учреждениями здравоохранения, по районам и городу в целом.

В «грязном» районе кратность максимального превышения ПДК (фоновое уровня) свинца составляла 112,5 раз, кадмия – 2 815 раз, меди – 133 раза, мышьяка – 75 раз, при отсутствии превышения данных ТМ в «чистом» районе. По фосфору превышение ПДК в «грязном» районе было в 6,7 раза, по таллию – в 2,1 раза, по цинку – в 102 раза больше, чем в контрольном. Содержание марганца в почве обоих районов было одинаковым – максимальное превышение ПДК составило 2,5 раза.

В контрольном районе сокращение численности подростков впервые зарегистрировано с началом боевых действий в 2014 г., резкое падение произошло в 2015 г. и в 2018 г. В «грязном» районе, как и по городу в целом, сокращение численности подростков началось в военном стабильном периоде с 2017 г., с резким падением в 2018 г.

На протяжении всего 10-летнего анализируемого периода у подростков контрольного района не было ни одного случая катаракты и атрофии зрительного нерва. В то же время распространенность катаракты в «грязном» районе во все периоды превышала среднегородские уровни, в довоенный – достоверно ($p < 0,01$) в 2,6 раза, с тенденцией к снижению показателей в переходный период с последующим ростом. Показатели распространенности атрофии зрительного нерва среди подростков «грязного» района в первые два периода были ниже городских, но в военном стабильном периоде достоверно превысили их в 1,3 раза. Обе нозологии определялись подростками-юношами.

Напротив, больший вклад в уровни наиболее распространенных болезней глаза – миопии (близорукости) и конъюнктивита (см. табл.) – внесли девушки.

Таблица

Распространенность патологии органа зрения у подростков, ‰

Нозология	Период	г.Донецк-1	«Грязный» район-2	«Чистый» район-3
Миопия (близорукость)	I	758,1±10,1	517,8±17,2	787,2±151,7
	II	759,7±78,7	957,2±94,7	981,9±41,4
	III	1001,2±100,0	1202,7±70,5* ¹	677,4±286,6
Конъюнктивит и другие заболевания конъюнктивы	I	150,0±13,4** ³	206,3±34,1	50,6±6,3
	II	136,5±9,8	249,8±125,0	26,6±5,7
	III	218,2±27,4	133,0±14,0	161,8±108,8

Различия достоверны: * $p < 0,01$, ** $p < 0,05$

Как следует из данных таблицы, в довоенный период уровень распространенности миопии в «грязном» районе был в 1,5 раза ниже, чем в контрольном районе и по городу в целом, но в дальнейшем отмечается противоположная тенденция роста этого показателя. Так, в военный переходный период уровень миопии среди подростков «грязного» района, в отличие от городского, вырос в 1,8 раза, в военный стабильный период

рост продолжился до достоверной ($p < 0,01$) разницы с довоенным показателем, при снижении такового в «чистом» районе.

В довоенный период уровень распространенности конъюнктивита среди подростков «грязного» района был в 4 раза выше, чем в контрольном районе. В последующий период межрайонные различия выросли до 9,4 раз. В военный стабильный период наблюдается противоположная тенденция: показатель распространенности конъюнктивита в «грязном» районе понизился на фоне его роста в «чистом» районе и в среднем по городу, что привело к их выравниванию.

Проведенный анализ позволяет говорить о том, что загрязнение окружающей среды является важным фактором риска развития различной патологии зрения у подростков, причем последствия стресс-индуцированных состояний усугубляют его неблагоприятное действие. Высокая вариабельность изученных показателей, по-видимому, обусловлена резкими колебаниями численности данного контингента.

Для профилактики вредного влияния ТМ на орган зрения подросткового населения и повышения резистентности организма целесообразно внедрение превентивного питания.

Список литературы

1. Ластков Д. О. Тяжелые металлы как загрязнители окружающей среды: оценка риска здоровью населения / Д. О. Ластков, О. В. Гапонова, Д. А. Госман // Архив клинической и экспериментальной медицины. – 2019. – Т. 28, № 2. – С. 180–183.
2. Ластков Д. О. Загрязнение тяжелыми металлами и патология органа зрения: оценка риска и профилактика / Д. О. Ластков, В. В. Попович // Донецкие чтения 2019. – Том 2. – С. 387–389.
3. Игнатенко Г. А. О целесообразности использования продуктов, обогащенных пектином, в лечебно-профилактическом питании на промышленных предприятиях Донецкого региона / Г. А. Игнатенко, Д. О. Ластков, Т. А. Выхованец и др. // Вестник гигиены и эпидемиологии. – 2019. – Т. 23, № 3. – С. 208–213.
4. Грищенко С. В. Современные закономерности влияния тяжелых металлов – загрязнителей окружающей среды на здоровье населения Донбасса / С. В. Грищенко, И. И. Грищенко, В. С. Костенко // Вестник гигиены и эпидемиологии. – 2016. – Т. 20, № 2. – С. 26–35.

СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ВАКЦИНОПРОФИЛАКТИКИ КОРИ И КРАСНУХИ

Романенко Т.А., д-р мед. наук, доц., *Горохова А.А.*
ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет
им. М. Горького», г. Донецк, ДНР
tamara3007@yandex.ru

Вакцинопрофилактика является наиболее мощным средством борьбы с вакциноуправляемыми инфекциями, в число которых входят корь и краснуха. Благодаря успехам многолетней массовой иммунопрофилактики кори и краснухи стало возможным принятие Программы Европейского Регионального Бюро ВОЗ, целью которой является их элиминация [1]. Согласно рекомендациям ВОЗ, одной из основных стратегий обеспечения эпидемического благополучия по кори и краснухе является поддержание высокого уровня охвата прививками ($\geq 95\%$). Однако в создании полноценного иммунного статуса населения имеются проблемы. На эффективность вакцинопрофилактики, надежность коллективного иммунитета, интенсивность распространения кори и краснухи влияют различные социально-экологические условия. Выявление этих условий, изучение степени причинно-следственных связей позволит рационально и своевременно внедрять эффективные профилактические мероприятия для достижения цели элиминации. Важнейшим направлением управления эпидемическим процессом кори и краснухи со времен успешного внедрения прививок против них были и остаются меры улучшения иммунопрофилактики и совершенствование санитарно-гигиенического мониторинга на социально-экосистемном уровне.

Цель работы – оценка состояния вакцинопрофилактики кори и краснухи населения Донецкого региона, установление влияющих на нее факторов, разработка рациональных направлений по улучшению санитарно-эпидемиологического мониторинга кори и краснухи. Были проанализированы статистические отчетные формы № 6 «Отчет о контингентах лиц отдельных возрастных групп, которым проведены прививки против инфекционных заболеваний» и № 70 «Отчет о профилактических прививках за год» за 2008–2019 гг.

Установлено, что в Донецкой области в 2008–2014 гг. прививки против кори и краснухи проводили комбинированными вакцинами КПК, поэтому показатели вакцинопрофилактики для кори и краснухи не отличались. В 2008–2009 гг. план вакцинации выполнен на $99,1 \pm 6,9\%$, а ревакцинации – на $97,0 \pm 2,8\%$, то есть уровень охвата прививками превышал рекомендованный ВОЗ (95%). В 2010–2014 гг. полнота охвата прививками значительно снизилась и в среднем составила $77,0 \pm 8,8\%$ от подлежащих вакцинации и $68,9 \pm 6,7\%$ от подлежащих ревакцинации. В

2015–2019 гг. в ДНР прививки проводили как комбинированными, так и моновакцинами, поэтому показатели вакцинопрофилактики кори и краснухи отличались. Так, среднемноголетний показатель охвата вакцинацией против кори вырос до 87,5 %, против краснухи – до 83,7 %. Охват ревакцинацией против кори в эти годы не изменился по сравнению с предыдущим периодом (70,32 %), а против краснухи стал еще ниже (63,1 %). То есть, начиная с 2010 г. в Донецком регионе полнота охвата прививками оставалась низкой и не соответствовала рекомендованным ВОЗ показателям. Оценка своевременности охвата прививками против кори и краснухи показала, что в 2010–2014 гг. своевременно в возрасте до 2-х лет были вакцинированы 63,1 %, в возрасте 6-ти лет ревакцинированы 50,1 % от запланированных лиц. Вакцинацию в более взрослом возрасте получили 42,5 %, ревакцинацию – 38,0 %. Уровень охвата вакцинацией против кори и краснухи был выше, чем охвата ревакцинацией в течение всех проанализированных лет. В 2015–2019 гг. охват плановой профилактической иммунизацией против кори были выше, чем против краснухи во всех возрастных группах, однако он был довольно низким по сравнению с критериями ВОЗ и колебался в пределах 65,7–47,8 % привитых против кори и 61,1–36,6 % привитых против краснухи от запланированных детей. Среднемноголетние показатели охвата прививками против кори во всех возрастных группах в 2015–2019 гг. достоверно увеличились по сравнению с 2010–2014 гг., а против краснухи не изменились по сравнению с предыдущим периодом. Наибольшие показатели привитости среди детей всех оцениваемых возрастных групп были в 2012 г. и 2017 г, а наименьшие – в 2013 г. и 2015 г.

Таким образом, ухудшение показателей охвата профилактическими прививками, следовательно, и ослабление иммунной прослойки населения, происходило в течение многих лет по различным социальным причинам. Низкий уровень вакцинации в первую очередь можно объяснить недостаточными и несвоевременными поставками медицинских иммунобиологических препаратов в Украину, начиная с 2011 г., а также структурно-организационными изменениями в организации прививочного дела в масштабах страны [2]. Существенное снижение охвата населения профилактическими прививками обусловлено мощной антивакцинальной пропагандой, активизировавшейся в те годы. Она ухудшила приверженность к иммунопрофилактике не только родителей, но и большой прослойки медицинских работников. Следствие этого – возможность недостоверных сведений в учетных и отчетных прививочных документах [3–5]. Это, в свою очередь, затрудняет учет привитых и непривитых контингентов детей, обуславливает неполное планирование подлежащих иммунизации. Существенно снижают показатели охвата профилактическими прививками и участвовавшие отказы родителей от иммунизации своих детей из-за утраты доверия к вакцинации. Неэффективная информационно-разъяснительная работа медработников

среди населения приводит к недостаточной осведомленности родителей о преимуществах вакцинации и последствиях заболеваний корью и краснухой.

Низкие показатели охвата вакцинацией и ревакцинацией в 2015 г. объясняются социально-экологическими причинами, связанными с началом военных действий в Донецком регионе, когда были затруднены гуманитарные поставки вакцин из Российской Федерации [5]. Активизировавшаяся миграция населения могла явиться причиной утери индивидуальной медицинской документации о прививках, неизвестного прививочного статуса детей, прибывающих на педиатрические участки, в следствии – причиной затруднения рационального планирования подлежащих контингентов.

В современных условиях необходима эффективная система надзора и контроля за корью и краснухой. Основными ее элементами на социально-экосистемном уровне являются мониторинг заболеваемости, иммунопрофилактики, социально-демографический и экологический мониторинг. Слежение за заболеваемостью целесообразно проводить параллельно за корью и краснухой, в сравнительном аспекте, в динамике, на разных территориях, среди различных групп населения. Оценка популяционного иммунитета, как важнейшего фактора, влияющего на уровень заболеваемости, необходима для прогнозирования интенсивности распространения заболеваний. Мониторинг вакцинопрофилактики, как важнейшего рычага борьбы с корью и краснухой, должен включать оценку качества планирования профилактических прививок, состояния привитости, учета реакций на прививки. Для правильного планирования необходимо учитывать демографические показатели (рождаемости, миграции, детской смертности), частоту противопоказаний к прививкам, полноту выполнения плана прививок за предыдущий период, полноту охвата и своевременность прививок, виды использовавшихся вакцинных препаратов.

