



МАТЕРИАЛЫ IV Международной научной конференции

Донецкие чтения 2019: образование, наука,
инновации, культура
и вызовы современности

Донецк
31 октября 2019 г.

Том 2



Химико-биологические науки



Дорогие коллеги!

Сборник материалов Международной научной конференции «Донецкие чтения 2019: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности» является 9-томным изданием, включающим 13 книг. Труды конференции охватывают разнообразные направления фундаментальных и прикладных исследований в области естественных, технических и социально-гуманитарных наук. Они представляют широкий спектр новых научных результатов, полученных учеными Донецкого национального университета, многих других вузов и научных учреждений Донецкой и Луганской Народных Республик, а также специалистами целого ряда стран Европы и Азии – Российской Федерации, Азербайджанской Республики, Китайской Народной Республики, Республики Беларусь, Республики Болгария, Республики Сербия, Республики Узбекистан, Республики Южная Осетия, Туркменистана, Федеративной Республики Германия, Эстонской Республики. Значительная часть представляемых результатов получена в итоге совместных исследований ученых ДНР и других стран-участниц.

Девиз, под которым проходит конференция – «Русский мир и Донбасс: от сотрудничества к интеграции образования, науки, инноваций и культуры». Он отражает новый уровень и перспективы расширения сотрудничества, обмена мнениями и творческого взаимодействия ученых, педагогов, деятелей культуры и искусства Донецкой Народной Республики в качестве полноправных представителей научно-образовательного пространства Русского мира с коллегами из многих уголков земного шара. Выражаю уверенность, что наша совместная работа во время конференции внесет свой вклад в сокровищницу научных знаний, будет способствовать дальнейшему укреплению и развитию творческих контактов и дружеских связей!

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»
Фонд «Русский мир»

IV Международная научная конференция

Материалы
конференции

Том 2

**ХИМИКО-
БИОЛОГИЧЕСКИЕ
НАУКИ**

Донецкие чтения 2019: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности

г. Донецк
31 октября 2019 г.

Донецк
Издательство ДонНУ
2019

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 2019: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Материалы IV Международной научной конференции (Донецк, 31 октября 2019 г.). – *Том 2: Химико-биологические науки* / под общей редакцией проф. С.В. Беспаловой. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2019. – 423 с.

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

Во второй том материалов IV Международной научной конференции «Донецкие чтения 2019: 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.

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, 2019

© Донецкий национальный университет, 2019

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 юрид. наук, профессор, ректор Таганрогского института управления и экономики (г. Таганрог)

Беспалова Т.В. д-р филос. наук, ведущий научный сотрудник, 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)

Илюхин А.А. д-р физ.-мат. наук, профессор, профессор кафедры математики Таганрогского института имени А.П. Чехова (филиал) ФБГОУ ВО «Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)» (г. Таганрог)

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)
- Нечаев В.Д.* д-р полит. наук, ректор Севастопольского государственного университета (г. Севастополь)
- Рябичев В.Д.* д-р техн. наук, профессор, ректор Луганского национального университета имени Владимира Даля (г. Луганск)
- 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)
- 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)
- Сорокина Г.А.* д-р пед. наук, профессор, первый проректор Луганского государственного университета имени Тараса Шевченко (г. Луганск)
- 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)
- Шемякина Н.В.* канд. экон. наук, доцент, и.о. директора ГУ «Институт экономических исследований» (г. Донецк)

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Аналитическая химия

УДК 543.21

МИКРОВЗВЕШИВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ПЕТРУШКИ ОБЫКНОВЕННОЙ

Абрамян М.К.,

Кучменко Т.А., д-р хим. наук, профессор

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

marina-abramyan99@mail.ru

Петрушка обыкновенная – двухлетнее растение, обладающее пряным вкусом, который обусловлен наличием эфирного масла. Содержание эфирного масла в плодах составляет 2-7 %, благодаря которому петрушка востребована в кулинарии и народной медицине. В состав растения также входят витамины, макро- и микроэлементы (калий, кальций, железо). Для каждого вида лекарственных трав существует оптимальный возраст для заготовки, что связано с накоплением биологически активных веществ (БАВ) в разных частях растений. Так, для сбора петрушки рекомендуется период с июня по август, когда растение зацветает. Однако БАВ накапливаются в растении по-разному в различные периоды роста.

Цель работы – применить метод пьезокварцевого микровзвешивания для установления динамики накопления БАВ по мере роста петрушки обыкновенной. Пьезокварцевые микровесы – это высокочастотные пьезорезонаторы ОАВ-типа с высокой чувствительностью по массе (до 10^{-15} г). С их помощью определяли степень экстрагирования БАВ петрушки. Для проведения эксперимента выращивались семена петрушки обыкновенной на протяжении 30 дней. В течении следующих 6 суток с периодичностью 1 день срезали листву петрушки (2,5 г), помещали их в пробирки, заливали изопропиловым спиртом (10,0 см³) и закрывали пробкой. Экстракты находились в темном месте. Наносили 1 мкл экстракта микрошприцем на резонатор, высушивали 20 мин при температуре (95±5) °С в сушильном шкафу и охлаждали в эксикаторе. Изменение частоты колебаний кварца после нанесения и сушки экстракта применяли для расчета массы сухих веществ по уравнению Зауэрбрея. Для идентификации БАВ применили абсорбционные молекулярные спектры. По полученным результатам установлено, что с 27 по 29 день после всхожести в петрушке интенсивно накапливались такие вещества, как Хлорофилл а, Бактериохлорофиллы g, d, b, c, 1,4-бензохинон, Нафтацен.

После 29-го дня установлено резкое уменьшение концентрации БАВ, что связано с нарушением условий культивирования из-за нехватки калия и железа в растении (косвенные признаки).

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.

УДК 543.421

ХИМИЧЕСКИЙ МОДИФИКАТОР НА ОСНОВЕ КОМПОЗИТА NiO–SiO₂ ПРИ ЭТААС ОПРЕДЕЛЕНИИ КАДМИЯ В СУСПЕНЗИЯХ

*Безушко В.В., Пивоварова А.С.,
Алемасова А.С., д-р хим. наук, профессор,
Сергеева А.С.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
vbezushko@list.ru

Введение. Одним из перспективных путей развития ЭТААС определения токсичных металлов является анализ суспензий. Однако используемые при анализе растворов модификаторы менее эффективны для суспензий [1].

Эффективными модификаторами суспензии являются металлосодержащие сорбенты, в частности, Pd-, Ni-содержащие активированные угли [2]. Ранее было показано [3], что при выборе основы (носителя) модификатора следует учитывать ее собственное неселективное поглощение. Силикагель обладает высокой сорбционной способностью, имеет собственное незначительное поглощение и высокую степень дисперсности, что позволяет готовить стабильные суспензии [4]. В качестве второго компонента композитного модификатора может быть использован никель(II), соединения которого часто используют при дозировании в печь растворов [5].

Целью настоящей работы являлось исследование метрологических характеристик ЭТААС определения кадмия в присутствии суспензии композитного модификатора NiO–SiO₂.

Измерения проводили на атомно-абсорбционном спектрофотометре Сатурн-3 с дейтериевым корректором фона и электротермическим атомизатором серии Графит. Использовали графитовые трубки и платформы с пиропокрытием, лампу с полым катодом ЛСП-1. Измерение абсорбционности кадмия проводили при ширине щели монохроматора 0,1 нм на резонансной длине волны 228,8 нм.

В качестве носителя наночастиц оксида никеля был взят микропористый кремнезем – Атоксил (производитель ООО «Орисил-фарм», Украина, Львов) с размером частиц 0,12–0,20 мкм, удельная поверхность 130 м²/г. Готовили композит NiO–SiO₂ с массовой долей оксида никеля 10% по методике [6].

Нагрев графитовой печи проводили по трехступенчатой программе; температура атомизации составляла 2100°C, температура пиролиза варьировалась от 400 до 800°C. Отключали аргон во внутренней полости печи на стадии атомизации. Концентрация суспензии модификатора во всех опытах составляла 2 мг/мл.

Эффективность влияния композита на аналитический сигнал кадмия оценивали по изменению чувствительности и сходимости результатов ЭТААС определения кадмия.

Чувствительность оценивали по величине характеристической массы $m_{\text{хар}}$, определяемой в оптимальных условиях измерения, а сходимость результатов измерения – по величине относительного стандартного отклонения S_r . Полученные данные представлены в таблице 1.

Таблица 1

Влияние модификаторов на метрологические характеристики ЭТААС
определения кадмия

Модификатор	$m_{\text{хар}}$, пг	S_r
Без модификатора	0,79	0,08
Атоксил	0,65	0,12
Композит NiO + SiO ₂	0,51	0,10

Характеристическая масса кадмия без модификатора составляет 0,79 пг. Добавка Атоксила повышает чувствительность, вероятно, вследствие адсорбции кадмия(II) на сорбенте и его низкотемпературной термостабилизации. Наиболее значительное уменьшение характеристической массы достигается при использовании композитного модификатора NiO–SiO₂, что свидетельствует, очевидно, об аддитивном эффекте действия отдельных компонентов композитного модификатора на термостабилизацию аналита. Характеристическая масса при этом близка к теоретически возможной 0,46 пг [7].

Термостабилизирующую способность модификатора определяли из кривых зависимости аналитического сигнала кадмия от температуры на стадии пиролиза. Полученные данные представлены на рисунке.

Видно, что предложенный модификатор увеличивает максимально допустимую температуру стадии пиролиза до 800°C. Термостабилизирующая способность композита не уступает известным ранее модификаторам: NH₄H₂PO₄ (700°C); Pd(NO₃)₂ + NH₄NO₃ (700°C) и его эффективность соизмерима с Pd(NO₃)₂ + Mg(NO₃)₂ (900°C) [8].

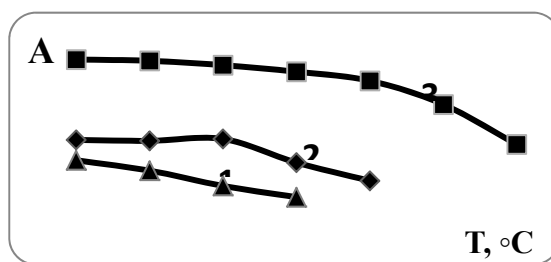


Рис. 1. Зависимость аналитического сигнала кадмия от температуры на стадии пиролиза: 1 – в отсутствие модификатора; 2 – в присутствии SiO_2 ; 3 – в присутствии $\text{NiO} + \text{SiO}_2$

Стабилизацию кадмия можно объяснить совмещением двух модифицирующих свойств компонентов: образование конденсированных растворов с участием никеля, предотвращающего потерю аналита, и силикагеля, затрудняющего выход элемента в газовую фазу печи на стадии пиролиза.

Заключение. При ЭТААС определении кадмия в суспензиях предложено использовать композитный модификатор – частицы NiO , иммобилизованные на поверхности Атоксила.

Композитный модификатор позволяет снизить характеристическую массу до величины теоретически возможной практически без ухудшения относительного стандартного отклонения S_r и увеличить максимально допустимую температуру пиролиза до 800°C .

Список литературы

1. Cal-Prieto M.J., Felipe-Sotelo M., Carlosena A., Andrade J.M., López-Mahía P., Muniategui S., Prada D. Slurry-sampling for direct analysis of solid materials by electrothermal atomic absorption spectrometry (ETAAS). A literature review from 1990 to 2000 / Cal-Prieto M.J., Felipe-Sotelo M., Carlosena A., Andrade J.M., López-Mahía P., Muniategui S., Prada D. // *Talanta*. – 2006. – V. 56. – P. 1-51.
2. Бuryлин М.Ю. Термодинамическое моделирование термостабилизирующей активности металлсодержащих модификаторов на основе активированного угля в методе электротермической атомно-абсорбционной спектроскопии / М.Ю. Бuryлин // *Журн. прикл. спектр.* – 2006. – Т. 73, № 5. – С. 676-682.
3. Алемасова А.С. Новый модификатор при ЭТААС определении кадмия в суспензиях и высокосолевыми растворах спектроскопии / А.С. Алемасова, М.Р. Сархил // *Вестник ВГУ*. – 2016. – №3. – С. 7-12.
4. Алемасова А.С. Использование ультразвука в гибридных и комбинированных атомно-абсорбционных и сонолюминесцентных методах анализа высокосолевыми растворами / А.С. Алемасова, Е.А. Белова, А.Н. Бакланов. – Донецк: НТМТ, 2015. – 143 с.
5. Волынский А.Б. Химические модификаторы в современной электротермической атомно-абсорбционной спектроскопии / А.Б. Волынский // *Журн. аналит. химии*. – 2003. – Т. 58, №10. – С. 1015-1032.
6. Хохлова Т.Д. Адсорбция кислотного и основного красителя на компонентах NiO-SiO_2 / Т.Д. Хохлова // *Вестн. Моск. ун-та*. – 2013. – Т. 54. – С. 12-15.
7. Львов Б.В. Теоретический расчет чувствительности измерений в атомно-абсорбционной спектроскопии с температурно-стабилизированной печью с платформой / Б.В. Львов // *Журн. аналит. химии*. – 1989. – Т. 44, №5. – С. 802-809.
8. Welz B. Palladium nitrate – Magnesium nitrate modifier for electrothermal atomic absorption spectrometry. Part 5. Performance for the determination of 21 elements / B. Welz, G. Schlemmer, J.R. Mudakavi // *J. Anal. Atom. Spectrom.* – 1992. – V. 7. – P. 1257-1271.

ПРИМЕНЕНИЕ СОРБЦИОННЫХ ПАТРОНОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ПРИРОДНЫХ ВОД

Бондарева Л.П., канд. хим. наук,

Ткач Е.Н., Прушинская А.Г., Чесноков А.И.

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

Введение. Присутствие микроэлементов и загрязняющих веществ в природных водах определяется внешними условиями, деятельностью человека и может значительно изменяться в случае возникновения нештатных ситуаций техногенного и природного характера. Мониторинг природных вод в настоящее время включает определение ряда характеристик, среди которых ионный состав природных вод [1, 2]. Наиболее агрессивны по отношению к живым организмам анионогенные поверхностно активные вещества. Они могут вызывать эвтрофикацию водоемов или образовывать пленку на поверхности, поэтому существует необходимость постоянного контроля содержания данных соединений. Существующие методы контроля состояния природной воды в основном требуют подготовки проб воды в лабораторных условиях и использования дорогостоящего оборудования [3-5].

Цель исследования – разработка мобильного комплекса для мониторинга природных вод «на месте» с целью обнаружения токсичных веществ с возможностью их количественного определения.

Основная часть. Оценку общей минерализации и ускоренный контроль качества природной воды проводили по величине электрической проводимости, которая является сложной функцией отдельных составляющих водного раствора и характеризует суммарную величину ионного состава воды. Установлено, что природная поверхностная вода имеет наиболее вероятные значения удельной электрической проводимости в интервале от 80 до 1000 мкСм/см. Электрическая проводимость в 200 мкС/см примерно соответствует общей минерализации в 100 мг/дм³.

Наиболее распространенными поллютантами можно считать катионы тяжелых металлов, неорганические анионы и анионогенные ПАВ. Поэтому в работе изучена индивидуальная и совместная сорбция наиболее токсичных неорганических ионов и некоторых АПАВ на полярных и неполярных материалах. В статических и динамических условиях определены основные сорбционные характеристики токсичных веществ из сложных растворов. Концентрацию ионов в растворах определяли ионоселективными электродами марок Элит и Вольта.