Список литературы

1. Элиминация кори и краснухи. Основы процесса верификации в Европейском регионе ВОЗ, 2014. [Электронный ресурс]. URL: https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0004/251671/MR-framework_rev-2014-FINAL-RUS.pdf
2. Стан вакцинопрофілактики кору в Україні та її вплив на епідемічний процес / И. Л. Маричев, С. И. Брижата, Е. И. Процап // Профілактична медицина – 2012. – № 3/4 (19). – С. 6–9.
3. Сучасні проблеми елімінації кору в Україні / Л. М. Чудна, Г. В. Мойсєєва, Л. С. Красюк // Інфекційні хвороби. – 2008. – № 3. – С. 5–13.
4. Романенко Т. А. Результати стеження за повнотою і своєчасністю охоплення щепленням в системі епідеміологічного нагляду за кашлюком / Т. А. Романенко // Профілактична медицина. – 2011. – № 1 (13). – С. 22–26.
5. Причины эпидемического неблагополучия по кори в современный период / Т. А. Романенко, А. А. Горохова, И. П. Бурлака // Вестник гигиены и эпидемиологии. – 2019. – Т. 23, № 4. – С. 348–352.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОКСОРУБИЦИНА НА ПОВЕДЕНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ ПОЛОВОЗРЕЛЫХ КРЫС

Сафронов А.И., канд. биол. наук, доц., *Богданова С.А.*
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
bogdanova@donnu.ru

В настоящее время исследование нейротоксических свойств новых противоопухолевых средств является обязательным этапом на пути продвижения препарата в клиническую практику. Современная противоопухолевая химиотерапия сопровождается самыми многочисленными побочными эффектами, служащие лимитирующим фактором для продолжения лечения.

При введении препаратов, влияющих на развитие опухолей, происходит косвенное воздействие и на поведенческие характеристики. Так известно, что курсовое введение доксорубицина приводит к развитию кардиомиопатии, оксидативного стресса вследствие интоксикации этим препаратом, что вызывает негативные последствия как на физиологическое состояние, так и на поведенческие показатели крыс [1].

Доксорубицин – антибиотик, который обладает выраженным цитостатическим действием, высокой противоопухолевой и противолейкозной активностью [2]. Большим недостатком данного препарата является низкая избирательность действия. Выявлено, что он влияет на поведенческие характеристики опосредованно. Так, по данным Свирновского А.И. [3] у экспериментальных крыс, которые получили доксорубицин, в первые сутки наблюдается повышенное потребление жидкости, а потребление корма напротив, значительно снижается. Помимо этого, проявлялась гематурия, гиперпигментация слизистых оболочек и кожи, а также алопеция.

Цель – изучение влияния доксорубицина на поведенческую активность нелинейных половозрелых лабораторных крыс в тесте «Продырявленное поле» («Открытое поле с отверстиями»).

Согласно цели были поставлены следующие задачи:

1) Изучить поведенческую активность белых крыс в контрольных условиях в условиях теста «Продырявленного поля».

2) Изучить влияние физиологической и сверхфизиологической доз доксорубицина на поведенческую активность белых крыс в «Продырявленном поле» и сравнить полученные данные с контрольными значениями.

Для достижения цели была выбрана выборка из 24 крыс, которые затем были разбиты на две группы по уровню дозировки антибиотика

доксорубицина. Первая группа (12 особей) получила однократную дозу (20 мг/кг), а вторая группа (12 особей) получала малые дозы препарата (4 мг/кг) раз в две недели. Животные были в одинаковых условиях проживания и тестирования. В ходе исследования была изучена активность белых крыс в условиях теста «Продырявленного поля», где фиксировались следующие показатели:

- 1) количество пересечений квадратов – двигательная активность;
- 2) количество стоек и заглядываний в норки – исследовательская активность;
- 3) количество и продолжительность актов груминга – неспецифическая реакция на стресс;
- 4) количество болюсов дефекаций – эмоциональность.

Первичные экспериментальные данные обрабатывались с помощью общепринятых методов математической статистики. Для оценки достоверности различий между контрольными и экспериментальными значениями использовался U–критерий Манна-Уитни. Математическая обработка материала проводилась с помощью пакета Excel.

В первой группе доксорубицин снизил исследовательскую и двигательную активности на 83,6 % и 55,0 % ($p < 0,05$) соответственно. Угнетение поведенческих реакций указывает на негативное влияние препарата на ЦНС. Возросла частота дефекаций в 3,2 раза ($p < 0,05$), что свидетельствует о повышении эмоциональности.

Во второй группе результаты показали, что достоверных отличий между контрольными показателями и однократным введением малой дозы нет. После второго введения наблюдается резкое снижение исследовательской и двигательной активности на 55,71 % и 64,12 % ($p < 0,05$) соответственно по сравнению со значениями после первого введения. Дальнейшее введение доксорубицина снизило показатели вплоть до полного их отсутствия. Так, третье введение доксорубицина вызвало снижение показателей двигательной активности (частоты пересечения квадратов) на 82,3 % ($p < 0,05$), исследовательской активности (суммарного количества стоек и заглядываний) на 89,7 % ($p < 0,05$), неспецифической реакции на стресс (количества актов груминга) на 72,1 % и повышение эмоциональности (частота актов дефекаций) на 69,8 %.

Поведенческий дефицит, который проявляется у животных под действием доксорубицина, свидетельствует о негативном влиянии препарата на ЦНС животных [4], что вызывает необходимость поиска методов компенсации данного негативного воздействия.

Список литературы

1. Бабець Я. В. Вплив доксорубіцину на поведінку щурів і розподіл NSAM в їх церебральних структурах / Я. В. Бабець, Г. О. Ушакова // Нейрофізіологія. – 2017. – Т. 49, № 2. – С. 166–169.

2. Blaheta R. A. Chemoresistance induces enhanced adhesion and transendothelial penetration of neuroblastoma cells by downregulating NCAM surface expression / R.A. Blaheta // BMC Cancer. – 2006. – Vol. 294, № 6. – P. 294–307
3. Свирновский А. И. Хронический лимфоцитарный лейкоз: парадигмы и парадоксы / А. И. Свирновский // Мед. новости. – 2008. – № 13. – С. 7–19.
4. Pugazhendhi A. Toxicity of Doxorubicin (Dox) to different experimental organ systems / A. Pugazhendhi // Life Sci. – 2018. – V. 200. – P. 26-30. doi: 10.1016/j.lfs.2018.03.023.

УДК 159.938.3

ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ЗРИТЕЛЬНО-МОТОРНОЙ РЕАКЦИИ «GO / NO-GO»-ТИПА В УСЛОВИЯХ РАЗНОВЕРОЯТНОСТНОГО ПРЕДЪЯВЛЕНИЯ ДИФФЕРЕНЦИРОВОЧНОГО СТИМУЛА

Соболев В.И., д-р биол. наук, проф.,
Попов М.Н., канд. пед. наук, доц.
ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет
имени В.И. Вернадского», г. Ялта, РФ
v.sobolev@mail.ru

Проблема восприятия занимает важное место в психофизиологии, нейрофизиологии, педагогике, психологии и физиологии труда и спорта [1, 3, 6]. Один из методических подходов к изучению данной проблемы связан с измерением параметров сенсомоторных реакций, отражающих различные стороны процесса формирования осознанного ощущения [2]. Широкое распространение в подобного рода исследованиях получил метод измерения времени зрительно-моторной реакции так называемого «Go / No-go»-типа (дифференцировочная зрительно-моторная реакция – ДЗМР). Априори считается, что реализация ДЗМР нуждается в обязательном формировании у испытуемого осознанного ощущения цвета тестового и тормозного (дифференцировочного) стимулов. После ряда нейрональных операций в центральных структурах зрительного анализатора запускается (в случае предъявления тестового стимула) или не запускается (при предъявлении дифференцировочного стимула) моторная программа. Однако многие вопросы, касающиеся механизма реализации ДЗМР остаются недостаточно исследованными.

Целью работы явилось измерение латентности ДЗМР в динамике опыта в условиях кардинально изменяющейся вероятности предъявления дифференцировочного стимула.

Исследования выполнены при участии 12 девушек возрастом 18-19 лет. У всех испытуемых измеряли время выполнения (латентность) ДЗМР

простого выбора. Длительность тестового (ТС, Синий) и дифференцировочного (ДС, Красный) стимулов составляла 10 мс. Ход опыта был следующим. После инструкции экспериментатора испытуемые последовательно выполняли следующий алгоритм опыта: 1) измерение латентности простой зрительно-моторной реакции (ПЗМР-1, Красный стимул, 30 попыток); 2) измерение ДЗМР при условии равновероятного предъявления ТС и ДС с паузами 5-6 с (ДЗМР-1, 10 попыток); 3) измерение латентности ДЗМР без предъявления ДС (ДЗМР-2, 60 попыток); 4) измерение латентности простой зрительно-моторной реакции (ПЗМР-2, Красный, 30 попыток). Важно особо подчеркнуть, что «секрет» 3-го этапа опыта, при котором ДС намеренно не предъявлялся, испытуемому был неизвестен. Переход от этапа 2 к этапу 3 также не анонсировался. В связи с этим испытуемый был твердо убежден (режим перманентного ожидания), что рано или поздно дифференцировочный стимул будет предъявлен.

Анализ экспериментальных данных позволил сделать следующие выводы. Во-первых, латентный период простой зрительно-моторной реакции (ПЗМР-1), измеренный в начале опыта, составил $176 \pm 3,3$ мс, что согласуется с результатами, имеющимися в литературе [3, 4, 6]. Во-вторых, латентность ДЗМР-1 в группе испытуемых была существенно выше, достигая значения $303 \pm 7,1$ мс при возросших дисперсии выборки и коэффициента вариации. Напомним, что на данном этапе опыта тестовый и дифференцировочный (тормозной) стимулы предъявлялись с равной вероятностью. Следовательно, усложнение задачи, как и следовало ожидать, вызывало удлинение времени выполнения зрительно-моторной реакции простого выбора. В-третьих, кардинальная смена алгоритма опыта, при котором дифференцировочный стимул уже не предъявлялся, не вызывала обвального укорочения времени реакции. Однако по результатам всего 3-го этапа опыта, латентность ДЗМР-2 была в целом статистически меньше (-28 %, $p < 0,01$), чем при стандартном выполнении ДЗМР ($217 \pm 10,7$ мс, ДЗМР-2). Следовательно, несмотря на факт исключения из алгоритма опыта процедуры предъявления дифференцировочного стимула, латентность сенсомоторной реакции оставалась низкой.

Таблица

Латентность зрительно-моторных реакций
при разных условиях экспериментов

Статистический показатель	Этапы исследования			
	1-й ПЗМР-1	2-й ДЗМР-1	3-й ДЗМР-2	4-й ПЗМР-2
Среднее и ошибка, мс	$176 \pm 3,3$	$303 \pm 7,1$	$217 \pm 10,7$	$172 \pm 4,0$
Дисперсия выборки	130	603	1370	191
Коэффициент вариации, %	6,4	8,1	17,1	8,0
Число испытуемых	12	12	12	12

Высокая дисперсия выборки вызвала необходимость детального анализа всего вариационного ряда. В целом весь ряд описывается уравнением степенной функции ($R^2 = 0,76$); в начале вариационного ряда значение времени реакции сопоставимо с латентностью ДЗМР-1, а в конечной части множества – с величиной ПЗМР-2. Следовательно, в ходе выполнения 3-го этапа опыта испытуемые длительное время реагировали так же, как и в случае, если бы предъявлялся ДС.

Результаты эксперимента позволяют полагать, что в центральном звене зрительного анализатора при дифференцировочной зрительно-моторной реакции «Go / No-go»-типа принятие решения о необходимости реагирования принимается после оценки на уровне осознанного ощущения идентичности исключительно тестового стимула и эталона, установленного в алгоритме опыта. Неизбежность предъявления дифференцировочного тормозного стимула и его ожидание заставляют функциональную систему «не спешить» с решением о запуске моторного ответа, ожидая момент завершения цикла формирования осознанного ощущения тестового стимула; этот процесс требует дополнительного времени. Именно этим обстоятельством можно объяснить удлинение латентного периода при ДЗМР относительно ПЗМР [5].

Список литературы

1. Нехорошкова А. Н. Сенсомоторные реакции в психофизиологических исследованиях (Обзор) / А. Н. Нехорошкова, А. В. Грибанов, И. С. Депутат // Вестник Северного федерального университета. Серия: Медико-биологические науки. – 2015. – № 1. – С. 38–48.
2. Соболев В. И. Независимость простой зрительно-моторной реакции от предсознательной компоненты ощущения при обратной маскировке двухцветными стимулами / В. И. Соболев // Экспериментальная психология. – 2020. – Т. 13, № 2. – С. 4–16.
3. Соболев В. И. Характеристика латентных периодов и параметров вариабельности составных элементов простой зрительно-моторной реакции (электромиографическое исследование) / В. И. Соболев // Физиология человека. – 2020. – Т. 46, № 4. – С. 30–43.
4. Соболев В. И. Характеристика простых психомоторных реакций при чередующейся разномодальной сенсорной стимуляции (электромиографическое исследование) / В. И. Соболев // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского Биология. Химия. – 2019. – Т. 5 (71), № 1. – С. 126–138.
5. Соболев В. И. Феномен независимости времени зрительно-моторной реакции простого выбора (модель «Go / No-go») от числа и модальности дифференцировочных тормозных стимулов / В. И. Соболев, М. Н. Попов, В. В. Труш // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского Биология. Химия. – 2019. – Т. 5 (71), № 3. – С. 95–109.
6. Шутова С. В. Сенсомоторные реакции как характеристика функционального состояния ЦНС / С. В. Шутова, И. В. Муравьева // Вестник ТГУ. – 2013. – Т. 18, Вып. 5. – С. 2831–2840.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ДЛИТЕЛЬНО ВВОДИМОГО ТАУРИНА И АРГИНИНА НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СКЕЛЕТНОЙ МЫШЦЫ БЕЛЫХ КРЫС

Труш В.В., канд. мед. наук, доц.,

Попов В.Ф., канд. биол. наук, доц., *Труш В.И.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР

ver.trush@yandex.ru

Аминокислоты и их смеси в последние годы все чаще используются в клинической практике и спортивной медицине в качестве анаболических средств и корректоров метаболических нарушений в лечении неврологических, офтальмологических, кардиологических заболеваний, мышечных дистрофий различного генеза, патологий печени и ряда других расстройств [1]. При этом наиболее эффективными в стимуляции анаболических процессов, стабилизации мембран и коррекции метаболических расстройств в организме оказались таурин, глутамин и аргинин. В последние десятилетия в литературе появляются сообщения относительно позитивного влияния этих аминокислот и на скелетную мускулатуру.

Таурин – относительно незаменимая серосодержащая аминокислота в организме человека [2], которая не только включается в обменные процессы в клетках, но и может выступать в качестве регулятора клеточного метаболизма [3]. В настоящее время установлено, что таурин, стимулируя энергообмен в тканях, предотвращает развитие энергодефицитных состояний и тем самым оказывает антигипоксическое действие [4]. Таурин, как и другие аминокислоты и их смеси, стимулирует синтез белков в мышцах и печени и ингибирует протеолиз при любых катаболических состояниях [5, 6]. Данная аминокислота участвует в регуляции метаболических процессов в клетках [7], улучшает энергообмен [8], выступает в роли естественного осморегулятора в клетках [9], может препятствовать их кальциевой перегрузке [10] и потере ими калия [11] при различных патологических состояниях.

В последнее время появляются сведения относительно важной роли системы «аргинин – оксид азота» в регуляции тканевого метаболизма [12], биосинтеза цитоскелетных и сократительных белков [13, 14], поддержании оптимального баланса прооксидантных и антиоксидантных процессов [15], что указывает на ее значимость в регуляции метаболических процессов в норме и патологии.

Экспериментально доказана способность аргинина повышать мышечный кровоток [16] и толерантность к физической нагрузке [17],

стимулировать ангиогенез в ишемизированных скелетных мышцах [18], усиливать энергетический обмен в мышечных волокнах, регулировать содержание глюкозы в крови во время выполнения мышечных нагрузок и уменьшать молочнокислый ацидоз [19], ослаблять окислительную модификацию мышечных белков [20], понижать активность лизосомальных ферментов и стабилизировать мембраны лизосом в мышечных волокнах [13], понижать активность кальцийзависимых протеаз кальпаинов и тем самым защищать скелетные мышечные волокна от дистрофических изменений [21], замедлять атрофию скелетных мышц в условиях ее разгрузки вследствие предотвращения ослабления экспрессии миозина I типа [14]. Наконец, рядом исследователей [21, 22] доказано участие системы «аргинин – оксид азота» в регуляции функциональных отправлений мышечных волокон в момент их активности и восстановительном периоде.

Вместе с тем, положительный эффект аргинина и его посредника NO на сократительные способности скелетных мышц носит дискуссионный характер [23–25], что, вероятнее всего, связано с принципиально разными эффектами низких и высоких доз аргинина и соответственно NO.

Все перечисленные эффекты таурина и аргинина на фоне их относительной безвредности для организма [14, 26] предопределили необходимость изучения их эффектов при длительном введении на функциональное состояние скелетной мышцы смешанного типа, что в случае подтверждения их положительных эффектов может позволить в дальнейшем рекомендовать эти аминокислоты для компенсации миопатий различного генеза.

Целью работы явилось изучение характера влияния длительно вводимого таурина (в фармакологической дозе – 60 мг/кг, ежедневно, подкожно) и аргинина (в дозе, адекватной терапевтической для человека, – 100 мг/кг, подкожно) на функциональные параметры скелетной мышцы смешанного типа (*m. tibialis anterior*). Выбор в качестве объекта исследования передней большеберцовой мышцы был обусловлен тем, что она относится к смешанному типу с существенным преобладанием быстрых мышечных волокон [27], что характерно для большинства мышц млекопитающих.

Эксперименты проводились на половозрелых крысах-самках, разделенных на 3 группы: контрольную (n=10), I опытную (n=30, Тау-группа), животные которой получали таурин («Таурин-АКОС» фирмы «Синтез ОАО», Россия), и II опытную (n=30, Арг-группа), животные которой получали аргинин («Кардиоаргинин» фирмы «Здоровье», Украина). Препараты вводили ежедневно, подкожно на протяжении 10, 30 и 60 дней: таурин – в дозе 60 мг/кг, аргинин – 100 мг/кг. Соответственно каждая из опытных групп в последующем была разделена на 3 подгруппы (10Тау-, 30Тау-, 60 Тау-, 10Арг-, 30Арг- и 60Арг-подгруппы).

По окончании срока введения препаратов на наркотизированных животных (тиопентал натрия, 100 мг/кг) с помощью методов электромиографии и миографии изучали некоторые параметры функционального состояния передней большеберцовой мышцы в условиях вызванного ее сокращения, которое индуцировали путем раздражения сверхпороговым электрическим током малоберцового нерва

Установлено, что таурин не оказал существенного влияния на исходные параметры М-ответа мышцы, но обусловил менее выраженное, в сравнении с контролем ($p < 0,05$), уменьшение его амплитуды после выполнения утомляющей работы, указывающее в пользу более высокой устойчивости мышцы животных Тау-групп к утомлению.

Длительное введение таурина в животный организм обусловило некоторое улучшение в сравнении с контролем ($p < 0,05$) параметров одиночного сокращения мышцы: увеличение амплитуды одиночного сокращения (на 32 % у животных 60Тау-группы) и ускорение фазы расслабления (на 36–20 % у крыс 10Тау-60Тау-групп соответственно), а также увеличение массы мышцы (на 19 % у крыс 60Тау-группы).

По окончании 2-х месячного периода ежедневного введения таурина в животный организм наблюдалось увеличение в сравнении с контролем ($p < 0,05$) амплитуды тетанического сокращения мышцы (на 23 %), его скорости и силы (на 63 %), а также удлинение периодов максимальной (на 50 %) и субмаксимальной (на 53 %) работоспособности мышцы.

На протяжении всего периода введения таурина (от 10 до 60 дней) наблюдалось менее выраженное в сравнении с контролем ($p < 0,05$) уменьшение амплитуды одиночного сокращения мышцы после выполнения утомляющей работы, что вместе с менее выраженным уменьшением амплитуды М-ответов свидетельствует в пользу более высокой устойчивости мышцы Тау-групп к утомлению.

Уже спустя первые 10 дней введения аргинина наблюдались позитивные изменения со стороны функционального состояния передней большеберцовой мышцы: увеличение в сравнении с контролем ($p < 0,05$) скорости развития тетанического сокращения (на 48 %), удлинение периодов максимальной (на 38 %) и субмаксимальной (на 39 %) ее работоспособности и повышение устойчивости к утомлению.

По мере дальнейшего введения аргинина в организм, спустя 30-60 его инъекций, наряду с сохранностью имевших место у животных 10Арг-группы позитивных изменений, отмечалось увеличение в сравнении с контролем ($p < 0,05$) массы мышцы (на 13–29 %), исходной амплитуды М-ответов (на 54–59 %) и одиночных сокращений (на 25–29 %) на фоне укорочения латентного периода одиночных сокращений (на 16–18 %), повышение амплитуды тетанического сокращения (на 25–31 %), существенное увеличение скорости его развития (на 134–133 %) и продолжительности периодов максимальной (на 85–100 %) и субмаксимальной (на 72–76 %) работоспособности.

Таким образом, аргинин в сравнении с таурином оказывал более выраженное позитивное влияние на функциональные параметры скелетной мышцы, которое к тому же гораздо раньше проявлялось (уже спустя первые 10 дней введения препарата), тогда как под влиянием таурина улучшение некоторых из этих параметров достигалось только спустя двухмесячный период введения.

Полученные в модельных экспериментах на животных в условиях *in situ* данные свидетельствуют о способности адекватных терапевтическим для человека доз аргинина и таурина улучшать функциональные параметры скелетной мышцы.