С использованием ранее полученных результатов и литературных сведений подобраны условия обнаружения и количественного определения двухзарядных катионов меди, никеля, кадмия и цинка на полиамфолитах, карбоксильных и сульфокатионитах [6]. Определено, что наиболее эффективным сорбентом является аминофосфоновый макропористый полиамфолит марки Purolite в натриевой форме. Методика обнаружения и выделения токсичных катионов из многокомпонентных растворов реализована на концентрирующих патронах диаметром 2 см и высотой поглощающего слоя до 11 см. При сорбции смесей катионов равной концентрации на ионообменной смоле наблюдаются четкие зоны разделения при проявлении катионов кадмия дитизином, катионов цинка(II) – сульфарсазеном. Изученные катионы проявляют хроматографические зоны при содержании в смоле выше 0,01 ммоль/г, что позволяет обнаруживать токсичные катионы в воде при концентрации ниже предельно допустимых значений. Для количественного определения катионов металлов проводится элюирование раствором соляной кислоты и потенциометрическое определение концентрации. Результаты, полученные с применением сорбционного патрона, сравнены с результатами определения концентрации катионов в воде методом инверсионной вольтамперометрии и установлена сходимость выше 85 %.

Изучена сорбция фторид-, нитрат- и нитрит-ионов на сильно- и слабоосновных анионитах из многокомпонентных растворов. Обнаружено, что из-за высокого сродства к анионитам, большого размера молекулы и высокой предельно-допустимой концентрации в воде сульфат-ион оказал мешающее действие на сорбцию остальных ионов. Исходя из этого, сульфаты предварительно удалены из водного раствора методом осаждения. Разделение нитрат- и нитрит-ионов осуществлялось в присутствии хлорид-ионов. Сорбцию проводили на наиболее эффективном высокоосновном анионите марки Purolite в OH^- -форме. Насыщение ионита хлорид-, нитрат- и нитрит-ионами происходит при разных объемах растворов. На ионообменной смоле Purolite хлорид-ион выходит первым при времени пропускания равном 20 с, вторым нитрит-ион – 120 с, третьим – нитрат – 240 с. Для количественного определения анионов проведено элюирование раствором гидроксида натрия и потенциометрическое определение концентрации ионов в элюате [7]. Результаты, полученные с применением сорбционного патрона, сравнены с результатами определения концентрации анионов в воде лабораторным методом капиллярного электрофореза и установлена сходимость выше 80 %.

В работе изучена сорбция АПАВ – олеата натрия и додецилсульфата натрия на неполярных сорбентах активированных углей различной пористости, шунгите, полярных адсорбентах кремний, «Полисорб» и различных ионообменных смолах. Получены изотермы и рассчитаны равновесные характеристики адсорбции АПАВ. На основании

проведенных исследований выбран наиболее эффективный сорбент – активированный уголь SV-50, имеющий развитую сеть мезопор. Для концентрирования АПАВ разработан сорбционный слой, состоящий из активированного угля и анионообменного волокна и помещенный в сорбционный патрон. В качестве элюента использован раствор сульфата натрия, отвечающий условиям потенциометрического определения [5]. Результаты, полученные с применением сорбционного патрона, сравнены с результатами экстракционно-фотометрического определения концентрации АПАВ и установлена сходимость выше 85 %.

Заключение. Апробация предложенного способа обнаружения и количественного определения ионов проведена на модельных водных смесях, содержащих различные катионы металлов, АПАВ, неорганические и органические соединения. Оценку величины и направление влияния различных веществ на сигналы методов при определении ионов проводили помощью многомерного анализа дисперсий и коэффициентов, рассчитанных методом множественной линейной регрессии. Мобильный комплекс может быть использован для мониторингирования состояния водных объектов без отбора жидких проб в лабораторию, концентрирования токсичных соединений и оценки эффективности проведенных очистных мероприятий.

Список литературы

1. Резников А.А. Методы анализа природных вод / А.А.Резников. – М.: Рипол Классик, 2013. – 186 с.
2. ISO 6107-1:2004. Water quality – Vocabulary, 1986.– 40 p.
3. Fu F., Wang Q. Removal of heavy metal ions from wastewaters: a review / F.Fu, Q.Wang // Journal of environmental management. – 2011. – V. 92. – №. 3. – P. 407-418.
4. Gunatilake S.K. Methods of removing heavy from industrial wastewater / S.K.Gunatilake // Methods. – 2015. – V. 1, №. 1
5. Кулапина Е.Г. Методы определения синтетических поверхностно-активных веществ / Е.Г.Кулапина // Обзорный журн. по химии. – 2013. – Т. 3., № 4. – С. 297–337.
6. Касиков А.Г. Сорбционная очистка растворов медно-никелевого производства с использованием ионитов «Purolite» / А.Г.Касиков, Е.С.Арешина, И.Э.Мальц и др. // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2011. – Т.11, №5. – С. 689-693.
7. Шонина Н.А. Аниониты-ионообменные смолы для водоподготовки / Н.А.Шонина // Сантехника. – М.: Авок-Пресс. – 2014. – №. 3. – С. 42-45.

ВЛИЯНИЕ ФЛОРАСУЛАМА И СУЛЬФАТА МЕДИ(II) НА КОНЦЕНТРАЦИЮ ФОРМАЗАНА В РАСТВОРЕ

Веселова Е.В.

ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет», г. Киров, РФ
veselova.katya01@mail.ru

Введение. Для проведения экологического мониторинга развивается направление использования микрокристаллоскопических реакций образования формазана (ТФФ) красного цвета в результате действия клеточной дегидрогеназы на 2,3,5-трифенилтетразолия хлорид (ТТХ), протекающих в микроорганизмах, аналитический эффект которых зависит от токсического действия окружающей среды на микроорганизмы [1]. Токсичность определяется по количественным характеристикам ТФФ, образовавшегося в микроорганизмах. Количественно охарактеризовать образование ТФФ можно прямым счетом под микроскопом (считается доля клеток микроорганизмов, в которых образовались кристаллы ТФФ) и, фотометрируя экстракт ТФФ из микроорганизмов [2]. По литературным данным известно, что ТФФ может реагировать с некоторыми веществами, что может сказаться на результатах биотестирования.

Цель – изучить влияние сульфата меди(II) и флорасулама на изменение концентрации формазана для дальнейшего изучения токсичности растворов тетразольно-топографическим методом.

Объекты и методы. Методом спектрофотометрии доказывали, что в цианобактериях из ТТХ образуется ТФФ. Для этого суспензию цианобактерий заливали 0,1 % раствором ТТХ, оставляли на 3 часа. Затем суспензию центрифугировали, ТФФ экстрагировали из ЦБ ледяной уксусной кислотой и ацетоном. Снимали спектрограмму.

Для исследования влияния сульфата меди(II) и флорасулама на концентрацию ТФФ в растворе, формазан получали по методике «Рекомендации по внедрению метода определения дегидрогеназной активности ила». ТТХ восстанавливали до ТФФ глюкозой [3]. Далее брали точную навеску, полученного таким образом вещества и растворяли в ацетоне. Определение ТФФ фотометрическим путем вели при длине волны 490 нм. Исследовали растворы ТФФ, ТФФ+Cu²⁺ и ТФФ+флорасулам. Концентрации компонентов в растворе были равны: ТФФ – 74,5 мг/дм³, Cu²⁺ – 1 мг/дм³, флорасулам – 0,01 мг/дм³.

Результаты и обсуждение. С помощью метода спектрофотометрии доказано образование ТФФ в клетках ЦБ. При 490 нм на спектрограмме наблюдается пик, характерный для определяемого вещества (рис. 1).

Была снята спектрограмма исследуемых растворов для выявления влияния сульфата меди(II) и флорасулама в растворах на характер

спектрограммы и концентрацию формазана в растворе. Без добавления сульфата меди и флорасулама на спектрограмме раствора ТФФ наблюдали пик при 490 нм, соответствующий ТФФ (рис. 2).

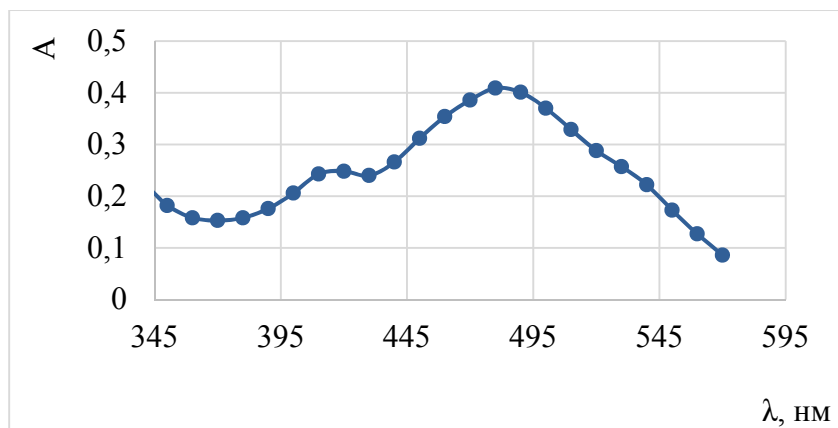


Рис. 1. Спектрограмма, снятая с экстракта из цианобактерий

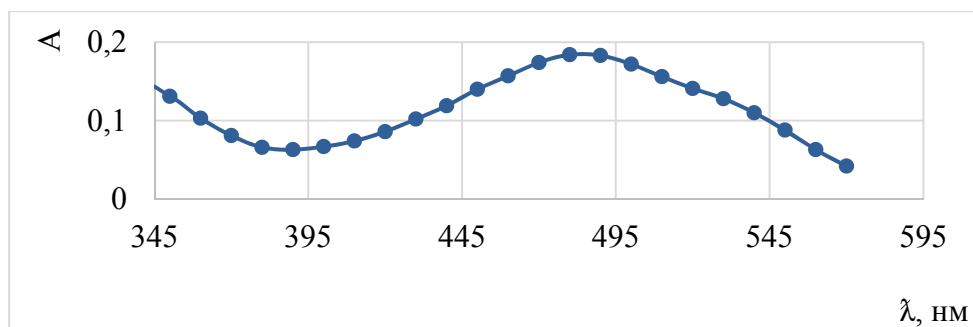


Рис. 2. Спектрограмма раствора, содержащего ТФФ

При добавлении флорасулама к раствору ТФФ пики наблюдаются в диапазонах длин волн 480–490 нм (рис. 3).

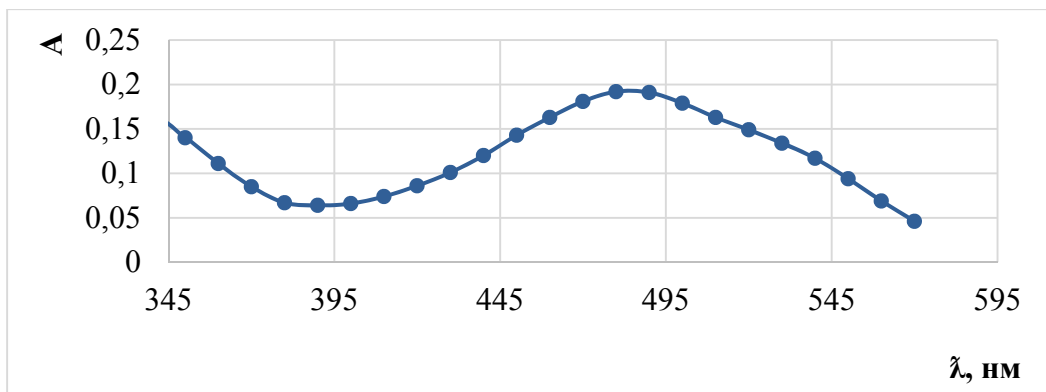


Рис. 3. Спектрограмма раствора, содержащего ТФФ и 0,01 мг/дм³ флорасулама

Содержание ТФФ во всех исследуемых растворах должно быть одинаковым, если отсутствует влияние ионов меди(II) и флорасулама, однако имеются некоторые различия: в растворе с флорасуламом отклонение величины оптической плотности от таковой у раствора без токсикантов составляет $4,10 \pm 0,39$ %, у раствора с ионами меди(II) – $18,31 \pm 0,39$ %.

Закключение. Установлено, что сульфат меди(II) и флорасулам влияют на концентрацию формазана. Введение этих соединений вызывает возрастание оптической плотности растворов, что нужно учитывать при дальнейших расчетах. Необходимо более детальное изучение диапазона концентраций, в котором влияние будет минимальным и максимальным для выявления практической значимости данных эффектов при использовании тетразольно-топографического метода.

Список литературы

1. Домрачева Л.И. Применение тетразольно-топографического метода определения дегидрогеназной активности цианобактерий в загрязненных средах / Л.И.Домрачева, Л.В.Кондакова, Т.Я.Ашихмина и др. // Теоретическая и прикладная экология. – 2008. № 2. – С. 23–28.
2. Домрачева Л.И. Применение тетразольно-топографического метода определения дегидрогеназной активности цианобактерий в загрязненных средах / Л.И.Домрачева, Л.В.Кондакова, С.Ю.Огородникова и др. // Биологический мониторинг природно-техногенных систем. – Сыктывкар, 2011. – С. 110–120.
3. Инструкция по лабораторному контролю очистных сооружений на животноводческих комплексах. Часть III. Приложение I. – М., 1984.

УДК 543.062, 543.312, 543.872

«DRY-WEIGHT» ДЛЯ ЭКСПРЕССНОЙ ОЦЕНКИ НЕЛЕТУЧИХ СОЕДИНЕНИЙ В РАЗЛИЧНЫХ ПО ПРИРОДЕ ОБЪЕКТАХ

Грибоедова И.А.¹,

Кучменко Т.А.², д-р хим. наук, профессор

¹ООО «ВЕГА-эко», г. Воронеж, РФ

²ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет

инженерных технологий», г. Воронеж, РФ

i.griboedowa@yandex.ru, tak1907@mail.ru

Гравиметрия является одним из старейших и важных методов химического анализа, который основан на нахождении массы образца аналитической формы с высокой точностью. На сегодняшний день разработано множество стандартных способов определения качества и безопасности различных по природе объектов, которые основаны на применении гравиметрического анализа. Они являются не экспрессными,

громоздкими и экономически не выгодными. Следовательно, необходимо применять экспресс-методы, пригодные для рутинного анализа, позволяющие быстро, надежно и объективно определить содержание сухого остатка в различной продукции или определить вероятность ее низкого качества, а значит и потенциальную опасность.

По полученным ранее результатам была положительно оценена возможность применения пьезокварцевого микровзвешивания на высокочастотных ОАВ-резонаторах для определения содержания нелетучих соединений в различных по природе объектах (воды различной природы и минерализации, пищевые продукты, топлива). Разработано устройство «Dry-Weight» для экспрессной оценки содержания сухого остатка в пробе, которое содержит корпус, внутри которого расположен частотомер для оценки измерения частоты колебаний пьезорезонатора до и после нагрузки.

Цель работы – применить устройство «Dry-Weight» для определения нелетучих соединений в различных по природе объектах.

В качестве объектов апробации устройства были выбраны: вода питьевая (лечебно-столовая минеральная), природная вода, соки, пищевые твердые продукты (пастила, зефир, мармелад), и непищевые продукты (бензины марка А-92) (табл. 1). Каждый выбранный объект был проанализирован по стандартной методике по определению нелетучего остатка [1-5]. Результаты представлены в таблице 1.

В идентичных условиях проанализированы пробы (с соответствующей пробоподготовкой) пьезокварцевым микровзвешиванием на устройстве «Dry-Weight». В качестве чувствительных микровесов применяли пьезорезонаторы ОАВ-типа с базовой частотой 10,0 МГц на длинных ножках и серебряными электродами диаметром 5 мм.

Пьезорезонатор выводили в положение «нагрузка/взвешивание» при помощи ручки корпуса прибора. Включали прибор. Частотомер определял исходную частоту колебаний пьезорезонатора (F_0) и фиксировал как базовую (частота колебаний не должна превышать ± 1 Гц/с). Подготовленную пробу объемом 1 мкл микрошприцом через отверстие в корпусе наносили на электрод пьезорезонатора, и после переводили его в положение «сушка/охлаждение». Происходило нагревание резонатора элементом Пельтье, и после – охлаждение. Переключали пьезорезонатор в положение «нагрузка/взвешивание». Устройство повторно регистрировало частоту колебаний пьезорезонатора частотомером (F_1) и результат изменения частоты колебаний ΔF пьезорезонатора до и после нагрузки выводился на табло ($\Delta F = F_0 - F_1$). Время анализа не более 5-10 мин.

Далее проводили расчет по уравнениям, полученным ранее в ходе построения градуировочных графиков для каждого объекта анализа.

Число повторений измерений одной пробы не менее 2. За результат измерений принимали среднее арифметическое значение двух парал-

лельных определений. После каждого анализа проводилась механическая очистка, удаление солей с помощью ватного аппликатора, смоченного в дистиллированной воде (для топлив – в толуоле) и прогрев очищенного резонатора. Результаты представлены в табл.1.

Таблица 1

Стандартно-контролируемые показатели, полученные стандартными методами
и микрогравиметрией

№ п/п	Место отбора пробы	Гравиметрия $S_{с.в.}$, г/дм ³	Микрогравиметрия $S_{с.в.}$, г/дм ³	Правильность, Δ , %
<i>Вода питьевая (ВПт), природная (ВП) (места отбора)</i>				
1	Красное море (ВП)	35,2±1,4	33,9±1,7	3,7
2	Черное море (ВП)	15,3±0,8	14,4±0,7	5,9
3	Ессентуки №4 (ВПт)	7,22±0,36	7,63±0,76	5,7
4	«Эдельвейс» (ВПт)	3,82±0,34	3,56±0,36	6,8
<i>Пищевые продукты (жидкие)</i>				
№ п/п	Наименование продукта	Рефрактометрия, w , %	Микрогравиметрия, w , %	Правильность, Δ , %
5	Сок Фруктовый сад Яблочный осветленный	10,0±0,1	9,53±0,9	4,7
6	Сок Фруктовый сад Виноградный	11,0±0,1	10,2±1,0	7,2
<i>Пищевые продукты (твердые)</i>				
7	Пастила	18,9±0,1	19,4±1,9	2,6
8	Мармелад жележный формовой «Яблоко»	23,4±0,1	22,0±2,2	6,0
9	Белый лукум	22,0±0,1	23,8±2,4	8,2
10	Зефир	23,9±0,1	22,9±2,3	4,4
<i>Бензин марки А-92</i>				
№ п/п	Наименование продукта	Стандартная методика $S_{с.в.}$, г/100см ³	Микрогравиметрия, $S_{с.в.}$, г/100см ³	Правильность, Δ , %
11	Пользователь 1	0,055	0,047±0,011	14,5
12	Пользователь 2	0,172	0,155±0,029	9,9

Результаты, полученные пьезокварцевым микровзвешиванием согласуются с результатами, полученными стандартными методами. Погрешность измерений не превышает: для водных объектов, пищевых продуктов – 10 %, для топлив – 15 %, что приемлемо для экспрессных внелабораторных измерений.

Устройство позволяет сократить время анализа в 30-50 раз (до 5-10 мин.), объем пробы – в 100-500 раз (объем пробы для анализа 1 мкл), по сравнению со стандартными методиками.

Результаты получены при выполнении НИР в рамках гранта по программе «У.М.Н.И.К» № 11438ГУ/2017.

Список литературы

1. ПНД Ф 14.1:2:4.114-97. Методика измерений массовой концентрации сухого остатка в питьевых, поверхностных и сточных водах гравиметрическим методом. – М., 2011. – 14 с.
2. ГОСТ 18164-72. Вода питьевая. Метод определения содержания сухого остатка. – М.: Стандартиформ, 2010. – 4 с.
3. ГОСТ ISO 2173-2013. Продукты переработки фруктов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ. М.: Стандартиформ. 2014. – 12 с.
4. ГОСТ 5900-2014. Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ. – М.: Стандартиформ, 2015. – 16 с.
5. ГОСТ 2177-99. Нефтепродукты. Методы определения фракционного состава. – М.: Стандартиформ, 2006. – 25 с.

УДК 543.27.-8

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО НОСА ДЛЯ КОНТРОЛЯ МЕТАБОЛИЗМА У ДЕТЕЙ С ОЖИРЕНИЕМ

Доровская Е.С., Кучменко Д.А.,

Кучменко Т.А., д-р хим. наук, профессор

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет

инженерных технологий», г. Воронеж, РФ

dorowskaia.evg@yandex.ru

Одной из глобальных проблем человечества на сегодняшний день является проблема ожирения, которая все чаще и чаще проявляется не только у взрослых, но и у детей. Прогрессирование ожирения у детей ведет к развитию в будущем сердечно-сосудистых, эндокринных, репродуктивных нарушений, заболеваний пищеварительного тракта.

Приоритетное направление в развитии РФ – расширение возможностей и повышение доступности средств медицинской диагностики. Поэтому разработка новых методов быстрой диагностики в лечебных учреждениях, улучшающих терапевтические мероприятия, весьма актуальна.

Цель работы: оценка возможности применения электронного носа для контроля метаболизма у детей, имеющих избыток или недостаток веса.

В процессе жизнедеятельности человека в его организме выделяются различные легколетучие биомолекулы, которые возможно детектировать с помощью пьезокварцевых сенсоров с фазами наноматериалов.

В ходе исследования проведена тест-диагностика состояния организма по запаху кожи пациентов детского эндокринологического отделения в Воронежской детской клинической больнице ВГМУ им. Н.Н. Бурденко. С помощью прибора «Aqua-Stok» и массива 8 пьезосенсоров на основе наноматериалов было проведено 330 измерений и оценки различных состояний 18 детей с различными заболеваниями в период

прохождения обследований и лечения в больнице. Измерения проводились в области предплечья, каждое из которых длилось 200 с.

Для идентификации веществ в пробе в пьзокварцевом микровзвешивании используется параметр эффективности сорбции смесей газов A_{ij} . С его помощью в анализируемых пробах обнаружены следующие вещества-маркеры состояния организма: вода, этандиаль, кислородосодержащие амины и щавелевая или муравьиная кислоты.

Выделение из организма этандиала (глиоксаля) и аминов свидетельствует о нарушении обмена веществ. Глиоксаль является одним из конечных карбонильных продуктов гликации в теле. Гликация – это патологическое оседание молекул и продуктов реакции распада сахара на структурных молекулах белка, формирующих структуру кожи, за счет этого дерма становится жесткой и теряет упругость. У обследуемого пациента установлен диагноз гипогликемия, которая характеризуется снижением концентрации глюкозы в крови. То есть в организме происходит очень быстрое расщепления сахара, поэтому глиоксаль выделяется постоянно в больших количествах, независимо от приема пищи.

У 90 % тестируемых пациентов в состоянии голода по параметру A_{ij} установлено выделение алифатических кислот и пропандиала. Это свидетельствует о том, что в организме происходит гидролитическое расщепление жиров и липидов для восстановления энергетической нехватки.

У группы пациентов с завышенным содержанием пропандиала установлен диагноз ожирение. Данное заболевание связано с нарушением обмена веществ организма, то есть происходит нарушение равновесия между принятой пищей и потраченной энергией. У данных пациентов после приема пищи по параметрам A_{ij} наблюдается выделение пропандиала – одного из конечных продуктов неферментативного расщепления жиров.

У пациента С.В. большее количество выделяемых веществ фиксируется после принятия пищи за все время исследование. Наиболее часто фиксируемые биомолекулы: муравьиная кислота, кислоты C_2 - C_5 , этандиаль (метаболит гликолиза) и пропандиаль (метаболит липолиза), 2-тиофенкарбальдегид, 3-пиридинкарбальдегид-1 (никотиновый). При этом на начальный момент времени наблюдения 17.01.19 и после лечебной коррективки 24.01.19 количество надежно тестируемых биомолекул уменьшается, исчезает муравьиная кислота и азото- и серосодержащие альдегиды. Такой набор веществ характерен для неферментативного липолиза, который встречается в двух случаях: нехватки желчных кислот при нарушении работ желчевыводящих путей и нехватки или не активации фермента липазы. Так как у пациента не установлено нарушения работы органов продуцирующих желчь, то вероятностно нарушение – нехватка ферментов, т.е. подавление работы поджелудочной железы. При таком повреждении нарушается правильное расщепление жиров, и они откла-

дываются в организме, развивается ожирение, гастродуоденит, состояние перед сахарным диабетом. У пациента диагностировано: ожирение 2 степени, реактивный панкреатит, нетоксический зоб. Во время наблюдения в стационаре пациент С.В. принимал диету с минимальным содержанием жиров, что благоприятно сказывается на метаболизме. Аналогичные процессы обмена веществ установлены у пациентов С.Е. и К.Е. Связь детектируемых биомолекул и причин нарушения обмена веществ надежная, т.к. у этих пациентов диагностированы аналогичные заболевания.

Установлена возможность применения электронного носа для отслеживания процессов метаболизма в организме у детей, страдающих нехваткой или избытком веса. Полученные данные согласуются с диагнозами и направлениями лечения пациентов в период наблюдения. Мониторинг позволяет оценить изменения состояния организма пациента и корректировку метаболизма. Данная методика характеризуется достаточной экспрессностью и экономичностью, безболезненна и удобна для детей.

Работа выполнена при поддержке гранта «У.М.Н.И.К.- 2017», з/к №13 141 ГУ/2018.

УДК 543:004

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПУТЕМ РАЗРАБОТКИ МОДЕЛИРУЕМЫХ ТАБЛИЦ

Конаев А.Ю., Кучменко Т.А., д-р хим. наук, профессор
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»,
г. Воронеж, РФ
tak1907@mail.ru

Работа с большими выходными данными при использовании в анализе многомерных методов анализа предполагает применение обязательных хемометрических алгоритмов. Однако на младших курсах часто возникают серьезные проблемы с освоением сути расчетов методами главных компонент, нейронных сетей и другими. Актуально разработать и применять расчетные таблицы, не искажающие суть обработки данных, но интуитивно понятные исследователю любого уровня. Применение электронных носов на основе 8 и более сенсоров для анализа газовых смесей позволяет за одно измерение получить более 1200 чисел, при этом интерес представляет вся матрица чисел или наиболее значимые отклики (ΔF_{\max} либо выбранные по особым алгоритмам – «маскам»). Но даже в этом случае исследователь вынужден сравнивать значительные числовые матрицы. Это увеличивает ошибки и уменьшает эффективность исследования. Для интенсификации исследования с применением многомерного анализатора газов предложены смоделированные электронные таблицы. В них рассчитываются различные критерии, совокупность которых составляет затем наиболее важную аналитическую информацию об измерении.

Наиболее значимыми критериями для каждого измерения являются: аналитический сигнал каждого сенсора $\Delta F_{\max}(i)$, где i это индекс сенсора в массиве, параметр $A(i, j)$ где $i \leq j$ это индексы сенсоров; критерий скорости сорбционно-десорбционных процессов на сенсорах $\gamma(i)$ и критерий $W(i)$ – массовая доля, где i индекс сенсора.

Наборы данных для нескольких измерений сравниваются между собой по параметру подобия Пирсона δ , который позволяет определить, насколько одно или несколько измерений отличны от стандартного. Смоделированная таблица существенно помогла увеличить эффективность и уменьшила ошибки в ходе работы. Позволила автоматизировать и ускорить процесс расчетов критериев измерения и сравнения их между собой по параметру подобия Пирсона.

УДК 504.064.37

ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ

Кочетова Ж.Ю., канд. хим. наук, доцент,

Внукова С.В., канд. физ.-мат. наук,

Григорьев Д.С., Калинин Н.С.

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

Введение. К основным недостаткам измерительных устройств химически опасных соединений в объектах окружающей среды в полевых условиях относятся: ограниченные размеры районов, которые могут быть охвачены средствами наземного мониторинга; длительное время на проведение анализа и обработку информации; невозможность проведения исследований в труднодоступных районах; потребность в транспортных средствах и квалифицированном персонале; опасность отравления лиц, проводящих исследования; необходимость отдельных датчиков (индикаторных трубок, сенсоров) для определения индивидуальных химических соединений. К перспективным направлениям решения этих проблем относится создание комплексов, включающих беспилотные летательные аппараты и анализаторы различных типов.

Цель – создание комплекса для осуществления дистанционной безопасной и надежной идентификации и количественной оценки летучих химических соединений в грунтах, который включает беспилотный летательный аппарат мультироторного типа и универсальное измерительное устройство на основе линейки неселективных пьезосенсоров.

Основная часть. В настоящее время существуют мониторинговые комплексы, включающие беспилотный летательный аппарат (роторного или

самолетного типа) для контроля состава атмосферного воздуха в режиме «on line» со съемными и встроенными аппаратами полезной нагрузки, в том числе газоанализаторами на различные загрязняющие вещества.

Газоанализатор на основе полупроводниковых сенсоров, размещенный на борту мультироторного беспилотного летательного аппарата (МР БПЛА), способен идентифицировать более двухсот химических соединений в воздухе на различном расстоянии от земной поверхности (от 2 до 15 м) [1]. Газоанализатор включает: модуль газового анализа; WiFi модуль для связи с оператором; аналитическую камеру (8 каналов); модуль управления питанием газоанализатора; устройство отбора проб. К беспилотному летательному аппарату роторного типа (марки ZALA 421-22) газоанализатор крепится с помощью мягкой подвески, снижающей влияние вибрации на проведение измерений.

Основным недостатком существующих мониторинговых комплексов является то, что химическое загрязнение местности проводят по содержанию веществ в воздухе, тогда как химические токсиканты (в том числе боевые отравляющие вещества) переносятся воздушными потоками на значительные расстояния и накапливаются в низинах, на поверхности почв, проникают вглубь, отравляя подземные воды, или, напротив, под воздействием определенных природных условий эмитируют из почв, вторично загрязняя воздух [2].

Неустойчивость стандартных МР БПЛА, применяемых для оснащения газоанализатора, не позволяет производить анализ на малом расстоянии от почв или непосредственно самих почв, которые являются наиболее показательным и долгосрочным индикатором загрязнения окружающей среды химическими токсикантами. Кроме того, используемые в газоанализаторе чувствительные элементы на основе полупроводниковых адсорбционных сенсоров чувствительны к вибрации; высокое потребление энергии сенсорами сокращает время их непрерывной работы, уменьшая радиус проведения химической разведки; полупроводниковые сенсоры характеризуются длительным временем восстановления после сорбции химических соединений или требуют своей замены на аналогичные в случае хемосорбции на гозочувствительном слое определяемых соединений; масса измерительного модуля составляет более 0,5 кг; для работы сенсоров необходимо устройство для отбора пробы.

Предложен газоанализатор на основе линейки неселективных пьезосенсоров для дистанционного мониторинга почв, оснащенного мультироторным беспилотным летательным аппаратом. Газоанализатор характеризуется устойчивостью к вибрации; малыми энергопотреблением и временем саморегенерации чувствительных элементов для обеспечения многократно повторяющихся измерений и расширения радиуса проведения химической разведки за один вылет мультироторного беспилотного аппарата; малой массой для снижения нагрузки МР БПЛА; обеспечивает

проведение анализа пробы «на месте» и регенерацию сенсоров без использования дополнительных модулей [3]. Газоанализатор подвижно крепится к МР БПЛА (с помощью лебедки), конструкция его аналитической ячейки обеспечивает хорошее сцепление с почвами при их анализе. Стойки летательного аппарата дополнены амортизаторами, что обеспечивает устойчивость при его посадке и установке газоанализатора на поверхность почвы.

Сравнение некоторых характеристик предлагаемого технического решения и ближайшего аналога представлено в таблице 1.

Таблица 1

Сравнительная характеристика разработанного комплекса и аналога

Основные технические характеристики	Предлагаемое решение	Аналог [2]
Тип сенсора	пьезоадсорбционный	полу-проводниковый
Возможность анализа почвы, как основного и долгосрочного индикатора загрязнения среды	да	нет
Влияние вибрации	нет	да
Наличие дополнительных устройств для отбора проб и регенерации сенсоров	нет	да
Масса газоанализатора с автономной системой питания (аккумуляторные батареи), не более, г	300	540
Габариты, не более, мм	150x200	150x250
Время непрерывной работы от аккумулятора	до 20 ч	0,5 ч
Количество каналов в мультисенсорной системе	3-8	8
Потребляемая мощность, Вт	0,45	8
Канал обмена	WiFi	WiFi
Возможность расширения списка количества определяемых веществ	да	да
Количество контрольных точек за один вылет БПЛА	до 60	до 4

Заключение. Предложенный комплекс обеспечивает: проведение дистанционного определения химических токсикантов в почве за счет применения МР БПЛА с повышенной устойчивостью конструкции стоек; устранение мешающего влияния вибрации на результаты анализа за счет использования сенсоров пьезосорбционного типа; малое время саморегенерации чувствительных элементов без дополнительных модулей и их низкое энергопотребление, что дает возможность за один самолетовылет расширить площадь территории проведения анализа; увеличение полезной нагрузки МР БПЛА за счет снижения массы газоанализатора и отсутствия дополнительных блоков для отбора проб.