Список литературы

1. Климович И.И. и др. Аминокислоты в лечении билиарной патологии (обзор литературы) / И.И. Климович, Е.М. Дорошенко, В.П. Страпко, В.Ю. Смирнов // Журнал ГрГМУ. – 2008. – № 1. – С. 14–20.
2. Lourenco R. et al. Taurine: conditionally essential amino acid in humans? An overview in health and disease / R. Lourenco, M. Camili // Nutr. Hosp. – 2002. V.17, № 6. – P. 262–270.
3. Кричевская А.А. и др. Аминокислоты и их производные в регуляции метаболизма / А.А. Кричевская, А.И. Лукаш, В.С. Шугалей, Т.И. Бондаренко / Под ред. З.Г. Бронувицкой. – Ростов: «Ростовский университет», 1983. – 110 с.
4. Маньковская И.Н. и др. Некоторые механизмы антигипоксического действия таурина / И.Н. Маньковская, В.И. Носар, А.И. Назаренко // Физиологический журнал. – 1992. – Т. 38, №5. – С. 81–88.
5. Gentile C.L., Nivala A.M. Experimental evidence for therapeutic potential of taurine in the treatment of nonalcoholic fatty liver disease / C.L. Gentile, A.M. Nivala // Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol. – 2011. – Vol. 301, №6. – P. R 1710-R 1722.
6. Schaffer S.W. Physiological roles of taurine in heart and muscle / S.W. Schaffer, C.J. Jong, K.C. Ramila, J. Azuma // J. Biomed. Sci.. – 2010. – Vol. 17, Suppl. 1. – P. S2.
7. Ripps H. et al. Review: Taurine: A «very essential» amino acid / H. Ripps, Sh. Wen // Molecular Vision. – 2012. – Vol. 18. – P. 2673–2686.
8. Winiarska K. et al. Hypoglycaemic, antioxidative and nephroprotective effects of taurine in alloxan diabetic rabbits / K. Winiarska, K. Szymanski, P. Gorniak, M. Dudziak, J. Bryla // Biochimie. – 2009. – Vol. 91, № 2. – P. 261–270.
9. Schousboe A. et al. Role of taurine in neutral cell-volume regulation / A. Schousboe, H. Pasantesmorales // Canadian Journ. Physiol. Pharmacol. – 1992. – Vol. 70, № 5. – P. 356–361.
10. Гуревич В.С. Таурин и функция возбудимых клеток / В.С. Гуревич. – Л.: Наука, 1986. – 108 с.
11. El-Sherbeny A. et al. Osmoregulation of Taurine transporter Function and Expression in Retinal Pigment Epithelial, Ganglion and Muller Cells / A. El-Sherbeny, H. Naggar, S. Miyauchi // Investigative Ophthalmology & Visual Science. – 2004. – Vol. 45, №2. – С. 39-46.
12. Алмакаева Л.Г. и др. Аргинин и его применение в медицине и фармации / Л.Г. Алмакаева, Е.В. Литвинова // Ліки України. – 2011. – Т. 5, №1. – С. 23–26.
13. Ильичева А.С. и др. Оценка корректирующего воздействия аргинина и карнитина на активность и распределение катепсинов L, H скелетной и гладкой мышц при выраженной гипергомоцистеинемии / А.С. Ильичева, М.А. Фомина, С.А. Исаков // Пермский медицинский журнал. – 2016. – Т. 33, №2. – С. 82–89.

14. Ломоносова Ю.Н. и др. Защитное действие L-аргинина на белки m. soleus при функциональной разгрузке мышцы / Ю.Н. Ломоносова, Г.Р. Каламкаргов, А.Е. Бугрова [и др.] // Биохимия. – 2011. – Т. 76, вып. 5. – С. 701–712.
15. Степанов Ю.М. и др. Аргинин в медицинской практике (обзор литературы) / Ю.М. Степанов, И.Н. Кононов, А.И. Журбина [и др.] // Сучасна гастроентерологія. – 2005. – №4. – С. 121–127.
16. Bode-Boger S.M. Effect of L-arginine supplementation on NO production in man / S.M. Bode-Boger // European Journal of Clinical Pharmacology. – 2006 – Vol. 62, Supplement 13. – P. 91–99.
17. Смуглов Е.П. и др. Клинические аспекты использования L-аргинина в комплексной терапии стабильной ИБС / Е.П. Смуглов., Н.С. Кузнецов, Н.А. Шадчнева [и др.] // Крымский журнал экспериментальной и клинической медицины. – 2015. – Т. 5, № 2 (18). – С. 60–64.
18. Маль Г.С. и др. Влияние L-аргинина на неоангиогенез при экспериментальной ишемии конечности / Г.С. Маль, Е.Б. Артюшкова, Д.В. Полянский // Научный альманах. – 2015 – №10-3(12). – С. 341–343.
19. Boger R.H. The clinical pharmacology of L-Arginine / R.H. Boger, S.M. Bode-Boger // Annual review of pharmacology and toxicology. – 2001. – Vol. 41. – P.79–99.
20. Арапова А.И. Окислительная модификация белков сердечной и скелетной мускулатуры крыс под влиянием субстрата синтеза оксида азота / А.И. Арапова, М.А. Фомина // Вестник Пермского университета. – 2016. – №1. – С. 71–79.
21. Ломоносова Ю.Н. Сигнальные эффекты субстратной стимуляции pNOS в скелетной мышце крысы после эксцентрической нагрузки / Ю.Н. Ломоносова, Б.С. Шенкман, Т.Л. Немировская // Доклады Академии Наук. – 2013. – Т. 452, № 6. – С. 685–689.
22. Богдановська Н.В. Значення синтезу оксиду азоту в адаптації юнаків і дівчат до фізичних навантажень / Н.В. Богдановська // Слобожанський науково-спортивний вісник. – 2012. – №5 (2). – С. 80–87.
23. Evangelista A.M. et al. Direct regulation of striated muscle myosins by nitric oxide and endogenous nitrosothiols / A.M. Evangelista, V.S. Rao, A.R. Filo [et al.] // PLoS One. – 2010. – Vol. 18, 5(6). – P. e11209.
24. Малахов В.А. и др. Проблема оксида азота в неврологии / В.А. Малахов, А.Н. Завгородняя, В.С. Лычко. – Сумы: СумГПУ им. А.С. Макаренко, 2009. – 242 с.
25. Bescos R. Effects of dietary L-arginine intake on cardiorespiratory and metabolic adaptation in athletes / R. Bescos, C. Gonzalez-Haro, P. Pujol [et al.] // International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism. – 2009. – Vol.19, № 4. – P. 355–365.
26. Шейбак В.М. и др. Биосинтез и обмен таурина / В.М. Шейбак, Л.М. Шейбак // Журнал ГГМУ. – 2005. – №1. – С. 9–12.
27. Gauthier G.F. Skeletal muscle fiber types / G.F. Gauthier / In Myology. Basic and clinical. – Engel A.G., Banker B.Q., eds. – New York: McGraw-Hill, 1986. – P. 255–283.

МОДУЛЯЦИЯ α -ЛИПОЕВОЙ КИСЛОТОЙ ЭФФЕКТОВ ДЛИТЕЛЬНО ВВОДИМОГО ДЕКСАМЕТАЗОНА НА СКЕЛЕТНУЮ МЫШЦУ БЕЛЫХ КРЫС

*Труш В.В.*¹, канд. мед. наук, доц.,
*Соболев В.И.*², д-р биол. наук, проф.

¹ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР

²ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет
имени В.И. Вернадского», г. Ялта, РФ
ver.trush@yandex.ru

Глюкокортикоиды (ГК) и более активные их фторсодержащие синтетические аналоги, несмотря на достижения современной фармакотерапии, по сей день остаются наиболее эффективными препаратами в лечении тяжёлых и зачастую инвалидизирующих или потенциально смертельных патологий [1]. Вместе с тем, несмотря на полезные терапевтические эффекты, эти гормоны в фармакологических дозах оказывают негативное влияние на структуры организма, в которых усиливают катаболизм белков, в том числе опорно-двигательный аппарат [2]. Несмотря на достаточно хорошую изученность клиники стероидной миопатии остается открытым вопрос, касающийся способов ее компенсации. В более ранних наших исследованиях показана эффективность адrenoагонистов [3–5], а также аминокислот таурина [6] и аргинина [7] компенсировать некоторые негативные эффекты длительно вводимых ГК на скелетную мускулатуру.

В качестве рабочей гипотезы в настоящей работе было предположено, что эффективным средством для компенсации стероидной миопатии может оказаться относительно безвредная для организма α -липоевая кислота (α -ЛК) [8] в связи со следующими ее эффектами. Экспериментально доказана способность α -ЛК повышать интенсивность окислительного фосфорилирования [9] и утилизацию углеводов периферическими тканями, в том числе скелетными мышцами (СМ) [10], тем самым улучшая их энергообеспечение, ослаблять глюконео- и кетогенез [11]. Через активацию АМПК в мышечных волокнах (МВ) α -ЛК способствует поддержанию нормального биогенеза в митохондриях в условиях энергодефицита, ускорению окисления жирных кислот [10], стимулирует образование новых митохондрий [12]. Некоторые авторы [13, 14] указывают в пользу способности α -ЛК усиливать синтез белков в МВ.

Показана эффективность α -ЛК в компенсации мышечных патологий различного генеза: митохондриальных дисфункций и вызванного этой патологией синдрома повышенной утомляемости [15], мышечной атрофии, вызванной 3-недельной разгрузкой задних конечностей [16], ишемического

повреждения МВ [17], предотвращения снижения мышечной массы и площади поперечного сечения МВ при сахарном диабете II типа [18], защите МВ от апоптоза и протеолиза миофибриллярных белков у крыс с модельной формой ревматоидного артрита [19].

Обнаружена способность α -ЛК повышать уровень физической работоспособности [20], уменьшать окислительное повреждение в митохондриях МВ, вызванное физической нагрузкой [21], предотвращать апоптоз МВ после тяжелых физических нагрузок [22].

Наконец, в ряде работ установлена способность α -ЛК ослаблять некоторые негативные эффекты ГК на организм, в частности, уменьшать выраженность оксидативного стресса, гипергликемии и гиперлипемии, вызванных введением дексаметазона (ДМ) [23, 24].

В связи с отмеченными позитивными эффектами α -ЛК на организм и мышечный аппарат целью настоящей работы явилось изучение эффективности ее фармакологических доз (35 мг/кг/сутки) для компенсации негативных эффектов длительно вводимого ДМ (0,25 мг/кг/2-е суток, на протяжении 30 дней) на СМ смешанного типа с преимущественным преобладанием гликолитических волокон (переднюю большеберцовую, *m. tibial anterior*).

Эксперименты проводились на половозрелых крысах-самках (190–200 г), разделенных на 4 группы: контрольную (n=10, К-группа), I опытную (n=10, на протяжении 30 дней получали дексаметазон, ДМ-группа), II опытную (n=10, на протяжении 30 дней получали дексаметазон в комплексе с α -липовой кислотой, ДМ+ α -ЛК-группа) и III опытную (n=10, на протяжении 30 дней получали α -липоевую кислоту, α -ЛК-группа). Дексаметазон («KRKA», Словения) вводили 1 раз в 2-е суток, внутривенно в дозе, адекватной терапевтической для человека, – 0,25 мг/кг. α -липоевую кислоту (торговая марка «Берлитион-600», BERLIN-CHEMIE, Германия) вводили ежедневно в дозе 35 мг/кг, подкожно. На наркотизированных животных (тиопентал натрия, 100 мг/кг) с помощью метода стимуляционной электромиографии и миографии изучали некоторые электрофизиологические и сократительные параметры передней большеберцовой мышцы в условиях вызванного ее возбуждения и сокращения, которые индуцировали путем раздражения сверхпороговым электрическим током малоберцового нерва.