Список литературы

1. Болясов Д.А. Применение БПЛА для решения задач дистанционного контроля / Д.А.Болясов, С.З.Эль-Салим, О.В.Черемисина // Газоаналитические мобильные системные решения. – (<http://rl-omega.ru/docs>).
2. Хисматуллина А.Ф. Влияние метеорологических условий на распространение токсичных веществ в окружающем пространстве / А.Ф. Хисматуллина, В.С. Гасилов, М.А. Чижова // Вестник технол. ун-та. – 2017. – Т. 20. – № 12. – С. 152-157.
3. Газоанализатор с открытым входом на основе пьезосенсоров: пат. 2302627 RUS, МПК G01N 27/12 / Т.А. Кучменко, Ж.Ю. Кочетова, Ю.Е. Силина. – № 2006102742/28; заявл. 31.01.2006; опубл. 10.07.2007.

УДК 615.849

МЕТОД ИНВЕРСИОННОЙ ВОЛЬТАПЕРОМЕТРИИ КАК СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОБАЛЬТА В РАСТВОРЕ ЦИАНОКОБАЛАМИНА

Кулаков В.Н., Шадрин А.В.

ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет», г. Киров, РФ
noijberr@yandex.ru

Для количественного определения кобальта в растворе цианокобаламина (витамин В₁₂) используют спектрофотометрию и хроматографию [1]. Метод инверсионной вольтамперометрии является перспективным, благодаря своей экономичности и чувствительности. Поэтому целью данной работы было усовершенствовать и адаптировать стандартную методику определения кобальта методом инверсионной вольтамперометрии для раствора цианокобаламина.

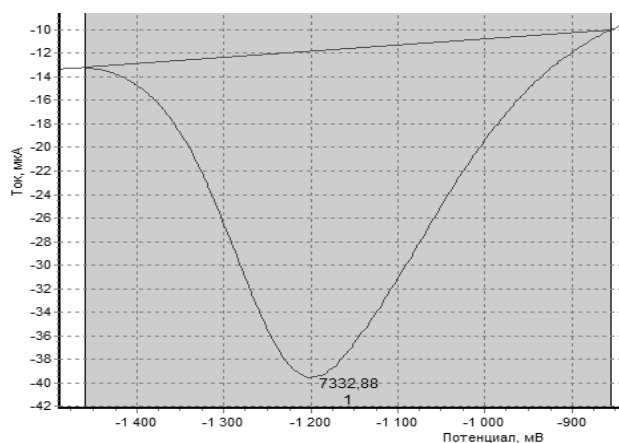


Рис. 1. Вид пика на вольтамперограмме, обусловленного присутствием Co^{3+} в растворе

Измерения проводили с использованием электрохимического датчика «Модуль ЕМ-04» с вращающимся дисковым рабочим углесталловым электродом. За основу взята методика, регламентированная для указанного прибора. Появление аналитического сигнала в виде пиков на вольтамперограмме обусловлено адсорбционным концентрированием диметилглиоксиматных комплексов кобальта на поверхности рабочего электрода [2]. Катодный ток, регистрируемый при $E_{\text{max}} = (-1,1) - (-1,2) \text{ В}$, соответствует каталитическому току электрохимического восстановления водорода из адсорбированного диметилглиоксимата кобальта и является аналитическим сигналом определяемого иона, в

1,1)–(–1,2) В, соответствует каталитическому току электрохимического восстановления водорода из адсорбированного диметилглиоксимата кобальта и является аналитическим сигналом определяемого иона, в

данном случае – кобальта. Высота (площадь) пика пропорциональна концентрации иона металла в растворе (рис. 1).

Результаты и их обсуждение. Определение кобальта вели из раствора, в котором кобальт находится в виде иона Co^{3+} , поэтому Co^{2+} в стандартном растворе, используемом для добавок, предварительно окисляли раствором пероксида водорода при кипячении в течение 2–3 минут.

Перед определением кобальта в растворе цианокобаламина проводили пробоподготовку препарата, так как кобальт в данном препарате находится в связанном, недоступном для вольтамперометрического определения, состоянии. Для этого содержимое ампулы (1 см^3) количественно переносили в кварцевую пробирку и приливали 20 см^3 дистиллированной воды. Добавляли 0.1 см^3 концентрированного раствора пероксида водорода и 0.2 см^3 1 М соляной кислоты, тщательно перемешивали. Пробу помещали в фотолизную камеру «ФК-12М» и облучали в течение 60 минут. Ультрафиолетовое излучение является крайне вредным для сетчатки глаз, поэтому открытие и закрытие крышки прибора проводится в строго отключенном состоянии. По истечении времени пробу из камеры извлекали и после полного остывания раствор количественно переносили в мерную колбу вместимостью 100 см^3 , добавляли 20 см^3 концентрированного фонового электролита и доводили до метки дистиллированной водой. Значение pH в растворе устанавливали равное 9.4 ± 0.1 концентрированным раствором аммиака на pH-метре. После пробоподготовки цианокобаламина и стандартного раствора ионов кобальта производили измерение массовой концентрации ионов кобальта в пробе методом добавок.

По разработанной методике провели определение кобальта в лекарственном препарате «Цианокобаламин». Анализ проводили в трех проворностях. Обработку результатов производили по формулам, заложенным в программное обеспечение анализатора. Правильность определения проверяли способом «введено-найденно». Полученные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1

Проверка правильности определения концентрации кобальта в препарате «Цианокобаламин» с помощью способа «введено-найденно»

C , мкг/дм ³ (введено)	C , мкг/дм ³ (найденно)	$C_{\text{ср.}}$, мкг/дм ³ (найденно)	σ	$t_{\text{экс.}}$	$t_{\text{теор.}}$
217,40	211,20	206,80	4,30	4,19	4,3
	206,00				
	208,80				
	201,20				

По результатам, представленным в таблице, видно, что использование усовершенствованной методики позволяет правильно

определить массовую концентрацию кобальта в водном растворе препарата «Цианокобаламин».

Выводы

1. Усовершенствована и адаптирована методика для определения кобальта в препарате «Цианокобаламин» методом инверсионной вольтамперометрии с дисковым вращающимся электродом на приборе марки «Экотест-ВА» с модулем «ЕМ-04».

2. Для реализации методики анализа необходимо проведение пробоподготовки препарата и раствора, предназначенного для добавок:

- препарат – выдерживание в фотолизной камере с добавлением пероксида водорода с целью перевода кобальта в раствор в виде Co^{3+} ;

- раствор, предназначенный для добавок – кипячение с пероксидом водорода для перевода ионов кобальта из двухвалентного состояния в трехвалентное.

Список литературы

1. ОФС.1.2.3.0017.15 Методы количественного определения витаминов.
2. Сборник методик измерений концентрации ионов меди, кадмия, цинка, висмута, марганца и никеля методом вольтамперометрии на вольтамперометрическом анализаторе «Экотест-ВА». М.: ООО «Эконикс-Эксперт», 2004. – 61 с.

УДК 616-71

НОВЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ОРГАНОВ ПО ЗАПАХУ ЗОН ЗАХАРЬИНА-ГЕДА

Кучменко Д.А.¹,

Кучменко Т.А.², д-р хим. наук, профессор,

Шуба А.А.², канд. хим. наук

¹ВДКБ ВГМУ им. Н.Н. Бурденко, г. Москва, РФ

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

tak1907@mail.ru

Информативность и отражение состояния организма по зонам кожи Захарьина-Геда ранее широко использовалось в качестве дополнительного параметра подтверждения нарушений в органах: покраснение, шелушение, высыпание, изменение температуры в этих областях свидетельствуют о нарушении работы в органах, соответствующих этим зонам. Но кроме видимых изменений кожного покрова в этих зонах более информативным является химический состав их газовых, потовых выделений. Ограничение по пределам обнаружения современных методов анализа, сложность аппаратного оформления наиболее чувствительных методов не позволяют неинвазивно сканировать и определять химический состав

газовой фазы выделений из кожи. Развитие сенсорных систем, в том числе надкожных и подкожных, заставляют вспомнить об особенностях указанных зон человека, и, учитывая их постоянно возобновляемый непрерывный процесс выделения веществ, говорить об их дополнительной диагностической нагрузке.

Предлагается применить портативный анализатор газов на основе химических газовых пьезосенсоров (электронный нос-диагност) для изучения состава газовой фазы выделений и оценки состояния органов по зонам кожи Захарьина-Геда. Контакт открытой ячейки детектирования с кожей пациента на определенном участке в течение 60-80 с позволяет зафиксировать значительную часть легколетучих веществ, выделяемых этим участком кожи. При сканировании аналогичного участка, не являющегося проекцией органа, набор легколетучих соединений будет идентичен первому в случае нормального функционирования диагностируемого органа. По указанной методике клинически доказана правильность предлагаемых рассуждений, возможность оценки динамики лечения при воспалении в бронхах, наличии воспалительного процесса в почках, сердечной недостаточности, спазме желчевыводящих путей. Нечеткие перекрывающиеся границы проекций некоторых органов, ограничивают возможность диагностики по запаху зон. Но с учетом неинвазивного характера исследования, быстрого времени измерения, эргономичности прибора можно говорить о перспективности данного подхода для получения диагностической информации узкими специалистами.

Работа выполнена по гранту программы «У.М.Н.И.К.» № 13141ГУ/2018.

УДК 543.06

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ ИСКУССТВЕННОГО ОБОНЯНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА ПО ЗАПАХУ КОЖИ

Кучменко Д.А., Новикова Л.Б.,

Кучменко Т.А., д-р хим. наук, профессор

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

tak1907@mail.ru

Во многих областях науки и техники находят широкое применение индивидуальные сенсоры и мультисенсорные системы. Развитие нанохимии позволяет существенно изменить свойства модификаторов и улучшить чувствительность, избирательность, концентрационные пределы количественного определения. Еще большие перспективы открываются для решения различных задач при создании устройств на основе

разнородных химических сенсоров, функционирующих в открытой системе без специальных условий продувки. Главные свойства таких систем – быстрая сорбция и самопроизвольная полная десорбция агалитов.

Разработан «электронный нос-диагност» для анализа биопроб разной природы инвазивным и неинвазивным способом. Наиболее важной частью исследования является поиск простых и надежных алгоритмов принятия решения. Поиск ориентирован на практически мгновенное принятие решения без применения сложных математических алгоритмов и расчетов. Предложено в качестве надежных критериев, рассчитываемых по откликам сенсоров за 60 с измерения, применять площадь интегрального аналитического сигнала – визуального следа запаха, который строится и рассчитывается автоматически в программном обеспечении электронного носа» и отражает количественный состав запаха цервикальной слизи; второй критерий рассчитывается как частное отдельных сенсоров в определенный момент времени измерения и отражает качественную природу смесей легко летучих веществ.

Массив сенсоров позволяет получать информацию неинвазивно, при этом в качестве объекта исследования использовать кожу пациента. Предложен способ тест-оценки функционирования печени, поджелудочной железы, желчного пузыря с градацией на группы «норма», «напряжение, повышенная нагрузка», «диабетическое состояние с превышением индекса сахара», «спазм желчных протоков» по составу легколетучих соединений, выделяемых в течение 180 секунд поверхностью тыльной стороны предплечья у взрослых и бедра или плеча у детей. В качестве надежных критериев применяли площадь интегрального аналитического сигнала – визуального следа запаха, который строится и рассчитывается автоматически в программном обеспечении электронного носа» и отражает количественный состав смеси газов кожи.

Работа выполнена при поддержке гранта «У.М.Н.И.К.- 2017», г/к №13 141 ГУ/2018.

УДК 543.06

НОВЫЕ РЕШЕНИЯ В ОБЛАСТИ ТОЧЕЧНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ ЖИЛЬЯ

Кучменко Т.А., д-р хим. наук, профессор,
Умарханов Р.У., канд. хим. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет
инженерных технологий», г. Воронеж, РФ
tak1907@mail.ru

Одной из актуальных проблем современного общества последних десятилетий является повышенная агрессия на человека со стороны

бытового и офисного окружения, в частности строительных материалов мебели и воздуха, в которые имитируют легко летучие органические соединения. Подобные проблемы объединены в мире общим термином «синдром больных зданий». Более 40 различных заболеваний связаны с синдромом больных зданий, как то: головные боли, аллергические реакции, астма, вирусные заболевания верхних дыхательных путей, ослабление иммунитета и другие. Количество пластиковых материалов в нашей жизни существенно возросло за последние 10-15 лет и внедрение их в нашу жизнь становится все больше и больше. Параллельно с этим увеличивается число легко летучих органических соединений антропогенного происхождения, присутствующих в воздухе помещений. К этим соединениям относятся легко летучие растворители, пластификаторы и мономеры, используемые при производстве пластических материалов. К этой агрессии прибавилась проблема нарушения регламентов строительства, в частности добавок химических реагентов при строительстве жилых домов: присадки, антиокислители и антизамерзатели, которые могут в дальнейшем существенно влиять и даже создавать опасные условия для проживания. Проблема усложняется тем, что предельно допустимые концентрации этих соединений находятся за пределами чувствительности обоняния человека. А в смеси их на фоне газов естественного происхождения реакции на них обонятельной системы человека подавлена.

Современные аналитические приборы контроля, аларм-системы и средства мониторинга, функционирующие в режиме «на месте» позволяют оценить содержание индивидуальных соединений в воздухе, при этом концентрация их, как правило, занижена, вследствие постоянного перемешивания и движения воздуха, проветривания и в этом случае невозможно без разрушения, в отдельно взятой точке определить источник опасных соединений или места их скопления. Наиболее распространёнными средствами мониторинга на месте в комнате для установления источников опасных газов являются индикаторная трубки и газоанализаторы/течеискатели, газовые датчики, а также переносные мобильные хроматографы. Существенными недостатками всех перечисленных систем являются высокие погрешности определения, невозможность оценить суммарный уровень загрязнения воздуха и степени отклонения его от чистого воздуха бытового помещения, а также установить источник эмиссии и интенсивность выделения этих соединений.

Поэтому особую актуальность в настоящее время приобретают разработки современных газоаналитических систем, работающих по принципу интегрального измерения уровня запаха в режимах «на месте» и «в точке».

К рассмотрению и применению предлагается разработка общих принципов и концепции аналитических измерительных систем, которые позволяют без разрушения образцов контактным и бесконтактным

способами осуществить оценку уровня эмиссии легко летучих соединений из любых материалов и в разных точках и уровнях. Главная идея заключается в разработке общей методологии и концепции управляемого детектирования с возможной идентификации и количественным определением как отдельных групп органических соединений, аммиака, так и их суммы в различных точках помещения в воздухе и у поверхности материалов без их разрушения. Предлагается массив разнородных пьезокварцевых микровесов, селективность микровзвешивания молекул которыми управляется путём нанесения на их поверхность высоко избирательных, ёмких наноструктурированных и полимерных тонких сорбентов. Время измерения с такой системой из-за малого объема сорбентов и малых концентрациях детектируемых соединений составляет не более 80 с. Свойства системы позволяют непрерывно мониторировать состав воздуха с задержкой в каждой точке не более 30 с (рисунок). При этом возможно получение информации о суммарном содержании легко летучих антропогенных загрязнителей в воздухе жилых помещений, детских комнат, офисных помещений, классов с оценкой степени отклонения от средней нормы, а также по сигналам селективных сенсоров идентифицировать группу веществ.

Сигнал сенсоров, Гц

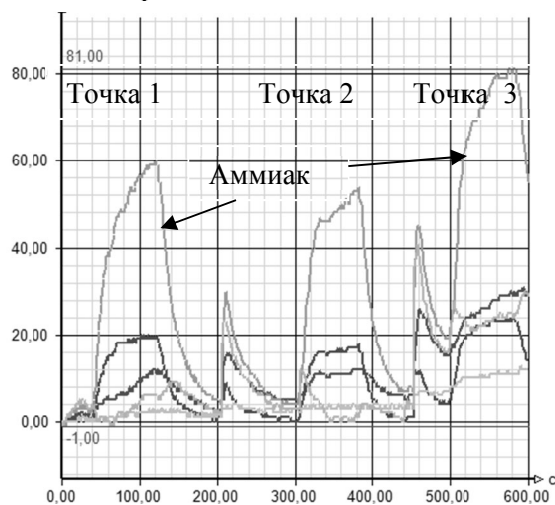


Рис. Выходные кривые массива 8-ми пьезосенсоров при непрерывном мониторинге воздуха в разных точках помещения

Для решения таких задач в МИП ООО «Сенсорика – Новые Технологии» (Воронеж, Россия) разработаны мобильные электронные носы на основе разноселективных пьезосенсоров, программное обеспечение (МАГ-Soft), для установки на планшеты и ноутбуки, а также комплекс методик по экологическому мониторингу замкнутых помещений.

Предлагаемые решения позволяют проводить оценку без разрушения, без пробоотбора и подготовки образца с полным циклом измерения не более 5 минут.

«ЭЛЕКТРОННЫЙ НОС» НА ВЫСОКО ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ПЬЕЗОВЕСАХ ДЛЯ АНАЛИЗА БИОПРОБ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ

Кучменко Т.А., д-р хим. наук, профессор,

Шуба А.А., канд. хим. наук,

Умарханов Р.У., канд. хим. наук

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет

инженерных технологий», г. Воронеж, РФ

tak1907@mail.ru

Одним из актуальных направлений современной диагностики живых систем и фундаментальных исследований процессов, протекающих в живых организмах, является установление особенностей метаболизма, как в отдельной взятой клетке, органе, так и целостном организме. При этом, по словам специалистов, особенности метаболизма гораздо более индивидуальны и информативны, чем, например, геном.

Поэтому активное развитие метаболомики связано с развитием методов персонализированной медицины, начиная от диагностики, заканчивая доставкой лекарств. Переход исследований на микро- и наноуровень требует разработки новых методов и техник, среди которых главенствующее место занимает масс-спектрометрия. Однако уже обозначилась проблема потери уникальности свойств биопробы при пробоподготовке и потери интегральной информации. Одним из направлений сохранения нативного состава биопроб и сохранения состава отпечатка биосистемы с взаимным влиянием всех компонентов друг на друга является неразрушающий анализ без пробоподготовки, сразу после отбора. Не случайно в последние пять лет наблюдается интерес к интегральным приборам с искусственным интеллектом, в частности электронным носам.

Цель исследования – разработать общую концепцию анализа биоматериалов с помощью системы искусственного обоняния на высоко чувствительных пьезовесах.

Предложена методология регистрации, обработки и интерпретации откликов мультисенсорного массива на основе высокочувствительных пьезовесов сорбционного типа для анализа биопроб различной природы (кровь, цервикальная слизь, конденсат выдыхаемого воздуха, носовая слизь, помет, субстраты ферментов с регулируемыми свойствами, кожа, моча, выдыхаемый воздух). Правильность интерпретации и предсказания состояния биопроб по сигналам «электронного носа» доказана традиционными методами диагностики и анализа (осмотр, аускультация, функциональные дыхательные пробы, лейкограмма, биохимические показатели биопроб (белки, ферменты и др.), иммунно-ферментный анализ,

дыхательный тест, микробиологический анализ, гистероскопия, молекулярно-генетические, эндоскопические исследования).

Работа выполнена в рамках гранта РФФИ, проект №18-76-10015.

УДК 543.08

ВТОРИЧНЫЙ ИНФОРМАТИВНЫЙ АНАЛИТИЧЕСКИЙ СИГНАЛ СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ОБОНЯНИЯ ПРИ АНАЛИЗЕ БИОПРОБ

Кучменко Т.А.¹, д-р хим. наук, профессор,

Шуба А.А.¹, канд. хим. наук,

Умарханов Р.У.¹, канд. хим. наук,

Черницкий А.Е.², канд. биол. наук

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

tak1907@mail.ru

²Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт
патологии, фармакологии и терапии, РФ

Одним из сложных объектов анализа являются биопробы. Проблема их исследования состоит не только в отсутствии постоянного, условно стандартного состава, но и в практически мгновенном изменении его при выделении веществ из образца. Не смотря на появившееся в последние годы новые методы анализа и изучения биоструктур на уровне отдельных клеток, все-таки традиционным остается схема: отбор биоматериала – пробоподготовка – детектирование целевых компонентов. Применение высоко селективных и эффективных методов анализа (хромато-масс-спектрометрия, ВЭЖХ, ВЭГХ и др.) предполагают особую пробоподготовку, которая может изменить естественный профиль биопробы до неузнавания. Способ пробоподготовки определяется целью анализа и ответом на вопрос: что ищем? Для определения легколетучих соединений пробоподготовка выполняется по одной методике, для определения липидов, белков, углеводов – другая, для определения минерального состава – третья. Дифференциация является классической для покомпонентного анализа, но при этом теряется целостность биообъекта. И полученные передовыми методами анализа результаты не отражают сложной структуры и поведения биологического объекта. Поэтому в последнее время все чаще в аналитической химии сложных живых объектов (пищевых систем, объектов экологического мониторинга, биопроб человека, животных) применяют либо комплексные методы анализа, либо методы анализа с интегральным многопараметрическим аналитическим сигналом. К таким методам по методологии относятся аппаратные решения систем

искусственных языков, носов, глаза. Безусловным достоинством высокочувствительных сенсорных систем с малым, практически мгновенным откликом является возможность мониторинга состояния малых объемов и масс биопроб за достаточно короткое время (от 2 до 9 часов). С учетом отсутствия их контакта с окружающей средой (*in vitro*), прежде всего с кислородом, малые объемы биопроб, значит и быстрые процессы изменения их свойств, открывают уникальную возможность получения дополнительной информации о состоянии изучаемого объекта, даже в отсутствии специфических методов определения отдельных классов веществ или лабораторных показателей (в первую очередь микробиологических). Продемонстрируем этот постулат на примере анализа нового вида биопроб – носовой слизи телят раннего возраста – набором химических газовых сенсоров в устройстве «электронный нос».

Цель исследования – по составу легколетучей фракции носовой слизи оценить состояние и возможное клиническое направления изменений при наличии поражения верхних дыхательных путей у телят. Как объект диагностики носовая слизь является нетрадиционной, и отражает локальное состояние носоглотки, а не нижних отделов дыхательной системы (бронхи, легкие). Но мы считаем, что на самых ранних стадиях заболевания отличия в составе газовой фазы носовой слизи из двух ноздрей являются предвестником развития заболевания. Ежедневный контроль состава газовой фазы носовой слизи быстрыми доступными методами диагностики сводит к минимуму травматизм животного и позволяет быстро оценить направление изменения состояния дыхательной системы, и в случае ухудшения состояния провести лечебно-профилактические мероприятия. Это может способствовать повышению эффективности животноводства при разведении крупного рогатого скота.

В период с марта по ноябрь 2019 г на территории нескольких животноводческих хозяйств Воронежской области проводился научно-исследовательский проект в рамках гранта РНФ по комплексной оценке состояния телят. Проводили клинические (осмотр, пальпация, перкуссия, аускультация, функциональные дыхательные пробы) и лабораторные испытания (гематологические (лейкограмма, гемоглобин, концентрация гаптоглобина в сыворотке крови), бактериологические (микробиологический посев носовой слизи), молекулярно-генетические (ПЦР-исследования)) биопроб от животных с интервалом 7 дней в течение месяца. Эксклюзивный метод анализа носовой слизи – детектирование легколетучих соединений массивом из 16 сенсоров пьезосорбционного типа. В качестве селекторных слоев применены полимерные хроматографические фазы, твердотельные наноструктурированные фазы, индивидуальные вещества, проявляющие высокое сродство к веществам-маркерам воспаления. Естественное изменение состава слизи, отобранной с недельным интервалом, может отразить только существенные изменения

в состоянии – например яркое проявление воспалительного процесса. А мониторинг одной пробы в течении 5-9 часов, с интервалом 2-3 часа, позволяет зафиксировать изменения состояния на микроуровне, связанные с микробиологической обсемененностью пробы или ее отсутствием. Условно результаты однодневного мониторинга биопроб носовой слизи можно разделить на три группы: 1) положительная (возрастающая) динамика изменения величины интегрального аналитического сигнала массива сенсоров – свидетельствует о наличии и высоком уровне микробиологической обсемененности проб и продуцировании микроорганизмами большого числа метаболитов; 2) отрицательная (убывающая) динамика изменения величины аналитического сигнала массива сенсоров свидетельствует об отсутствии или очень низком уровне микробиологической обсемененности и связано с выветриванием летучих веществ из пробы; 3) нестационарная (периодическая) динамика изменения величины сигнала массива сенсоров с чередованием больших и малых значений не объясняется известными и применяемыми диагностическими теориями. Достоверные причины такого изменения не определены.

По откликам электронного носа при мониторинге биопроб возможна оценка изменения их качественного состава и идентификация отдельных веществ, что коррелирует с классическими методами диагностики (лейкограмма, концентрация гаптоглобина). Всего проанализировано более 300 измерений и полученные результаты позволяют положительно оценить возможность применения принципиально нового аппаратного комплекса для мониторинга состояния дыхательной системы телят раннего возраста, атравматично, экспрессно, на месте.

Работа выполнена в рамках гранта РФФИ, проект №18-76-10015.

УДК 665.6:546.22.06:006.354

ДОСТОВЕРНОСТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ СЕРЫ В БЕНЗИНЕ МЕТОДОМ ЭНЕРГОДИСПЕРСИОННОЙ РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ В ПРИСУТСТВИИ МОНОМЕТИЛАНИЛИНА

Лозинский Н.С., канд. техн. наук

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

г. Донецк, ДНР

iproc.dn@yandex.ru

Введение. Содержание серы в топливах для двигателей внутреннего сгорания жестко регламентировано, что обусловлено агрессивностью и экологической опасностью продуктов ее окисления и поэтому не должно превышать, мг/кг (ppm): 10-500 (для автомобильных неэтилированных

бензинов (АБ) экологического класса (ЭК) К5-К2) и 10-360 (для дизельного топлива ЕВРО (ДТ) ЭК К5-К3) [1-2].

Из множества разработанных методов и способов определения серы, особого внимания заслуживает метод рентгенофлуоресцентной спектроскопии с дисперсией по энергиям [энергодисперсионный рентгенофлуоресцентный метод, ЭДРФ (Energy Dispersive X-ray Fluorescence, EDXRF)]. Метод характеризуется рядом достоинств: высокой экспрессностью, отсутствием пробоподготовки, широким диапазоном определяемых содержаний и хорошей воспроизводимостью [3-8].

Однако вероятность получения недостоверных результатов этим методом, особенно в области низких содержаний серы, очень высока, если объект контроля содержит мешающие компоненты [3, 9-10]. При этом список таких компонентов, вероятно, не ограничивается веществами, приведенными в [10].

Цель. Оценить достоверность определения содержания серы в бензине в присутствии монометиланилина (ММА) методом ЭДРФ (EDXRF).

Основная часть. Объект исследования. Модельные системы: «АБ А-76 – ММА» – серия МС I, содержащая (об.%): 0, 2, 5 и 10 добавки, а также «АБ неэтилированный АИ-95-К5 по ГОСТ 32513-2013 – ДТ Л-0,20-40 по ДСТУ 3868-99» – серия МС II, компоненты которой взяты в пропорциях, об.%: 10 : 90; 25 : 75; 50 : 50; 75 : 25 и 90 : 10.

Методы исследования. Содержание серы контролировали по ГОСТ 32139-2013 рентгенофлуоресцентным анализатором АС-2М [10]. Плотность измеряли по ГОСТ 3900-85 ареометрами АНТ-1 с диапазонами, кг/м³: 650,0-710,0; 710,0-770,0; 770,0-830,0; 830,0-890,0 и ценой деления $\pm 0,5$ кг/м³ (дополнительно термометр ТТЖ-М с диапазоном измерения минус 40°С-плюс 50°С и ценой деления 0,5°С) [11]. Присадку удаляли раствором щавелевой кислоты по [12] до отрицательной реакции на ММА [13].

Результаты контроля содержания серы в образцах модельных систем приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Содержание серы в образцах модельной системы МС I и их плотность

№№ образца	Концентрация ММА, об. %	Содержание серы, масс. %	Расчетное содержание серы, масс. %	Плотность образцов, кг/м ³
1	0	0,084	0,084	705,3
2	2	0,082	0,082	711,6
3	5	0,076	0,080	719,6
4	10	0,068	0,076	733,0
5*	0	0,085	0,084	705,3

* – образец 4, из которого извлечен ММА

Из приведенных результатов следует, что метод ЭДРФ достоверно контролирует содержание серы в бензине, если в образце содержится не

более 2 об.% ММА. Когда же в бензин введено присадки больше этого количества, то достоверно определить содержание серы, без предварительного удаления антидетонатора, этим методом не представляется возможным (образцы 4 и 5, табл. 1).

Таблица 2

Содержание серы в образцах модельной системы МС II

Содержание ДТ, об.%	Содержание серы, масс.%
0	0,012
10	0,027
25	0,054
50	0,082
75	0,116
90	0,139
100	0,144

Увеличение плотности образцов влияния на достоверность контроля содержания серы методом ЭДРФ не оказывает, что показано для серии МС II, в которой плотность возрастает от 730,4 кг/м³ до 834,0 кг/м³.

Заключение. При контроле содержания серы в бензине необходимо предварительно устанавливать факт наличия и концентрацию ММА.

Упрощает процедуру контроля качественная реакция с раствором хлорной извести. В свое время было установлено, что если реагент окрашивает образец бензина в синий цвет, то методом ЭДРФ можно определить содержание серы достоверно, а если в коричневый – то нет.

Характерно, что упомянутые первыми – это товарные бензины, произведенные нефтеперерабатывающими заводами, которые, для повышения детонационной стойкости, практикуют введение рекомендованного количества ММА (до 1,3 об. %), а упомянутые вторыми – это фальсифицированные продукты [10, 13].

Список литературы

1. ГОСТ 32513-2013 Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия [Текст]. – Введ. 2015-01-01. – М.: Стандартинформ. – 2015. – 12 с.
2. ГОСТ 32511-2013 (EN 590:2009) Топливо дизельное ЕВРО. Технические условия [Текст]. – Введ. 2015-01-01. – М.: Стандартинформ. – 2014. – 16 с.
3. Новиков, Е.А. Определение серы в нефтепродуктах. Обзор аналитических методов (методы по определению серы в нефтепродуктах при помощи рентгеновского излучения) [Текст] / Е.А. Новиков // Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний. – 2008. – № 4. – С. 21-28.
4. Бойченко, С.В. Екологічні аспекти визначення вмісту сірки в нафтопродуктах [Текст] / С.В. Бойченко [и др.] // Вісник НАУ. 2010. №1. – С. 219-223.
5. Шамирзаев С.Х., Рахимов Н.Р., Мадумаров Ш.И. Обзор аналитических методов контроля и разработка оптоэлектронных систем для определения серы в нефти и нефтепродуктах // Гео-Сибирь-2011: Сборник материалов VII Международного научного конгресса. – Новосибирск, 2011. – Т.5, № 1. – С. 66-70.