Применение α -ЛК в комплексе с ДМ предотвратило удлинение латентного периода М-ответов мышцы, типичное для ДМ-группы, и не просто нивелировало уменьшение их амплитуды, а даже обусловило существенное ее повышение в сравнении с контролем (на 155 %, $p < 0,01$), типичное и для α -ЛК-группы. Кроме того, α -ЛК, вводимая в комплексе с ДМ, нивелировала уменьшение количества активируемых двигательных единиц (ДЕ) и массы мышцы, степени посттетанической ее потенциации, ухудшение сократительных и временных параметров одиночного и

тетанического сокращений, типичное для животных ДМ-группы, и даже обусловило некоторое увеличение в сравнении с контролем ($p < 0,05$) скорости расслабления при одиночном сокращении (на 34 % в ДМ+ α -ЛК-группе) и скорости развития тетанического сокращения (на 80 %), что было характерно и для α -ЛК-группы. Данные факты косвенно указывают в пользу отсутствия выраженных дистрофических изменений мышечных волокон у животных ДМ+ α -ЛК-группы. Вместе с тем, хотя для животных ДМ+ α -ЛК-группы не было характерно укорочения периода максимальной работоспособности мышцы, типичное для ДМ-группы, но у них и не наблюдалось удлинения этого периода в сравнении с контролем, типичное для α -ЛК-группы, что указывает в пользу отсутствия позитивных эффектов α -ЛК на работоспособность мышцы в случае комплексного ее применения с ДМ.

α -ЛК, вводимая в комплексе с ДМ, не предотвратила снижения лабильности синаптической передачи, более выраженное, в сравнении с контролем ($p < 0,05$), повышение амплитуды М-ответов относительно 1-го в серии при частоте стимуляции 30–40 имп/с (на 57 %) и более выраженное ее снижение при частоте 70 имп/с (на 44 %), типичное для ДМ-группы. Вместе с тем, поскольку более выраженное, чем у контроля, увеличение амплитуды М-ответов относительно 1-го в серии при оптимальной частоте стимуляции нерва (30–40 имп/с) у животных ДМ+ α -ЛК-группы наблюдалось на фоне не сниженной, как в ДМ-группе, а повышенной амплитуды 1-го М-ответа, оно не отражает заблокированности синапсов.

Введение α -ЛК в комплексе с ДМ не предотвратило типичного для ДМ-группы появления случаев патологически значимой депрессии синаптической передачи при оптимальной частоте стимуляции малоберцового нерва (наблюдались у 40 % особей ДМ+ α -ЛК-группы и 30 % особей ДМ-группы), что указывает в пользу возможных постсинаптических нарушений. α -ЛК, вводимая в комплексе с ДМ, хоть и предопределила уменьшение частоты встречаемости сниженной надежности синаптической передачи (у 30 % особей в ДМ+ α -ЛК-группе) в сравнении с изолированным введением ДМ (у 70 % особей в ДМ-группе), но не предотвратила полностью ее появления. Кроме того, у животных ДМ+ α -ЛК-группы наблюдалось удлинение латентного периода М-ответов после выполнения утомляющей работы (УР, на 28 % относительно исходного значения, $p < 0,05$), типичное для ДМ-группы и не характерное для контроля. Данный факт свидетельствует в пользу большей утомляемости синапсов и меньшей их надежности как в ДМ-, так и в ДМ+ α -ЛК-группах.

α -ЛК, вводимая в комплексе с ДМ, компенсировала типичную для ДМ-группы повышенную утомляемость и пониженную способность мышцы к восстановлению после выполнения УР и даже обусловила увеличение скорости восстановления мышцы после УР, что было характерно и для α -ЛК-группы. В пользу этого свидетельствует менее выраженное, чем в контроле

($p < 0,05$), уменьшение скорости укорочения и расслабления мышцы после выполнения УР и отсутствие значимого снижения амплитуды одиночных сокращений мышцы, количества активируемых ее ДЕ после выполнения УР, типичные не только для животных ДМ-группы, но и контрольных особей.

Наблюдаемые нами изменения функциональных параметров мышцы животных ДМ- и ДМ+ α -ЛК-групп указывают в пользу выраженных не только электрофизиологических, но и сократительных нарушений у особей ДМ-группы, а также сниженной способности их мышцы к восстановлению после УР, тогда как у крыс ДМ+ α -ЛК-группы на фоне некоторых электрофизиологических нарушений не наблюдалось существенного ухудшения сократительной функции мышцы, а способность мышцы к восстановлению после УР была не только не снижена, а даже повышена в сравнении с контролем, что было характерно и для α -ЛК-группы. Данные факты позволяют рассматривать α -ЛК в качестве возможного средства для компенсации стероидной миопатии.

Список литературы

1. Комердус И.В. и др. Системное действие глюкокортикоидных препаратов: в помощь врачу общей практики (обзор литературы) / И.В. Комердус, Н.А. Будул А.В. Чеканова // Российский медицинский журнал. – 2017. – № 1. – С. 45–48.
2. Gardner D. et al. Greenspan's Basic and Clinical Endocrinology / D. Gardner, D. Shoback. – 9th ed. – New York: McGraw-Hill Medical, 2011. – 897 p.
3. Труш В.В. и др. Модулирующее влияние адреналина на развитие стероидной миопатии у белых крыс, индуцированной длительным введением гидрокортизона / В.В. Труш, В.И. Соболев // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. – 2017. – Т. 61, №4. – С. 104–111.
4. Труш В.В. и др. Модуляция β_2 -адреноагонистом формотеролом нарушений сократительной функции скелетной мышцы белых крыс, вызванных длительным введением дексаметазона / В.В. Труш, В.И. Соболев // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Биология. Химия. – 2018. – Т. 4(70), №4. – С. 219–223.
5. Труш В.В. и др. Оценка эффективности β_2 -адреноагониста формотерола в компенсации электрофизиологических проявлений стероидной миопатии в модельных экспериментах на животных / В.В. Труш, В.И. Соболев // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. – 2019. – Т.63, №3. – С. 35–47.
6. Труш В.В. и др. Модуляция таурином стероидной миопатии у белых крыс, индуцированной длительным введением дексаметазона / В.В. Труш, В.И. Соболев // Крымский журнал экспериментальной и клинической медицины. – 2017. – Т.7. – №2. – С. 108–118.
7. Труш В.В. и др. Оценка эффективности аргинина в компенсации стероидной миопатии у белых крыс, индуцированной длительным введением дексаметазона / В.В. Труш, В.И. Соболев, М.Н. Попов // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. – 2018. – Т.62, №4. – С. 120–129.
8. Hermann R. et al. Enantiomeraselective pharmacokinetics, oral bioavailability, and sex effects of various alpha-lipoic acid dosage forms / R. Hermann, J. Mungo, P.J. Cnota, D. Ziegler // Clin. Pharmacol. – 2014. – Vol. 6. – P. 195–204.

9. Лукьянчук В.Д. и др. Фармакологическая коррекция нарушений энергетического обмена при воспалительно-дистрофическом процессе в парадонте / В.Д. Лукьянчук, О.А. Шпулина // Экспериментальная и клиническая фармакология. – 2006. – Т. 69, № 4. – С. 51–56.
10. Романцова Т.И. и др. Потенциальные возможности применения альфа-липоевой кислоты (Берлитион®300) в лечении метаболического синдрома / Т.И. Романцова, И.С. Кузнецов // Ожирение и метаболизм. – 2009. – №3. – С. 10–14.
11. Волчегорский И.А. и др. Инсулинпотенцирующее действие антиоксидантов при экспериментальном сахарном диабете / И.А. Волчегорский, Л.М. Рассохина, И.Ю. Мирошниченко // Проблемы эндокринологии. – 2010. – Т. 56. – № 2. – С. 27–35.
12. Kanabus M. et al. Development of pharmacological strategies for mitochondrial disorders / M. Kanabus, S.J. Heales, S. Rahman // British Journal of Pharmacology. – 2014. – Vol. 171, №8. – P. 1798-1817.
13. Jing Y. et al. α -Lipoic Acids Promote the Protein Synthesis of C2C12 Myotubes by the TLR2/PI3K Signaling Pathway / Y. Jing, X. Cai, Y. Xu, C. Zhu, L. Wang, S. Wang, X. Zhu, P. Gao, Y. Zhang, Q. Jiang, G. Shu // J. Agric. Food Chem. – 2016. – Vol. 64, №8. – P. 1720–1729.
14. Rousseau A.S. et al. α -Lipoic acid up-regulates expression of peroxisome proliferator-activated receptor β in skeletal muscle: involvement of the JNK signaling pathway / A.S. Rousseau, B. Sibille, J. Murdaca, I. Mothe-Satney, P.A. Grimaldi, J.G. Neels // FASEB J. – 2016. – Vol. 30, №3. – P. 1287–1299.
15. Nicolson G.L. Mitochondrial dysfunction and chronic disease: treatment with natural supplements / G.L. Nicolson // Altern. Ther. Health Med. – 2014 – Vol. 20, Suppl 1: January – P. 18–25.
16. Liu J. et al. Reloading functionally ameliorates disuse-induced muscle atrophy by reversing mitochondrial dysfunction, and similar benefits are gained by administering a combination of mitochondrial nutrients / J. Liu, Y. Peng, Z. Feng, W. Shi, L. Qu, Y. Li, J. Liu, J. Long // Free Radic. Biol. Med. – 2014. – Vol. 69 (Apr.). – P. 116-128.
17. Aydin A. et al. Effects of alpha lipoic acid on ischemia-reperfusion injury in rat hindlimb ischemia model / A. Aydin, A.M. Yildirim // Ulus. Travma Acil. Cerrahi. Derg. – 2016. – Vol. 22, №6. – P. 509–515.
18. Hong O.K. et al. Alpha-lipoic acid preserves skeletal muscle mass in type 2 diabetic OLETF rats / O.K. Hong, J.W. Son, H.S. Kwon, S.S. Lee, S.R. Kim, S.J. Yoo // Nutr. Metab. (Lond). – 2018. – Vol. 15 (29) (Sep). – P. 66–78.
19. Крыльский Е.Д. и др. Воздействие липоевой кислоты на активность каспаз, показатели иммунного и антиоксидантного статуса при ревматоидном артрите у крыс / Е.Д. Крыльский, Т.Н. Попова, Е.М. Кирилова, О.А. Сафонова // Биоорганическая химия. – 2016. – Т. 42, № 4. – С. 431–439.
20. Яценко А.Г. Влияние альфа-липоевой кислоты на функциональное состояние кардиореспираторной системы и уровень физической работоспособности спортсменов высокого класса / А.Г. Яценко, Е.Н. Лысенко, В.Н. Жовтяк, Е.В. Майданюк, Н. Кайс // Физическое воспитание студентов творческих специальностей. – 2003. – №6. – С. 95–104.
21. Sun M. et al. Mitochondrial nutrients stimulate performance and mitochondrial biogenesis in exhaustively exercised rats / M. Sun, F. Qian, W. Shen, C. Tian, J. Hao, L. Sun, J. Liu // Scand. J. Med. Sci. Sports. – 2012. – Vol. 22, №6. – P. 764–775.
22. Tamilselvan J. et al. Age-dependent upregulation of p53 and cytochrome c release and susceptibility to apoptosis in skeletal muscle fiber of aged rats: role of carnitine and lipoic acid / J. Tamilselvan, G. Jayaraman, K. Sivarajan, C. Panneerselvam // Free Radic. Biol. Med. – 2007. – Vol. 43, № 12. – P. 1656–1669.