6. Билинский, И.И. Обзор методов определения содержания серы в нефтепродуктах [Текст] / И.И. Билинский, О.С. Городецкая, В.В. Кротович // Наукові праці ВНТУ. – 2014. – № 3. – С. 1-7.
7. Копыльцова, А.Б. Контроль качества нефти и нефтепродуктов: анализ серы. Часть I. Состояние измерений в диапазоне ниже 100 мг/кг [Текст] / А.Б. Копыльцова, Б.П. Тарасов, Е.А. Петров // Контроль качества продукции. – 2016. – №10. – С. 43-49.
8. ГОСТ 34239-2017 Нефтепродукты Определение содержания серы методом монокроматической энергодисперсионной рентгенофлуоресцентной спектроскопии [Текст]. – Введ. 2019—07—01. – М.: Стандартинформ. – 2019. – 16 с.
9. Копыльцова, А.Б. Контроль качества нефти и нефтепродуктов: анализ серы. Часть II. Состояние измерений в среднем и высоком диапазонах [Текст] / А.Б. Копыльцова, Б.П. Тарасов // Контроль качества продукции. – 2016. – №11. – С. 53-59.
10. ГОСТ 32139-2013 Нефть и нефтепродукты. Определение содержания серы методом энергодисперсионной рентгенофлуоресцентной спектроскопии [Текст]. – Введ. 2014—07—01. – М.: Стандартинформ. – 2014. – 25 с.
11. ГОСТ 3900-85 Метод определения плотности [Текст]. – Введ. 1987—01—01. – М.: Государственный Комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам. – 1991. – 37 с.
12. ГОСТ 28828-90 Бензины. Метод определения свинца. С изменением №1 [Текст]. – Введ. 1992—01—01. – М.: ИПК Изд-во стандартов. – 1990. – 7 с.
13. Лозинский, Н.С. Процедура выявления альтернативного топлива и фальсификата автомобильного бензина [Текст] / Н.С. Лозинский, Л.Р. Куницкая // Вестник ДонНТУ. – 2017. – №2(8). – С. 44-50.

УДК 543.94+681.586.779:638.166

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ПЬЕЗОКВАРЦЕВОГО МИКРОВЗВЕШИВАНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ САХАРОЗЫ В МЕДЕ

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

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

Основными компонентами меда являются глюкоза и фруктоза. Содержание сахарозы в меде регламентировано (ГОСТ 19792-2017) и не должно превышать 5 %. В соответствии с нормативными документами контроль углеводного состава меда осуществляется методом высокоэффективной жидкостной хроматографии, требующей применения дорогостоящего оборудования. Также широко применим электрофоретический метод [1], требующий специфических быстропортящихся реактивов. Следовательно, актуальна разработка метода анализа для малых лабораторий.

Сахароза характеризуется высокой гидрофильностью, следовательно, ее присутствие снижает содержание водяного пара в равновесной газовой фазе (РГФ), отобранной над водным раствором меда. Однако, прямое детектирование водных растворов меда не позволяет методом пьезокварцевого

микровзвешивания контролировать в нем содержание сахарозы, так как каждый мед характеризуется собственным запахом различной интенсивности, полностью искажающим результаты сенсорного анализа.

Фермент инвертаза (сахараза) расщепляет сахарозу на моноуглеводы, гидрофильность которых значительно ниже. Метод получения инвертазы из дрожжей прост в исполнении [1].

Предложен ферментативно-сенсориметрический метод контроля содержания сахарозы в меде, заключающийся в оценке методом пьезокварцевого микровзвешивания содержания водяных паров в РГФ, отобранной над раствором меда (массовое соотношение 1:1) до и после ферментативной обработки образца. Инверсию сахаразы инвертазой проводили на водяной бане при 40°C в течение 30 мин при pH 4,5. Для анализа РГФ использовали мультианализатор газов «МАГ-8» с инжекторным вводом пробы. В качестве модификаторов сенсоров выбраны покрытия с повышенным сродством к воде (Tween, полиэтиленгликоль сукцинат, адипинат, динитрофталат, поливинилпирролидон, ПЭГ-2000). Метод прост в исполнении, продолжительность анализа составляет 40 мин.

Список литературы

1. Определение фруктозы, глюкозы и сахарозы в напитках, плодовоовощной продукции, меде и БАДах. Методика М 04-69-2011. URL: <https://www.lumex.ru/metodics/13AR03.15.03-1.pdf>.
2. Выделение сахаразы из дрожжей. URL: <https://helpiks.org/2-55029.html>

УДК 543.94+681.586.779:673.04

ФЕРМЕНТАТИВНО-СЕНСОРИМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ИДЕНТИФИКАЦИИ МАСЛА В ТВОРОЖНОЙ МАССЕ

Никулина А.В., канд. хим. наук, ***Тимохина В.В.***

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

Одним из распространенных приемов фальсификации творожной массы является введение в нее вместо сливочного масла жиров особого назначения (аналогов пальмового масла), которые придают продукту лучший товарный вид и продлевают его срок хранения.

Разработан ферментативно-сенсориметрический метод аутентификации масел с применением пьезокварцевого микровзвешивания [1], основанный на разной скорости гидролиза пальмового и сливочного масел, катализируемого панкреатической липазой при pH реакционной среды 7,9. Высокая гидрофильность образующегося при ферментативном разложении липидов глицерина приводит к уменьшению паров воды в равновесной газовой фазе (РГФ), отбираемой над образцами.

Однако, применение этого метода для идентификации масла в творожной массе оказалось неприменимым из-за малого количества липидов в образце.

Для увеличения скорости гидролиза использовали медицинскую желчь, эмульгирующую жиры и активирующую действие фермента. Пьезокварцевое микровзвешивание РГФ проводили на мультианализаторе газов «МАГ-8» с инжекторным вводом пробы. В качестве модификаторов сенсоров выбраны покрытия с повышенным сродством к воде (Tween, полиэтиленгликоль сукцинат, адипинат, динитрофталат, поливинилпиролidon, ПЭГ-2000). Установлено, что изменение площади визуальных отпечатков на 1 и 5 мин ферментативного расщепления ΔS для пальмового масла значительно больше, чем аналогичное изменение ΔS для сливочного масла, основной гидролиз которого практически завершается в течение 1 мин. Для точной идентификации масла в творожной массе аналогичные определения проводили с обезжиренным творогом. Установлено, что для творожной массы, приготовленной с применением сливочного масла $\Delta S_{\text{твороженной массы}} \sim \Delta S_{\text{творога}}$, с применением пальмового масла $\Delta S_{\text{твороженной массы}} > \Delta S_{\text{творога}}$. Предложенный метод прост в исполнении, время анализа 15 мин.

Список литературы

1. Парыгина Т.И., Никулина А.В. Применение панкреатической липазы для аутентификации сливочного и пальмового масел. Материалы студенческой научной конференции за 2018 год: В 4 ч. / под ред. С.Т. Антипова; Воронеж. гос. ун-т инж. тех-нол. – Воронеж: ВГУИТ, 2018. – 1 том – С. 193.

УДК 543.544.943.3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЛИФОСАТА И ИМИДАКЛОПРИДА МЕТОДОМ ТОНКОСЛОЙНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ С ЦВЕТОМЕТРИЧЕСКИМ ДЕТЕКТИРОВАНИЕМ

Ожигина Н.П., Щепина Н.Д., канд. хим. наук, доцент
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
shnatalina@mail.ru

Введение. В сельском хозяйстве наиболее часто применяют такие пестициды как гербицид глифосат (действующее вещество средств, выпускающихся под торговыми названиями «Раундап», «Глифор», «Торнадо» и «Ураган») и инсектицид имидаклоприд («Конфидор», «Танрек», «Искра Золотая», «Борей», «Табу»).

Для определения глифосата и имидаклоприда используют масс-спектрометрию, высокоэффективную жидкостную хроматографию, иммуноферментный анализ, др. методы. Недостатками этих методов

являются сложность проведения анализа, высокая себестоимость, длительность, необходимость в высококвалифицированном персонале.

В связи с этим, для определения пестицидов (в частности для скринингового анализа) широко используется тонкослойная хроматография. Преимуществами метода тонкослойной хроматографии по сравнению с другими хроматографическими методами является простота техники работы, низкая стоимость и доступность оборудования. Одним из недостатков существующих методик, в том числе и стандартных, является низкая чувствительность и точность визуального детектирования интенсивности окрашивания пятен.

Актуальной задачей при определении пестицидов методом тонкослойной хроматографии является разработка технологии более чувствительного и количественного определения на основе цветометрического детектирования.

Целью нашей работы являлось: исследование возможности использования цветометрического детектирования при определении глифосата, имдаклоприда методом тонкослойной хроматографии.

Результаты. В цветометрическом методе детекции аналитическим сигналом служит электронное изображение окрашенного объекта, полученное с использованием цифрового устройства (фотоаппарат, сканер и др.) [1, 2]. Из различных цветовых моделей для компьютерной обработки электронного изображения чаще всего в цветометрии применяют трехкомпонентную модель RGB, в которой каждая точка цветового пространства определяется набором 3-х координат – численно выраженных в диапазоне от 0 до 255 значений интенсивности красной, зеленой и голубой составляющих цвета.

Хроматографический анализ глифосата и имидаклорида проводили методом тонкослойной хроматографии по стандартным методикам. Для идентификации глифосата полученные хроматограммы обрабатывали проявителем – нингидрином (фиолетово-пурпурное окрашивание пятен). Имидаклоприд проявляли обработкой о-толидином (синее окрашивание).

Проявленные хроматограммы сканировали на планшетном сканере EPSON TX 409 с разрешением 1200 dpi (точек/дюйм). Обработку изображений проводили с использованием программы Adobe Photoshop CS6 – определяли интенсивность компоненты цвета в системе RGB. По полученным данным строили зависимости интенсивности компонент цвета каждого из каналов (R, G или B) от концентрации пестицида. Выбирали канал, для которого наблюдалось наибольшее уменьшение интенсивности цвета и находили аппроксимирующую функцию с использованием редактора Excel.

При определении глифосата в диапазоне концентраций 0,5-500 мкг/мл, было установлено, что аналитический сигнал наилучшим образом описывается с помощью зеленой (G) компоненты цвета. Разница

между максимальным и минимальным значениями показателя цветности $\Delta I_{G(\text{макс})} = 87$ о.е.). Для синей и красной компоненты – 54 и 37 соответственно. Можно выделить две области линейной зависимости функции от концентрации: первый с содержанием пестицида (мкг/мл) 0,5 – 50 (ΔI_G (макс) = 19 о. е); второй с содержанием пестицида (мкг/мл) 50 – 500 (ΔI_G (макс) = 68 о. е). Значения величин достоверности аппроксимации $r = 0.9935$ и $0,99219$ соответственно (табл. 1).

Таблица 1

Параметры градуировочной зависимости зеленого (I_G) цветового канала в системе RGB от концентрации глифосата

С пестицида, мкг/мл	Уравнение градуировочной зависимости	r	$\Delta I_{(\text{макс})}$, о.е.
0,5 – 50	$I_G = -400x + 239$	0,9935	87
50 – 500	$I_G = -141,14x + 223,31$	0,9921	

Для определения имидаклоприда был выбран красный цветовой канал (R), так как для него ΔI_R (макс) = 121 о.е. Для синей и зеленой компоненты – 65 и 107 соответственно.

На градуировочных функциях можно выделить 2 участка первый с содержанием пестицида (мкг/мл) 0,5 – 50 (ΔI_R (макс) = 40 о. е); второй с содержанием пестицида (мкг/мл) 50 – 500 (ΔI_R (макс) = 81 о. е), которые адекватно описываются линейной градуировочной функцией. Значения величин достоверности аппроксимации $r = 0.9915$ и $0,9885$ соответственно (табл. 2).

Таблица 2

Параметры градуировочной зависимости красного (I_R) цветового канала в системе RGB от концентрации имидаклоприда

С пестицида, мкг/мл	Уравнение градуировочной зависимости	r	$\Delta I_{(\text{макс})}$, о.е.
0,5 – 50	$I_R = -810,2x + 189,98$	0,9915	121
50 – 500	$I_R = -168,29x + 153,03$	0,9885	

На основе проведенных исследований разработана методика определения имидаклоприда в плодоовощной продукции методом тонкослойной хроматографии с использованием цветометрического детектирования.

Предел обнаружения разработанной методики: – 0,05 мг/кг, $S_r = 0,1$. Методика отличается простотой, экспрессностью, существенно более экономична.

Разработанную методику можно применять для:

1) проверки подлинности и качества препаратов, содержащих имидаклоприд;

2) для определения имидаклоприда в плодоовощной продукции с пределом обнаружения ниже, чем ПДК в 10 раз.

Заключение. Показана возможность и разработан алгоритм проведения количественного определения исследуемых пестицидов методом тонкослойной хроматографии с цветометрическим детектированием. Разработана методика определения имидаклоприда в плодоовощной продукции. Методика отличается чувствительностью (предел обнаружения в 10 раз ниже ПДК), простотой, экспрессностью, существенно более экономична и может быть использована для скринингового анализа большого числа проб.

Список литературы

1. Иванов В.М. Химическая цветометрия: возможности метода, области применения и перспективы / В.М.Иванов, О.В.Кузнецова // Успехи химии. – 2001. – Т. 70, № 5. – С.411-428.
2. Иванов В.М. Возможности и перспективы развития цветометрического метода в аналитической химии / В.М.Иванов, О.В.Моногарова, К.В.Осколок // Журнал аналитической химии. – 2015. – Т. 70, № 10, – С. 1011-1025.

УДК 543.422

РАЗРАБОТКА МЕТОДИК ОПРЕДЕЛЕНИЯ АНТИДЕТОНАЦИОННЫХ ПРИСАДОК В БЕНЗИНАХ

Рокун А.Н., канд. хим. наук, доцент

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

rokun@mail.ru

Нефть и нефтепродукты являются одними из самых трудных объектов для количественного определения металлов вследствие широкого диапазона их содержания и сложной органической матрицы. Поставленная задача еще больше усложняется, если металлы присутствуют в этих объектах в виде металлоорганических соединений.

Металлосодержащие присадки применяют для улучшения экологических свойств и повышения эксплуатационных характеристик товарных бензинов. Содержание таких присадок в бензинах должно строго контролироваться, поскольку их избыток приводит к повышению коррозионной активности бензина и снижению его химической стабильности; нехватка присадок приводит к снижению октанового числа бензина и работоспособности свечей зажигания; контроль бензина на содержание металлов-присадок необходим также с целью выявления фальсифицированных автомобильных бензинов.

Международный стандарт предлагает атомно-эмиссионный метод с индуктивно-связанной плазмой для определения металлов в бензинах и

смазочных маслах. Однако применение этого метода сдерживается экономическими факторами [1]. Для определения содержания металлов в нефти и нефтепродуктах методом атомно-абсорбционной спектроскопии международные стандарты рекомендуют использование металлосодержащих стандартных образцов и растворителя метилизобутилкетона, которые являются дорогостоящими веществами [2]. Недостатком этого метода является также и то, что его нельзя применять к бензинам с содержанием ненасыщенных углеводородов более 18 % об.

Поэтому атомно-абсорбционная спектроскопия, как правило, используется после экстракционного извлечения определяемых элементов в водные или водно-органические растворы подходящими экстрагентами. Основные трудности, с которыми сталкивается аналитик, – это полнота экстракции аналитов и рациональное сочетание экстракции с последующим спектральным определением.

В работе рассмотрены теоретические основы модификации экстрагента с целью получения экстрактов, обеспечивающих наилучшие метрологические характеристики атомно-абсорбционного определения металлоорганических соединений в сложных многокомпонентных органических объектах.

Изложены результаты исследования метрологических характеристик комбинированных и гибридных атомно-абсорбционных и спектрофотометрических методов определения металлоорганических соединений в нефти, бензинах, дизельном топливе, маслах и предложены приемы рациональной модификации способов получения концентратов, содержащих такие металлы, как железо, марганец, молибден, ртуть, литий, кальций, магний, цинк.

Разработаны экспрессные гибридные методики определения металлов в нефтепродуктах, основанные на непосредственном пламенном атомно-абсорбционном анализе микроэмульсий проб, тем самым достигается повышение экспрессности и снижение предела определения.

Но при анализе нефти и нефтепродуктов наиболее точные результаты могут быть получены с применением комбинированных методов, позволяющих выделить аналитические сигналы аналитов из поля матричных помех, обусловленных макрокомпонентным составом пробы. Для определения металлоорганических соединений разработаны методики атомно-абсорбционного и спектрофотометрического определения, включающие извлечения металлов модифицированными экстрагентами из органической фазы в водную, которая непосредственно распыляется в пламени спектрофотометра или подвергается реакции с фотометрическим реагентом.

Проведена метрологическая аттестация разработанных методик. Правильность результатов анализа доказана методом добавок и сравнением с другими независимыми методами.

Разработанные методики отличаются хорошей воспроизводимостью, экспрессностью, использованием дешевых и доступных реагентов,

позволяющих проводить определение металлов при любом составе нефтепродуктов. Методики апробированы при анализе нефти, дизельного топлива, бензинов различных марок и производителей, а также при анализе многокомпонентных металлосодержащих присадок, внедрены в лаборатории по анализу нефтепродуктов, способствуют выявлению фальсифицированных нефтепродуктов, недопущению их реализации потребителям, безаварийности движения транспорта, улучшению экологической ситуации.

Список литературы

1. ASTM D5185-02e2. Standard Test Method for Determination of Additive Elements, Wear Metals, and Contaminants in Used Lubricating Oils and Determination of Selected Elements in Base Oils by Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry (ICP-AES). – Introduced 2001-01-10. – West Conshohocken, PA: ASTM Committee on Standards, 2001 – 5 p.
2. ASTM D3831-01. Standard Test Method for Manganese in Gasoline By Atomic Absorption Spectroscopy. – Introduced 2012-06-01. – West Conshohocken, PA: ASTM Committee on Standards, 2010 – 4 p.

УДК 543.422

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ЭКСТРАКЦИОННО-ФОТОМЕТРИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ N-МЕТИЛАНИЛИНА В БЕНЗИНЕ

*Рокун А.Н., канд. хим. наук, доцент,
Степкина Д.И., Иванов С.А.*

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

N-метиланилин (N-MMA) является эффективной антидетонационной присадкой к бензинам. Однако недостатком его применения является повышенная токсичность отработанных газов, повышенная склонность к смолообразованию и увеличению износа деталей цилиндропоршневой группы, вследствие чего его концентрация в бензине ограничена величиной 1,0-1,3 %.

Стандартная методика определения N-MMA в автомобильных бензинах с помощью капиллярной газовой хроматографии имеет ограничения по углеводородному составу исследуемых проб и требует дорогостоящего оборудования.

Широко распространенным и доступным методом является молекулярная абсорбционная спектрофотометрия в видимой области. Однако методики фотометрического определения N-MMA в бензинах не описаны.

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.

Меньше всего полимеризации подвергаются продукты окисления с твердыми окислителями (PbO_2 , MnO_2 , Ag_2O). Цветные продукты с PbO_2 образуют такие вещества: N-монометиланилин ($\lambda_{\text{max}}=450$ нм); диметиланилин ($\lambda_{\text{max}}=460$ нм); диэтиланилин ($\lambda_{\text{max}}=475$ нм); дифениламин ($\lambda_{\text{max}}=430$ нм); этилдифениламин ($\lambda_{\text{max}}=515$ нм); трифениламин ($\lambda_{\text{max}}=660$ нм); м-толидин ($\lambda_{\text{max}}=450$ нм).

Однако в бензине в качестве антидетонационной добавки из вышеперечисленных аминов применяется только N-ММА, а также применяется ферроцен. Поэтому изучена возможность определения N-ММА в бензине с использованием PbO_2 .

Нами было установлено, что максимум поглощения ферроцена находится в области 540 нм, однако в области поглощения N-ММА при $\lambda=450$ нм ферроцен также частично поглощает, поэтому нами предложено предварительное отделение N-ММА от ферроцена

N-ММА образует с кислотами водорастворимые соли. На этом свойстве основана, например, отмывка бензина от N-ММА щавелевой кислотой в стандартной методике фотометрического определения ферроцена. Однако в стандарте рекомендуется 6-кратная экстракция N-ММА щавелевой кислотой, так как при однократной экстракции он извлекается не полностью. Поэтому была изучена возможность экстракции N-ММА различными кислотами с целью увеличения степени извлечения N-ММА и повышения избирательности и экспрессности методики. Необходимо было выбрать условия, при которых N-ММА извлекался бы в водную фазу количественно, а ферроцен полностью оставался в фазе бензина. Установлено, что соляная, серная, азотная кислоты с концентрацией 1 моль/дм³ частично извлекают ферроцен, а уксусная и фосфорная кислоты с концентрацией 1-5 моль/дм³ не извлекают ферроцен, но хорошо извлекают N-ММА. Поэтому для извлечения N-ММА из бензина подходят уксусная и фосфорная кислоты.

Однако из литературных данных известно, что в среде CH_3COOH образуются нестабильные окрашенные продукты окисления N-ММА, в среде H_3PO_4 – стабильные. Кроме того, уксусная кислота летуча, а фосфорная – нет. Фосфорная кислота является сильной, поэтому в результате окисления образуются более однородные продукты, что приводит к строго определенному цвету раствора.

Поэтому в дальнейшем для извлечения N-ММА использовали фосфорную кислоту.

Полнота извлечения N-ММА зависит от концентрации фосфорной кислоты. Установлено, что при концентрации N-ММА в бензине от 1 до

5 % наблюдается его количественное извлечение фосфорной кислотой с концентрацией 3-5 моль/дм³. Учитывая, что оптимальной концентрацией для проведения реакции окисления N-MMA диоксидом свинца является 3 М Н₃РО₄, то удобно и при экстракции использовать такую же концентрацию.

Полнота извлечения N-MMA зависит от времени экстрагирования. Установлено, что при экстрагировании в течение 5 минут наблюдается количественное его извлечение.

Если бензин содержит в качестве антидетонационной добавки только N-MMA, то не будет наблюдаться мешающего влияния ферроцена. Поэтому стадия экстракционного отделения N-MMA фосфорной кислотой не нужна. Таким образом, время одного элементопределения можно сократить на 7-8 минут.

Изучено время контактирования РbО₂ с пробой бензина на интенсивность окраски продукта окисления N-MMA.

При контактировании РbО₂ с пробой бензина от 1 до 5 минут наблюдается наибольшая оптическая плотность. При контактировании от 6 до 10 минут интенсивность окраски снижается примерно на 10 %. При стоянии растворов водной и органической фаз без фильтрования неизрасходованного РbО₂ от 10 до 50 минут снижение оптической плотности незначительное. Уменьшение интенсивности окраски раствора можно объяснить адсорбцией окрашенного продукта окисления MMA на твердом РbО₂. В связи с этим необходимо после проведения реакции фильтровать водную фазу, в этом случае снижение окраски не наблюдается.

Предел обнаружения MMA в бензине, рассчитанный по 3S-критерию, составляет 3 мкг в анализируемой аликвоте бензина.

Правильность разработанной методики доказывали методом введено-найденно.

Результаты проверки правильности разработанной методики представлены в таблице.

Таблица

Проверка правильности фотометрического определения N-MMA в бензине (n=5; P=0,95)

Введено N-MMA , мкг/см ³	Найдено N-MMA , мкг/см ³	
	$C_{cp} \pm \frac{t_{p,f} \cdot S}{\sqrt{n}}$	S _r
0,256	0,244±0,13	0,047
2,56	2,52±0,09	0,030

Разработана методика спектрофотометрического определения N-MMA в бензине, которая включает его извлечение из бензина раствором фосфорной кислоты и дальнейшее спектрофотометрическое определение с диоксидом свинца в кислой среде. Методика отличается доступностью, экспрессностью и хорошей воспроизводимостью.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА И СВОЙСТВА ВЕЩЕСТВ КУЛЬТУРАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ ПОЧВЕННОЙ ЦИАНОБАКТЕРИИ NOSTOC PALUDOSUM

Трушников П.А., Шадрин А.В.

ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет», г. Киров, РФ
dragon_coffee@mail.ru, *Shad_Rein@mail.ru*

Цианобактерии (ЦБ) пережили много тысячелетий эволюции и, благодаря этому, смогли адаптироваться к разнообразным условиям и приобрести различные свойства. Ученые разнятся в мнении относительно свойств цианобактерий: кто-то настаивает на вредоносности данных форм жизни из-за выделяемых токсинов, кто-то на их полезности, благодаря симбиотическим свойствам и выделяемым полезным биологически активным веществам, кто-то считает их экотопливом, а кто-то суперпродуктом. Огромным потенциалом в облагораживании почвы обладает почвенная ЦБ *Nostoc paludosum*. Антифунгальные, антибактериальные, азотфиксирующие и многие другие свойства описаны в литературных источниках [1–6].

Объектами исследования были выбраны: культура почвенной цианобактерии *N. paludosum* 18, выращиваемая в течение двух месяцев в среде Громова №6 без азота. Титр культуры составил $3 \cdot 10^7$ кл./см³. Исследуемая ЦБ была выделена из дерново-подзолистой почвы. Также ячмень яровой сорта «Изумруд».

Из культуральной жидкости (КЖ) *N. paludosum* 18 делали вытяжки с помощью гексана (C₆H₁₄) и четырёххлористого углерода (CCl₄). В предыдущих опытах [7] проводили определение состава органических веществ в КЖ и вытяжках методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. В результате анализа было установлено, что исследуемые образцы содержат вещества – компоненты естественного происхождения, такие как фитол, фитоин, N-ацетилглюкозамин, пептидогликан (муреин), антиоксиданты ликопин и лютеин. Также были обнаружены гормоны, предшественники гиббереллинов (каурен), которые являются стероидами и витамины, которые поддерживают ростостимулирующий эффект. Помимо этого, было установлено, что *N. paludosum* вырабатывает цианопептид борофицин, обладающий антибактериальной активностью [8], именно он может служить основой антифунгальной активности исследуемых веществ.

Исследовали влияние экзаметаболитов почвенной ЦБ *Nostoc paludosum* 18 на рост и развитие 7-суточных растений ячменя без зерновок, чтобы установить влияние веществ без использования внутренних запасов растений. Фильтровальную бумагу помещали в чашки Петри и увлажняли стерильной дистиллированной водой. На увлажнённые фильтры раскладывали заранее простерилизованные этиловым спиртом зерновки

ячменя. На 7-е сутки проращивания отделяли зерновки от растений, данную процедуру производили для того, чтобы исключить питание растений веществами, содержащимися в зерновках. Растения раскладывали в чашки Петри на фильтровальную бумагу, пропитанную компонентами: контроль – H_2O ; $CuSO_4$; суспензия ЦБ; суспензия ЦБ + $CuSO_4$; КЖ; КЖ + $CuSO_4$; C_6H_{14} ; C_6H_{14} + $CuSO_4$; CCl_4 ; CCl_4 + $CuSO_4$. В вариантах с сульфатом меди (II) была создана концентрация Cu^{2+} 3 мг/кг субстрата для произрастания растений, что равно содержанию подвижных форм в почве. Чашки с растениями помещали в климатостат, где в ночное время температура составляла 12–13 °С, в дневное – 21–23 °С для имитации реальных условий существования. В каждом варианте находилось по 30 растений. На третьи сутки определяли высоту проростков, длину и количество корней.

Лучший результат показал образец, находившийся в среде вытяжки C_6H_{14} (таблица 1).

Это явление может быть объяснено тем, что состав вытяжки входят вещества – стимуляторы роста. Чистая суспензия цианобактерий и комбинированная с $CuSO_4$ также оказывали стимуляцию длины проростков. Это обусловлено наличием большего спектра полезных веществ, чем в КЖ и вытяжках из неё, а в вариантах с добавлением $CuSO_4$ также стресс-фактора, благодаря влиянию тяжелого металла.

Таблица 1

Влияние исследуемых веществ на рост и развитие проростков ячменя сорта «Изумруд», освобожденных от зерновок (n = 30; P = 0,95)

Вариант	Высота проростка, мм	Максимальная длина корня, мм	Среднее количество корней
Контроль (H_2O)	90±4	83±5	6
$CuSO_4$	85±4	66±5	6
ЦБ	94±5	70±6	6
ЦБ + $CuSO_4$	93±4	72±6	6
КЖ	85±4	67±5	6
КЖ + $CuSO_4$	84±5	72±4	6
C_6H_{14}	95±3	79±4	6
C_6H_{14} + $CuSO_4$	89±5	70±7	6
CCl_4	84±4	61±5	7
CCl_4 + $CuSO_4$	85±3	69±6	6

Список литературы

1. Домрачева Л.И. Антифузариозное действие цианобактерий и актиномицетов в почве и ризосфере / Л.И.Домрачева, И.Г.Широких, А.И.Фокина // Микология и фитопатология. 2009. – Т. 43. – Вып. 2. – С.157-165.
2. Коваль Е.В. Действие метилфосфонатов и цианобактерии *Nostoc paludosum* на растения ячменя / Е.В.Коваль, Ю.В.Чупрова, С.Ю.Огородникова // Экология

- родного края: проблемы и пути их решения: Материалы XII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Киров: ВятГУ, 2017. – С. 141-144.
3. Зыкова Ю.Н. Свойства цианобактерий как объектов биотехнологий / Ю.Н.Зыкова // Развитие научной творческой и инновационной деятельности молодежи: Материалы VIII Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых. Лесниково: Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева, 2016. – С. 10-14.
 4. Коваль Е.В. Действие цианобактерий *Nostoc paludosum* и гербицида глифосата на жизнедеятельность растений пшеницы (модельные опыты) / Е.В.Коваль, А.В.Селезнева, С.Ю.Огородникова // Экология родного края: проблемы и пути их решения: Материалы XII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. ВятГУ, 2017. – С. 262-267.
 5. Зяблых Р.Л. Цианобактерии *Nostoc paludosum* как основа для создания агрономически полезных микробных ассоциаций на примере бактерий рода *Rhizobium* / Р.Л.Зяблых, Е.М.Панкратова, Л.В.Трефилова, И.А.Устюжанин // Микробиология. – 2008. № 2. – С. 266-272.
 6. Домрачева Л.И. Фузарии: биологический контроль, сорбционные возможности / Л.И.Домрачева, А.И.Фокина, Л.В.Трефилова // LAP LAMBERT Academic Publishing. – Германия, 2013. – 182 с.
 7. Фокина А.И. Исследование состава и свойств веществ культуральной жидкости почвенной цианобактерии *Nostoc paludosum* / А.И.Фокина, С.А.Вахмянина, Л.И.Домрачева и др. // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: Материалы XVI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. ВятГУ, 2018. – С. 193-196.
 8. Кокшарова О.А. Применение методов молекулярной генетики и микробиологии в экологии и биотехнологии цианобактерий / О.А.Кокшарова // Микробиология. – 2010. – Т. 79., № 6. – С. 734-747.

УДК 543.32

ПРИМЕНЕНИЕ СФЕР ИЗ ПОЛИАКРИЛАМИДА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЖЁСТКОСТИ ВОДЫ В БЫТУ

Харланова А.Г., Кучменко Т.А., д-р хим. наук, профессор
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»,
г. Воронеж, РФ
kharlanova.arina@yandex.ru

Согласно требованиям к качеству питьевой воды (СанПиН 2.1.4.1074-01) суммарное содержание ионов кальция и магния в ней не должно превышать 7,0 мг-экв./л. Существующие методы контроля общей жёсткости воды в домашних условиях не точны, поэтому актуальна разработка доступной и простой в использовании тест-системы.

Цель работы – применение сфер на основе акриламидных полимеров для установления общей жёсткости воды в домашних условиях с визуальным фиксированием аналитического сигнала.