23. El-Senousey H.K. Effects of dietary vitamin C, vitamin E, and alpha-lipoic acid supplementation on the antioxidant defense system and immune-related gene expression in broilers exposed to oxidative stress by dexamethasone / H.K. El-Senousey, B. Chen, J.Y. Wang, A.M. Atta, F.R. Mohamed, Q.H. Nie // Poultry Sci. – 2018. – Vol. 97, №1. – P. 30–38.
24. Mohammed M.A. Alpha lipoic acid protects against dexamethasone-induced metabolic abnormalities via APPL1 and PGC-1 α up regulation / M.A. Mohammed, M.O. Mahmoud, A.S. Awaad, G.M. Gamal, D. Abdelfatah // Steroids. – 2019. – Vol. 144. – P. 1–7.

УДК 616-008-084:355-051:574(1-31)

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ, НАПРАВЛЕННЫХ НА ПРЕОДОЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В МЕСТЕ РАЗМЕЩЕНИЯ, НА ПОКАЗАТЕЛИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АДАПТАЦИИ ВОЕННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ

Чуркин Д.В., канд. мед. наук,
Склянная Е.В., канд. мед. наук, доц., *Головань Д.Д.*
ГОУ ВПО «Донецкий национальный медицинский университет
им. М. Горького», г. Донецк, ДНР
dmichur@mail.ru

Комплектование войсковых частей Вооруженных Сил и иных воинских формирований, выполняющих боевые и служебно-боевые задачи по обеспечению обороны и безопасности Донецкой Народной Республики, осуществляется на добровольной основе путем привлечения на военную службу высоко патриотически мотивированных граждан, значительная часть из которых имеет возраст 35–39 лет (IV возрастная группа), а также стаж предшествующего труда, превышающий 10 лет, в том числе в условиях влияния производственных факторов, превышающих предельно допустимые уровни и концентрации [1]. Комбинации отмечавшихся ранее производственных факторов влияли на показатели функциональной адаптации, в том числе с развитием дезадаптозов, что, в свою очередь, создавало предпосылки для развития первичных форм хронических заболеваний [2], которые зачастую могли протекать в доклинической форме и поэтому могли быть не зафиксированы врачами-специалистами военно-врачебной комиссии отдела Военного Комиссариата, который осуществлял призыв кандидата на военную службу [3].

Отметим, что военная служба вне мест выполнения боевых задач по характеристикам трудовых процессов и параметрам трудовых операций в целом соответствует рутинной трудовой деятельности, вредные факторы военного труда аналогичны производственным факторам и имеют

аналогичные границы, устанавливающие предельные величины для каждого из факторов.

Помимо вредных факторов военного труда значимое влияние на показатели индивидуального и коллективного здоровья военнослужащих, а с ними и на показатели заболеваемости с утратой трудоспособности, в перспективе – с изменением категории годности к военной службе, оказывают параметры микроклимата в месте размещения военнослужащих (пункте постоянной дислокации – ППД), а также экологические характеристики территории ППД.

Необходимо учитывать, что влияние вредных факторов военного труда, а также параметров микроклимата в пункте постоянной дислокации может быть скорректировано на организационном и техническом уровне, например, регламентированием периодов труда и отдыха, регулированием функционирования системы отопления, вентиляции и пр., тогда как количественные характеристики экологических факторов не подлежат регулированию, в связи с чем для устранения их влияния необходимо разрабатывать комплекс профилактических мероприятий направленных на снижение их влияния [4]. Принимая во внимание, что патологический процесс есть результат дезадаптоза, точкой приложения профилактических мероприятий следует признать именно показатели функциональной адаптации, отражающие биологический резерв организма, обеспечивающий приспособление к выполнению задач различной интенсивности в переменных условиях окружающей среды.

Была выполнена оценка влияния экологических показателей в пункте постоянной дислокации (по данным литературы за период, предшествующий военному конфликту) на показатели функциональной адаптации военных специалистов: оценили зависимость адаптационного потенциала по Баевскому Р.М. от показателя загрязнения почвы солями тяжелых металлов и индекса адаптации по Гаркави Л.Х. от показателя загрязнения атмосферного воздуха отходами нефтепродуктов, установлена сильная прямая зависимость, отражающая развитие срыва функциональной адаптации и развитие дезадаптоза и стресса.

Профилактические мероприятия проводили курсово с использованием таких комбинаций лекарственных препаратов и пищевых добавок: азоксимер бромид изолированно, комплекс витаминов группы В изолированно, комбинация комплекса витаминов группы В и азоксимера бромида. Обследуемые принимали препараты по установленной в инструкции схеме в рекомендованных профилактических дозировках на протяжении холодного периода года (среднесуточная температура ниже 10 °С).

Оценивали показатель индекса адаптации и адаптационного потенциала на начало исследования, коэффициент корреляции с экологическими показателями в ППД, динамику показателей функциональной адаптации, динамику коэффициента корреляции показателей функциональной адаптации с экологическими показателями в ППД.

Установили, что показатели адаптационного потенциала обследуемых находились в диапазоне неудовлетворительной адаптации (3,1–3,6), показатели индекса адаптации – в верхнем диапазоне напряженной активации (0,9 и выше), коэффициент корреляции с экологическими показателями составил 0,7 (сильная прямая связь) для адаптационного потенциала и 0,8 (сильная прямая связь для индекса адаптации).

Спустя 2 месяца проведения профилактических мероприятий установили: в группе азоксимера бромида отмечалось значимое снижение показателя индекса адаптации (до 0,65 – спокойная активация), связь с экологическими показателями перешла в степень умеренной (0,6), показатели адаптационного потенциала и связи с экологическими показателями для АП значимо не изменились; в группе комплекса витаминов группы В отметили близкое к значимому изменение показателя адаптационного потенциала, показатель индекса адаптации и сила связи с экологическими показателями для АП и ИА значимо не изменились. Комбинация азоксимера бромида и комплекса витаминов группы В позволила добиться значимого снижения показателя АП (2,9 – напряжение адаптации) и ИА (0,6 – спокойная активация), связь с экологическими показателями для АП и для ИА составила 0,5 – средняя связь.

Отметим также, что эффект проведенных профилактических мероприятий для комбинации азоксимера бромида и комплекса витаминов группы В сохранялся на протяжении двух последующих месяцев, в отличие от изолированных профилактических мероприятий с использованием азоксимера или комплекса витаминов группы В, что позволяет рассматривать комбинированные мероприятия как эффективные и рекомендовать их широкое применение медицинской службой войсковых частей.

Список литературы

1. Чуркин Д. В. Особенности диспансеризации военнослужащих с учетом предшествующего профессионального маршрута / Д. В. Чуркин, Е. В. Цыганков, Д. О. Ластков // Система медицинского обеспечения в локальных войнах в 2-х т.: материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием / ГБОУ ВПО РостГМУ Минздрава России. – Ростов н/Д.: изд-во РостГМУ, 2016. – Т 2. – С. 271–273.
2. Аманбеков У. О. Влияние экопроизводственных факторов на орган слуха / У. О. Аманбеков, А. О. Газизова // Гигиена труда и медицинская экология. – 2015. – № 2. – С. 92–99.
3. Потапова М. В. Анализ работы ВВК МСЧ МВД по Республике Татарстан / М. В. Потапова, О. Р. Соколова // Вестник современной клинической медицины. – 2011. – №1. – С 44–48.
4. Мухаметжанов А. М. Физиологическая оценка адаптационных процессов у военнослужащих срочной службы в зависимости от прежнего местожительства / А. М. Мухаметжанов, Н. К. Смагулов, В. А. Цой // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 7. – С. 336–341.

СОДЕРЖАНИЕ

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Аналитическая химия

<i>Абрамян М.К., Кучменко Т.А.</i> Изучение экстракции БАВ водой и водно-этанольными растворами бессмертника песчаного (лат. <i>Helichrysum arenarium</i>)	5
<i>Аркадьева А.В., Никулина А.В.</i> Определение гидрофильности подсластителей методом изопиестирования	8
<i>Алемасова А.С., Пенькова Ю.И.</i> Аналитические характеристики дисперсионной микроэкстракционной системы для определения Pd в дорожной пыли методом ЭТААС	9
<i>Алемасова А.С., Шептун И.Г.</i> Перманентный модификатор на основе коллодного раствора оксида ванадия(IV) – преимущества и ограничения	11
<i>Добрыдин А.В.</i> Соосадительное концентрирование таллия(I) в системе фосфорновольфрамовая кислота – тетрабутиламмоний бромид	14
<i>Ищенко А.В., Сибирцева И.А.</i> Определение некоторых физико-химических характеристик порошков для огнетушителей	16
<i>Кочетова Ж.Ю., Григорьев Д.С., Григорян А.С.</i> Пьезокварцевое микро-взвешивание аварийно химически опасных веществ над поверхностью почвы	19
<i>Лисицкая Р.П., Кучменко Т.А., Шабельский В.С.</i> Применение химических сенсоров для микровзвешивания паров анилина в воздухе рабочей зоны	22
<i>Мокишина Н.Я., Пахомова О.А., Нечепоренко Д.А.</i> Анализ таблетированных аминокислотных препаратов с применением экстракции полимерами	24
<i>Рокун А.Н., Степкина Д.И.</i> Экстракционно-спектрофотометрическое определение п-метиланилина и ферроцена в бензине	26
<i>Симонова Т.Н., Добрыдин А.В., Алемасова А.С.</i> Жидкие анионообменники и водорастворимые экстрагенты в методах извлечения и определения тиоцианатных комплексов молибдена(V)	28
<i>Стецик В.В., Цыбулько В.А., Колотова Е.В.</i> Моделирование процесса раздельного определения марганца и железа в одном титровании	31
<i>Тимохина В.В., Никулина А.В.</i> Влияние различных факторов на ферментативный гидролиз липидов творожной массы	34
<i>Харитонова Л.А., Пугачева И.Н., Коробов Н.А.</i> Концентрирование флоро-глюцина полимерными материалами	35
<i>Щепина Н.Д., Рокун А.Н., Алемасова А.С., Мыслик И.В.</i> Определение марганца в микроудобрении на основе его комплексоната	37

Биохимия и органическая химия

<i>Бахтин С.Г., Синельникова М.А.</i> Поведение анионов тетраалкиламмониевых солей в реакции нуклеофильного раскрытия эпоксидного цикла	41
<i>Завязкина Т.И., Тюрина Т.Г.</i> Изучение кинетики высвобождения фурацилина из гидрогелей на основе сополимера малеинового ангидрида	43

<i>Заритовский А.Н., Котенко Е.Н., Демко Я.В., Глазунова В.А.</i> Синтез трехмерных (3D) гибридных структур ГРАФЕН / УНТ	45
<i>Кравченко Е.М., Одарюк И.Д.</i> Окисление орто-фенилендиамин в присутствии пероксидазы хрена	48
<i>Кротова Е.А., Никитенко Д.В., Пойманова Е.Ю., Хомутова Е.В.</i> Исследование реакционной способности декавольфрамата бария (+2)	51
<i>Макарова Р.А., Семенова Р.Г., Хилько С.Л., Рогатко М.И., Хилько А.С.</i> Получение этоксилированных производных ароматических кислот механохимическим методом	53
<i>Михайлов В.А., Прокопьева Т.М., Белоусова И.А., Зубарева Т.М., Туровская М.К., Панченко Б.В., Разумова Н.Г., Гайдаш Т.С.</i> Мицеллярный «катализ» в реакциях разложения ФОС. Дикатионные имидазолиевые ПАВ	55
<i>Садовая И.В.</i> Эффекты структуры и температуры в катализируемой пиридином реакции фенилоксирана с п-ароилбензолсульфонамидами	58
<i>Тюрина Т.Г., Крюк Т.В., Лаврова А.И., Кудрявцева Т.А.</i> Механоамидирование янтарного ангидрида	59
<i>Шевчук Н.О., Тюрина Т.Г.</i> Изучение взаимодействия противовирусного препарата ацикловира с сополимером малеинового ангидрида	61

Неорганическая химия

<i>Бондарева А.С., Дорохова Ю.В., Чебышев К.А.</i> Получение алюмината стронция, допированного европием и диспрозием методом сжигания раствора	64
<i>Гнатюк И.Г., Пятаченко А.С., Чебышев К.А.</i> Получение модифицированных опалоподобных структур на основе диоксида кремния	66
<i>Дидоренко Е.Г., Игнатов А.В.</i> Синтез и изучение электрофизических свойств твёрдых растворов $Pb_{8-2x}La_xNa_{2+x}(PO_4)_6$	67
<i>Заболотный А.А., Селикова Н.И., Пасечник Л.В., Чебышев К.А.</i> Синтез и исследование изоморфных замещений в системе $Na_xPr_{4-x}Mo_3O_{16.5-1.5x}F_x$	68
<i>Игнатов А.В., Жегайло А.О., Голубович В.С.</i> Изучение замещения свинца на стронций и барий в структуре $Pb_8Rb_2(PO_4)_6$	69
<i>Кобец К.Д., Кипка П.С., Ракитова Р.Ю., Чебышев К.А.</i> Получение молибдата лантана допированного фторидом натрия	71
<i>Лаврентьев И.В., Кулик Я.А., Чебышев К.А.</i> Синтез нанопорошков стабилизированного диоксида циркония способом сжигания геля-прекурсора	72
<i>Мороз Я.А., Лозинский Н.С., Чередниченко Л.А.</i> Высокотемпературные твердофазные реакции в системах вольфрамсодержащих пироклоров	73
<i>Прудченко А.П., Савоськин М.В., Хрипунов С.В., Протасевич Ю.С., Полякова О.Ю.</i> CCVD-синтез углеродных нанотрубок: влияние состава металлоксидных катализаторов	75
<i>Хрипунов С.В., Прудченко А.П., Савоськин М.В., Падун О.М., Волкова Г.К., Протасевич Ю.С., Полякова О.Ю.</i> Образование комплекса углерода с оксидом кальция в ходе CVD-процесса на кальците	78
<i>Яблочкова Н.В., Аврамова А.Ю.</i> Изучение условий синтеза твердых растворов $Pb_8Ln_2(GeO_4)_4(VO_4)_2$ (Ln – La, Sm)	81

Физическая химия

<i>Белая Н.И., Белый А.В.</i> Радикальное окисление мономерных природных фенолов, реакционная способность их молекул и ионов	84
<i>Гринь К.В., Бондарева Л.П.</i> Сорбция катионов никеля из водных растворов на полярных и неполярных сорбентах	87
<i>Доровская Е.С., Кучменко Т.А.</i> Изучение сорбции биомолекул на поверхности гидроксиапатита - перспективного модификатора газовых сенсоров	89
<i>Коноплева В.А., Суханов П.Т., Губин А.С.</i> Изучение сорбции 4-нитрофенола на сверхсшитых полистиролах, модифицированных производными аминов и имидазолов	92
<i>Лыга Р.И., Михальчук В.М.</i> Золь-гель синтез и свойства эпоксидных нанокompозитов, наполненных диоксидом кремния и диоксидом титана	94
<i>Мерзликина М.А., Краснякова Т.В., Митченко С.А.</i> Кросс-электрофильное С–С сочетание метилиодида и диодбутадиена	97
<i>Могила Т.Н., Михальчук В.М., Линник Д.С., Лыга Р.И.</i> Формирование эпоксидных композитов с нанонаполнителем $ZrO_2@SiO_2$ структурного типа «ядро-оболочка»	99
<i>Осипов А.М., Грищук С.В.</i> Влияние гамма-облучения на начальную стадию гидрооживления бурого угля березовского месторождения	100
<i>Покинтелица Е.А., Гулов А.Г.</i> Закономерности кристаллизации переохлажденного расплава п-терфенила	103
<i>Потапова Т.Ю., Бондарева Л.П.</i> Установление взаимного влияние катионов железа(III), меди(II) и кальция при ионообменной деминерализации воды смешанным ионообменником	105
<i>Сизо К.О., Суханов П.Т., Кушнир А.А.</i> Применение сорбента на основе рисовой шелухи для сорбции фармацевтических препаратов	107
<i>Тюрина Т.Г., Крюк Т.В., Кудрявцева Т.А., Лаврова А.И.</i> К вопросу спектрофотометрического определения натрия цефотаксима	110
<i>Харланова А.Г., Кучменко Т.А.</i> Применение электронного носа на пьезовесах для детектирования бутанола-1 в гексановом экстракте	113
<i>Шеремет Е.О., Суханов П.Т., Кушнир А.А.</i> Применение сорбентов природного происхождения для сорбции нестероидных противовоспалительных препаратов из водных сред	116
<i>Щебетовская Н.В., Муколина Е.А., Моисейчик О.С.</i> Плавление и кристаллизация изомеров дигидроксibenзолов – пирокатехина, резорцина и гидрохинона	118

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Биофизика

<i>Беспалова С.В., Легенький Ю.А., Павлов В.Н.</i> Сортировка магнито-маркированных клеток высокоградиентным магнитным сепаратором	121
<i>Беспалова С.В., Ткаченко Д.С., Эренбург О.В.</i> Влияние частоты переменного магнитного поля на метаболизм и жизнеспособность магнито-маркированных и нативных клеток дрожжей	124

<i>Бондаревский-Колотий В.А.</i> Проблема стресса у медицинского персонала, работающего в условиях действия ионизирующего излучения	127
<i>Боровой И.И., Лиманец А.А.</i> Пострадиационные эффекты дуба черешчатого	130
<i>Губарев А.А., Готин Б.А., Романчук С.М.</i> Чувствительность параметров редуцированной модели и формы кривой переменной флуоресценции к изменению значений параметров детальной модели	132
<i>Егоркин Н.С., Тарасова О.О.</i> Влияние амплитуды переменного магнитного поля промышленной частоты на жизнеспособность дрожжевых клеток	135
<i>Капшуков Р.А., Матвеевкова Е.И., Манжос А.М.</i> Оценка особенностей формирования фаций на разных стадиях хранения медицинского препарата	138
<i>Корниенко В.О., Акульшина М.О.</i> Влияние наночастиц Fe ₃ O ₄ (ТМА) на работу Н ⁺ -АТФазы корневой системы кукурузы сахарной (<i>Zea mays</i> L.)	141
<i>Корниенко В.О., Антонюк Т.Ю., Трупп В.Н.</i> Влияние наночастиц Fe ₃ O ₄ с различными типами покрытия на ранние стадии развития кукурузы сахарной (<i>Zea mays</i> L.)	143
<i>Котюк П.Ф.</i> Влияние Fe ₃ O ₄ на кукурузу сахарную (<i>Zea mays</i> L.)	145
<i>Курилова О.А., Чуфицкий С.В.</i> Флуориметрические методы оценки состояния природного фитопланктона	147
<i>Ляшова А.С., Чуфицкий С.В.</i> Влияние магнитного поля на фотосинтез и флуоресценцию растительных клеток	150
<i>Павлов В.Н.</i> Высокоградиентный магнитный сепаратор для сортировки магнито-маркированных клеток по величине магнитной восприимчивости	153
<i>Сагина Ю.В., Ибрагимхалилова Д.В.</i> Оценка механической устойчивости <i>Juniperus virginiana</i> L.	156
<i>Тарасова О.О., Коняхин Е.И.</i> Влияние сорбции ионов кобальта на жизнеспособность дрожжевых клеток	159
<i>Фролова Е.Г.</i> Биологическое действие переменного и модулированного электромагнитного поля на семена <i>Hordeum vulgare</i> L.	162
<i>Череповский Р.И., Губарев А.А.</i> Формирование пространственно неоднородного распределения плотностей хищников и жертв в модели со скоростью изменения численности жертв, зависящей от концентрации биологически активного метаболита	164

Ботаника и экология

<i>Абрусник М.А.</i> Концентрация пыльцы <i>Tragopogon major</i> L. в воздухе Донецко-Макеевской промышленной агломерации	167
<i>Абуснайна М.В., Стреблянская Е.В.</i> Научные экскурсии о растениях-индикаторах Донбасса	169
<i>Бойко Н.В.</i> Тератоморфность семядольного аппарата как индикатор загрязнения среды	170
<i>Бондарь Е.Н.</i> Создание бротеки на кафедре ботаники и экологии Донецкого национального университета	172
<i>Голубничая С.Н.</i> Особо охраняемые природные территории Донецкого региона наиболее перспективные для развития экологического туризма	175

Городина И.С. Прогнозный сценарий дендропаркового насаждения в рекреационной зоне г. Макеевки	178
Госман Д.А., Романченко М.П., Сабадаш О.В. Влияние загрязнения атмосферного воздуха города Донецка тяжелыми металлами на заболеваемость населения	180
Дембицкая Д.К., Гридько О.А. Влияние интерьерных растений на сезонную динамику микрофлоры воздуха в условиях закрытого помещения медицинского учреждения г. Макеевки	182
Демьяненко Т.В., Третьякова Е.Н. Способность к прорастанию семян <i>Pseudolysimachion incanum</i> (L.) Oriz. под влиянием водных вытяжек из вегетативных органов лекарственных растений	185
Епринцев С.А., Шекоян С.В., Жигулина Е.В. Пространственное зонирование урбанизированных территорий Центральной России по обеспеченности природным каркасом на основе данных дистанционного зондирования Земли	187
Жукова А.А., Разливаева А.В. Особенности скульптуры листовой пластинки некоторых видов растений в экотопах Донбасса	190
Загуменный Р.А., Николаева А.В., Стрельников И.И. Зависимость количества устьиц от параметров жилкования и накопления биомассы листьев <i>Lactuca sativa</i> L., сформированных при различных уровнях освещенности	193
Зайцева Е.В. Примеры фитоиндикационного содержания картографического материала в Донбассе	196
Золотой А.Л. Особенности распределения геоморфометрических показателей территории, прилегающей к пруду «Песчаный» (г. Донецк)	197
Калинина А.В. Спектр научно-исследовательских тем для работы в секции ДонМАН «Ботаника и фитодизайн»	200
Козуб-Птица В.В., Глухов А.З., Кустова О.К. Виды рода <i>Lathyrus</i> L. в коллекции кормовых растений Донецкого ботанического сада	203
Комарова А.М. Фитоперифитон искусственных водоемов г. Донецка	206
Коротенко Н.В. Феномен фасциации побега <i>Ehium vulgare</i> L. в Донбассе	208
Кравсун Т.И. Корневой тест на чувствительность фитоиндикаторов к тяжелым металлам	210
Кустова О.К., Козуб-Птица В.В., Приходько Л.Г. Пополнение коллекционного фонда хозяйственно-ценных растений в Донецком ботаническом саду	212
Маклиенко В.Р. Микроводоросли обрастания как биологическая группа	215
Макогон И.В., Линник М.В. Коллекция хризантемы садовой (<i>Chrysanthemum</i> × <i>hortorum</i> Bailey) в Государственном учреждении «Донецкий ботанический сад»	217
Мигробян Р.А. Водоросли перифитона как экологическая группа	220
Мирненко Н.С. Палинологические исследования в микропопуляциях <i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	222
Мирненко Н.С. Палиноструктурный анализ <i>Salix alba</i> L. в условиях техногенных экотопов	224
Мирненко Э.И., Касько А.А. Эколого-географическая характеристика альгофлоры водохранилищ Донбасса	225

<i>Мирненко Э.И., Макуха А.О.</i> Количество сухого остатка в водоемах г. Донецка ...	227
<i>Митина Л.В., Хархота Л.В., Виноградова Е.Н., Лихацкая Е.Н.</i> Экспозиция «Морское дно» в Донецком ботаническом саду	229
<i>Мудрецова К.В., Стрельников И.И.</i> Разработка экспериментальной установки для измерения коэффициента демпфирования древесных растений	232
<i>Николаева А.В., Микула А.К.</i> Анализ ассортимента фитонцидных тропических и субтропических растений в коллекции ГУ «Донецкий ботанический сад» для озеленения помещений	235
<i>Ночвина Т.С.</i> Бриофлора различных экотопов г. Зугрэс и пгт Грузко-Зорянское ...	238
<i>Осипова Л.М.</i> Направление скрещивания в гибридизации сортов <i>Nemerocallis hybr.</i>	240
<i>Пахолок Д.Р.</i> Формирование фотосинтетических пигментов в прудах карьерного типа	241
<i>Приходько С.А., Гузев Ю.В.</i> Интродукция айвы обыкновенной (<i>Cydonia oblonga</i> Mill.) в Донецком ботаническом саду	244
<i>Приходько С.А., Жук Н.Н.</i> Перспективы использования топиарных форм в городском озеленении	246
<i>Рявкина К.А., Низейка И.В.</i> Колористика и геометрические тренды при оценке ручных мини-букетов разного целевого назначения	249
<i>Сафонов А.И.</i> Актуальные позиции индикационных разработок на кафедре ботаники и экологии ДонНУ	252
<i>Сафонов А.И., Глухов А.З.</i> Методологические аспекты фитомониторинга в техногенно трансформированной среде	254
<i>Склярова С.В.</i> Пылеулавливающая эффективность древесных и кустарниковых растений в промышленном городе Донбасса	257
<i>Стрябова А.П., Молодан А.Г., Глухов А.З.</i> Общая характеристика природно-заповедного фонда Донецкой Народной Республики	260
<i>Сыщиков Д.В., Агурова И.В.</i> Влияние фиторекультивации на миграцию некоторых элементов минерального питания в эдафотопях техногенных экосистем	263
<i>Фесенко О.О.</i> Пыльца видов-ревиталентов Донбасса	266
<i>Шакирова Т.Ю., Виноградова Н.А., Попович В.П.</i> Сравнительный фитохимический анализ семян и околоплодника ореха черного	269
<i>Ярыгина М.П., Пруцкова Е.А., Коробкова А.А.</i> Фертильность и жизнеспособность пыльцы <i>Clematis integrifolia</i> L. и <i>Clematis recta</i> L. в Тамбовской области	271

Зоология и экология

<i>Амолин А.В.</i> Роющие осы (Hymenoptera: Apoidea: Spheciformes) г. Донецка и его окрестностей	274
<i>Рева М.В., Бакланова А.Э., Щелкова Е.В.</i> Сезонная динамика и особенности экологии мошек (Diptera, Simuliidae) города Донецка	278
<i>Киселева Т.Н., Рыбакова Н.С.</i> Оценка состояния окружающей водной среды в водоемах Пичаевского района Тамбовской области по уровню флуктуирующей асимметрии у серебряного карася (<i>Carassius gibelio</i>)	280

<i>Кузичева Н.Н.</i> Трофические связи <i>Osmia cornuta</i> (Latreille, 1805) (Hymenoptera: Megachilidae, Osmiini) в г. Харьцызске	282
<i>Маслодудова Е.Н.</i> Кровососущие насекомые и профилактические мероприятия от их укусов в г. Донецке	284
<i>Оголь И.Н.</i> Находки <i>Xenos vesparum</i> Rossi, 1793 (Strepsiptera: Xenidae), паразита ос-полистов (Hymenoptera: Vespidae: Polistes), на территории города Донецка .	287
<i>Проконенко Е.В.</i> Случай уродства конечности паука <i>Agroeca cuprea</i> Menge, 1873 (Aranei, Liocranidae)	290
<i>Рева М.В., Шкробка А.А.</i> Мошки пруда Сахалин (Буденновский район г. Донецка)	294
<i>Романенко Т.А., Скрипка Л.В.</i> Усовершенствование санитарно-гигиенического и эпизоотологического мониторинга туляремии	296
<i>Тарасенко Е.Н.</i> М.Г. Камбек об охоте азовских казаков на дроф	299
<i>Штирц А.Д., Соколова К.Н.</i> Особенности экологической структуры населения панцирных клещей скверов г. Донецка	304
<i>Ярошенко Н.Н.</i> Панцирные клещи (Acariformes: Oribatei) техногенных и природных ландшафтов Донбасса	307

Физиология и биохимия растений и грибов

<i>Демченко С.И., Дутик Д.А.</i> Деструктивная активность гриба <i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.: Fr.) Kumm. в условиях глубинной ферментации	310
<i>Демченко С.И., Сахно С.А.</i> Пероксидазная активность гибридных штаммов <i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.: Fr.) Kumm. в условиях высокотемпературного стресса	312
<i>Загнитко Ю.П., Воротынцева Ю.А.</i> Динамика пектолитической активности некоторых штаммов высших базидиальных грибов	314
<i>Клименко А.А., Мещерякова О.Л., Свиридова Т.В.</i> Способы регуляции микробного синтеза сквалена	316
<i>Ковальчук А.С., Чемерис О.В.</i> Влияние источника углеродного питания на молокосвертывающую активность штаммов <i>Irpex lacteus</i>	318
<i>Скрыпник А.К., Швиндина Е.С.</i> Микробиологическая экспертиза качества пастеризованного молока	321
<i>Трошина А.Д., Чайка А.В.</i> Патогенный стафилококк в ГКБ № 21 г. Донецка	323
<i>Федотов С.В., Бондаренко-Борисова И.В., Швиндина Е.С.</i> Инфекционные болезни розы садовой гибридной в условиях открытого грунта Донецкого ботанического сада	324
<i>Чемерис О.В.</i> Биодegradация пшеничной соломы некоторыми штаммами <i>Irpex lacteus</i> при жидко- и твердофазном культивировании	326

Физиология человека и животных, медицина

<i>Балакирева Е.А.</i> Эффективность мероприятий по коррекции осанки учащихся на примере УВК «КОРН»	329
<i>Баринев Э.Ф., Николенко О.И., Черкасова Н.А., Перенесенко А.О., Гиллер Д.И.</i> Определение функциональной активности тромбоцитов и лейкоцитов в группе здоровых лиц	332

<i>Деменко Е.Г., Богданова С.А.</i> Изучение влияния доксорубицина на поведенческую активность белых крыс	334
<i>Догадин С.П.</i> К вопросу о функциональных нарушениях пищевода и пищеводно-желудочного перехода	337
<i>Кочура Д.А.</i> Сенсорная и психомоторная адаптация у женщин с различным вегетативным балансом	339
<i>Ластков Д.О., Ежелева М.И.</i> Экологическая детерминированность смертности населения в условиях последствий стресс-индуцированных состояний	342
<i>Лисун А.О.</i> Исследование острых эффектов доксорубицина на нервно-мышечный аппарат в экспериментах на животных	345
<i>Маховицкая Т.П.</i> Влияние уровня тревожности студента на процессы адаптации к обучению в вузе	349
<i>Николаева О.Н.</i> Влияние синбиотиков на физиологический статус организма	352
<i>Попович В.В.</i> Особенности патологии зрения у подростков экокризисного региона в современных условиях	354
<i>Романенко Т.А., Горохова А.А.</i> Социально-экологические условия, влияющие на результаты вакцинопрофилактики кори и краснухи	357
<i>Сафронов А.И., Богданова С.А.</i> Изучение влияния доксорубицина на поведение нелинейных половозрелых крыс	360
<i>Соболев В.И., Попов М.Н.</i> Особенности реализации зрительно-моторной реакции «Go / No-go»-типа в условиях разнoverоятностного предъявления дифференцировочного стимула	362
<i>Труш В.В., Попов В.Ф., Труш В.И.</i> Сравнительный анализ влияния длительно вводимого таурина и аргинина на функциональное состояние скелетной мышцы белых крыс	365
<i>Труш В.В., Соболев В.И.</i> Модуляция α -липоевой кислотой эффектов длительно вводимого дексаметазона на скелетную мышцу белых крыс	370
<i>Чуркин Д.В., Склянная Е.В., Головань Д.Д.</i> Оценка эффективности профилактических мероприятий, направленных на преодоление влияния экологических факторов в месте размещения, на показатели функциональной адаптации военных специалистов	375

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

**ДОНЕЦКИЕ ЧТЕНИЯ 2020:
ОБРАЗОВАНИЕ, НАУКА, ИННОВАЦИИ,
КУЛЬТУРА И ВЫЗОВЫ СОВРЕМЕННОСТИ**

Материалы
V Международной научной конференции
17-18 ноября 2020 г.,
г. Донецк

**ТОМ 2
Химико-биологические науки**

под общей редакцией проф. *С.В. Беспаловой*

Дизайн обложки	<i>Е.Г. Грудева</i>
Технический редактор	<i>М.В. Фоменко</i>
Компьютерная верстка	<i>Н.Д. Щепина, А.И. Сафонов</i>

Адрес оргкомитета:

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»
ул. Университетская, 24, г. Донецк, 83001, ДНР.
E-mail: *science.prorector@donnu.ru*

Подписано в печать 05.11.2020 г.
Формат 60×84/16. Бумага офисная.
Печать – цифровая. Усл.-печ. л. 22,51.
Тираж 100 экз. Заказ № 20ноя155/3.
Донецкий национальный университет
83001, г. Донецк, ул. Университетская, 24.
Свидетельство о внесении субъекта
издательской деятельности в Государственный реестр
серия ДК № 1854 от 24.06.2004 г.