В качестве тест-системы использовали бесцветные сшитые полимеры, близкие к сферической форме марки «Агрикола» (Россия). Объекты исследования – природные и питьевые воды с различным минеральным составом. При экспозиции гранул в анализируемые пробы по истечении времени визуально и с помощью средств фотографирования с применением чёрного фона регистрировалось помутнение сфер. Вторым аналитическим сигналом служил диаметр (d), который фиксировался с помощью штангенциркуля/линейки. Экспериментально установлено, что на светопропускание системы не влияет отдельное и совместное содержание в воде тяжелых металлов, органических примесей, поверхностно активных веществ (ПАВ), но не исключается их воздействие на скорость набухания сфер.

Для анализируемых вод определены общая жёсткость воды и удельная электропроводность. По полученным данным установлено: чем больше жёсткость воды, тем меньше d и больше мутность. Отклик системы осуществляется уже при суммарном содержании ионов кальция и магния в объекте равном 5 мг-экв./л. Воды с завышенными показателями жесткости, превышающими нормы СанПин дают отклик уже после 5 часов, а воды с маленькой или средней жесткостью не менее, чем через 10 часов.

Слепое тестирование на пробах воды с регистрацией сигналов через 5 и 10 часов после погружения полимерных сфер в объекты исследования подтверждает возможность применения данных гранул в качестве тест-систем с оценкой степени мутности и d . Получение аналитических сигналов в питьевой воде до и после очистительного фильтра расширяет возможности использования гранул для контроля эффективности работы.

Для уменьшения времени получения отклика такой тест-системы проанализирована зависимость скорости набухания в начальный момент времени (до 60 минут) от содержания солей.

УДК 519.6.:502

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТЕХНОЛОГИИ БЕТОНОВ

Шевченко О.Н., канд. техн. наук, доцент,

Малинина З.З., канд. хим. наук, доцент,

Новичков А.Ю.

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства
и архитектуры», г. Макеевка, ДНР
mailbox@dgasa.donetsk.ua

В условиях глобализации освоение новых технологий и компетенций становится задачей номер один во всех отраслях промышленности. В этой связи, наша работа нацелена на выработку рекомендаций по производству

высококачественных бетонов, создание новых технологий, направленных на экономию ресурсов, не забывая при этом, что безопасность и экологичность в строительных технологиях ценны не менее, чем их функциональность и экономичность. Экология является комплексной характеристикой и включает безопасность от стадии разработки технологии до утилизации продуктов производства и их воздействие на окружающую среду и здоровье. Можно утверждать, что расширение области применения бетона происходит в первую очередь благодаря ключевым преимуществам, таким как технологичность, экономичность, экологичность, длительная эксплуатация и безопасность.

Мы представляем экологичность не только как влияние на здоровье человека, а также как влияние на окружающую среду. Поэтому все наши разработки направлены на снижение энергетических затрат на единицу продукции различными способами, например, использованием в производстве строительных материалов и конструкций некондиционных материалов, которыми являются отходы промышленности.

Известно, что к минеральным наполнителям для бетонов относятся природные и техногенные вещества в тонкодисперсном состоянии, преимущественно неорганического состава. Заполнители играют структурообразующую роль на всех этапах твердения бетона. В бетонной смеси они определяют реологические свойства системы, а на стадии гидратообразования являются подложкой для новообразований. С повышением удельной поверхности заполнителя его влияние на указанные явления усиливается, т.к. на границе раздела фаз реализуются такие физико-химические процессы, как адсорбция, растворение, синтез и др. Свойства поверхности твердого тела во многом определяются концентрацией активных центров, т.е. электрическим рельефом. Активные центры (функциональные группы) поверхности дисперсных наполнителей влияют на процессы, происходящие при твердении цементной суспензии, с первых секунд затворения цемента водой. При этом, изменяя дисперсность и состав функциональных групп, можно влиять на донорно-акцепторные свойства, взаимодействия на поверхности раздела «микронаполнитель – цементная матрица».

В наших предыдущих сообщениях [1] приводятся результаты изучения возможности использования золы – унос теплоэлектростанций в производстве строительных материалов и конструкций. Это позволяет покрыть дефицит традиционного кварцсодержащего минерального сырья и дает возможность снизить его добычу, материальные затраты, степень вмешательства в природу; уменьшить выбросы и отвалы золы, загрязняющие атмосферу и землю, т.е. уменьшить нарушение природного равновесия в целом.

Целью данного исследования явилось оценка поверхностных свойств золы-унос и осуществление целенаправленного регулирования кислотно-

основных свойств ее поверхности с помощью воздействия внешнего электрического поля. В работе приведены результаты исследований поверхностных свойств кварцевого песка и золы – унос с размером зерен 0,315мм. На поверхности кремнезема существуют три типа гидроксильных групп, отвечающих кислым, нейтральным и основным брэнстедовским центрам; а также кислотные и основные центры Льюиса, образованные координационно-связанными молекулами воды. Они определяют кислотно-основные свойства поверхности заполнителя и ее влияние на формирование микроструктуры бетонов. Их концентрацию и полярность можно регулировалась с помощью электрического поля.

Интегральную оценку кислотно-основных свойств поверхности твердой фазы осуществляли методом рН-метрии [2], а дифференциальную – индикаторным способом [3]. Последний дает более широкое представление о спектре активных центров на силикатных поверхностях. Сущность индикаторного способа определения концентрации активных центров различной основности или кислотности заключается в установлении величины адсорбции индикаторов с различными значениями pK_a (ряд Гаммета). Количество адсорбированного индикатора оценивали методом спектрофотометрии и рассчитывали по формуле:

$$q = [C_{\text{инд.}} \cdot V_{\text{инд.}} / D_0] [(D_0 - D_1)/a_1 \pm (D_0 - D_2)/a_2],$$

$C_{\text{инд.}}$ – концентрация индикатора, моль/л;

$V_{\text{инд.}}$ – объем раствора индикатора, мл;

D_1 – оптическая плотность индикатора до сорбции;

D_2 – оптическая плотность индикатора после сорбции;

D_0 – оптическая плотность холостого раствора;

В работе также рассмотрено влияние величины и полярности внешнего электрического поля ($\pm 0, \pm 3, \pm 4, \pm 8, \pm 12$ кВ) на кислотные свойства кварцевых и зольных поверхностей. Полярность внешнего электрического поля соответствовала полярности контактирующего с дисперсией электрода. В качестве индикатора был выбран 2,4-динитроанилин ($pK_a = 4,4$; $\lambda = 340 \text{ см}^{-1}$). На основании экспериментальных данных установлена возможность направленного регулирования кислотно-основных свойств поверхности минеральных веществ-заполнителей бетона с помощью воздействия электрического поля.

Методом рН-метрии изучена зависимость суспензионного эффекта (адсорбционной способности кварцевых дисперсий) в растворе хлористого калия от параметров электрической поляризации исходного материала (независимые факторы: напряжение электрической поляризации X_1 , продолжительность поляризации X_2). Параметром оптимизации принято смещение окислительно-восстановительного потенциала (Е) дисперсной системы относительно Е исходного раствора. Зависимость изменения Е от параметров электрообработки выражается следующим уравнением регрессии:

$$E = 68 + 1,3 X_1 - 2,0 X_2 + 1,75 X_1 X_2 + 2,5 X_1^2 + 2,25 X_2^2$$

Полученные оптимальные величины напряжения электрической поляризации и продолжительности поляризации были использованы для обработки силикатного компонента вяжущего при изготовлении образцов, которые испытывали на прочность при сжатии в сравнении с образцом, изготовленным с использованием неактивированного силикатного компонента. Результаты испытаний подтвердили эффективность электрической активации кварцевых дисперсий. Бетоны на активированных заполнителях имеют более высокую прочность при сжатии (на 20-40%) по сравнению с бетонами аналогичного состава на неактивированных материалах.

Разработка новых технологий предполагает подготовку молодых кадров и это является одной из причин введения компетенций по новейшим технологиям в учебные программы строительных вузов.

Список литературы

1. Малинина З.З. Исследование возможности утилизации золы – унос ТЭС в качестве заполнителя для бетона / З.З.Малинина, И.Ю. Петрик // Матер. VII Регион. научн. – практич. интернет – конф. студентов, аспирантов и преподавателей «Комплексное использование природных ресурсов», (Донецк: 10 декабря 2015 г.) – Донецк: ДНТУ, 2015. – С. 68.
2. Нечипоренко А.П. Исследование влияния термообработки и дисперсности образца на кислотно-основные свойства поверхности кремнезема / А.П.Нечипоренко, Г.К.Шевченко // Ж. общей химии, 1985. – Т.55. – Вып.2. – С. 244-253.
3. Нечипоренко А.П. Исследование кислотности твердых поверхностей методом рН – метрии / А.П.Нечипоренко, А.И. Кудряшов // Ж. прикл. химии, 1987. – №9. – С. 1957-1961.

УДК543.42.062

АТОМНО-АБСОРБЦИОННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЖЕЛЕЗА В МИКРОУДОБРЕНИЯХ НА ОСНОВЕ ЕГО КОМПЛЕКСОНАТА

Щепина Н.Д.¹, канд. хим. наук, доцент,
Рокур А.Н.¹, канд. хим. наук, доцент,
Алемасова А.С.¹, д-р хим. наук, профессор,
Мысник И.В.², канд. хим. наук

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» разработаны микроудобрения на основе комплекса железа(III) с

трилоном Б. Экспериментальные образцы прошли успешные испытания в тепличных хозяйствах Донбасса [1]. Микроудобрение представляет собой жидкий концентрат, в котором железо(III) находится в хелатированной форме, где в качестве хелатирующего агента выступает остаток двуназатриевой (тетранатриевой) соли этилендиаминтетрауксусной кислоты (комплексон-III, трилон Б). Микроэлемент железо в концентрате микроудобрения содержится в количестве от 28 г/дм³ до 52 г/дм³ в зависимости от марки концентрата.

Актуальность. Для контроля качества готовой продукции проводят приемо-сдаточные и периодические испытания массовой доли железа. Стандартной методики определения массовой доли железа в данном виде микроудобрения нет, поэтому актуальной задачей является разработка точной, экспрессной методики определения содержания железа в микроудобрениях на основе его комплексоната.

Для определения содержания железа в микроудобрениях нами предложен атомно-абсорбционный метод анализа как один из основных при определении железа во многих объектах – пищевых продуктах, биообразцах, почвах и т.д. Метод специфичен при определении этого элемента, а диапазон содержания не требует дополнительного концентрирования образца.

Целью данной работы было исследование матричных помех и способов их устранения при пламенном атомно-абсорбционном определении железа в микроудобрениях на основе комплексоната железа, разработка ускоренной атомно-абсорбционной методики определения содержания железа в микроудобрениях.

Результат. При разработке методики атомно-абсорбционного определения столкнулись со следующими проблемами, которые были вызваны матричными влияниями при определении железа: высокая плотность ($\approx 1,3$ г/см³); высокая концентрация определяемого вещества (28 г/дм³ – 52 г/дм³); железо, связано в устойчивый хелатный комплекс с трилоном Б ($\lg \beta = 24,23$ [2]); наличие 2-х-3-х кратного избытка вещества – комплексообразователя; наличие органических соединений, вследствие чего возможно неселективное поглощение.

Для устранения влияний, вызванных высокой плотностью и концентрацией железа в концентрате микроудобрения, раствор разбавляли в 300 раз. Для устранения влияния комплексообразования в исследуемые и градуировочные растворы добавляли кислоту с тем, чтобы конечный показатель pH составлял 1.

Необходимо было установить влияние кислот и Трилона Б на атомно-абсорбционный сигнал железа.

На модельных растворах было исследовано влияние различных кислот на абсорбционность железа. Результаты показали, что соляная и азотная кислоты в диапазоне концентраций от 0,1-1 моль/дм³ существенно

не влияют на аналитический сигнал железа. Фосфорная кислота в количествах до 0,5 моль/дм³ не влияет на сигнал железа, а при росте концентрации кислоты сигнал железа падает, потому что образуется устойчивое соединение железа с фосфорной кислотой. Наибольшее депрессирующее влияние на атомно-абсорбционный сигнал железа проявляет серная кислота. Таким образом, оптимальной средой является разбавленная HCl.

Влияние избытка Трилона Б на абсорбционность железа исследовали с добавлением и без добавления соляной кислоты. Результаты представлены в таблице.

Таблица

Влияние избытка трилона Б на аналитический сигнал железа. $[Fe^{3+}] = 100 \text{ мкг/см}^3$

Избыток Трилона Б	$\Delta A = (A - A_{хол}) / A_0$	
	Без добавки HCl	С добавкой HCl (pH ≤ 1)
1,5-кратный	0,98	1,0
2-х кратный	0,95	1,0
3-х кратный	0,95	1,0
4-х кратный	0,92	0,98

Видно, что даже 4-х кратный избыток Трилона Б в присутствии HCl (pH ≤ 1) не оказывает существенного влияния на атомно-абсорбционное определение железа.

Исследование влияний окислительно-восстановительных свойств ацетилено-воздушного пламени на атомно-абсорбционный сигнал железа в матрице микроудобрений показало, что наиболее оптимальный состав пламени соответствует 10-12 % об. ацетилена, т. е. окислительному составу пламени.

Такой состав пламени способствует устранению матричных влияний и увеличению абсорбционности железа. При росте содержания ацетилена в составе пламени абсорбция железа падает. Вероятно, это обусловлено образованием труднодиссоциируемых соединений железа с углеродом, а также с анионами различных кислот, содержащихся в матрице микроудобрений.

На основе проведенных исследований была разработана методика атомно-абсорбционного определения содержания железа в микроудобрениях на основе хелата железа.

Пробу микроудобрений разбавляли последовательным десятикратным разбавлением в 300 раз. Добавляли концентрированную соляную кислоту до pH ≤ 1. В градуировочных и исследуемых растворах поддерживали строго равное содержание соляной кислоты и трилона Б. Определение проводили пламенным атомно-абсорбционным методом в окислительном пламени ацетилен-воздух при длине волны 248,3 нм.

Таким образом, разработана простая, экспрессная с хорошей сходимостью (S_r не превышает 0,04), прямая (без предварительной пробоподготовки сухим или мокрым озолением) методика атомно-абсорбционного определения содержания железа в микроудобрениях на основе хелата железа с трилоном Б. Продолжительность определения составляет 20 минут. Правильность предложенной методики доказана методом введено-найдено. Методика определения содержания железа(III) в микроудобрениях на основе его комплексоната разработана впервые в связи с отсутствием стандартной методики. Внедрение методики позволяет корректировать и совершенствовать технологию производства микроудобрений с целью повышения качества производимой продукции и удовлетворения потребностей заказчиков.

Список литературы

1. Сыщиков Д.В. Перспективы применения комплексных хелатных микроудобрений в почвенно-климатических условиях Донбасса / Д.В.Сыщиков, И.А.Удодов, В.М.Погибко, О.В.Сыщикова // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства: Материалы 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 / Ю.Ю.Лурье. – М.: Химия, 1979. – 480 с.

УДК 547.82+547-32

АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ СИНТЕЗ АЛКАЛОИДОВ ГУВАЦИНА И БАЙКИАИНА

Абрамянц М.Г., канд. хим. наук, Ломов Д.А., канд. хим. наук,

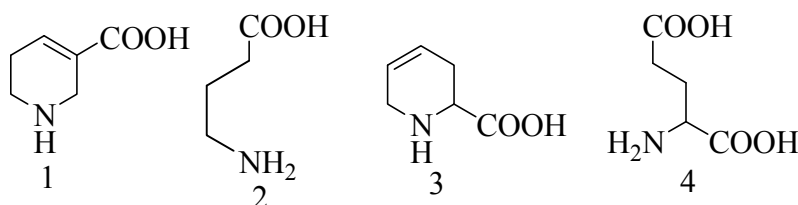
Запорожец О.О., Пехтерева Т.М., канд. хим. наук

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

г. Донецк, ДНР

lomov_dmitrii@mail.ru

Из плодов арековой пальмы (*Areca catechu*), произрастающей в Индии, на Цейлоне и Филиппинских островах, выделена группа алкалоидов – непротеиногенных аминокислот, производных тетрагидропиридина, к числу которых принадлежит гувацин (1,2,5,6-тетрагидроникотиновая кислота) **1**.



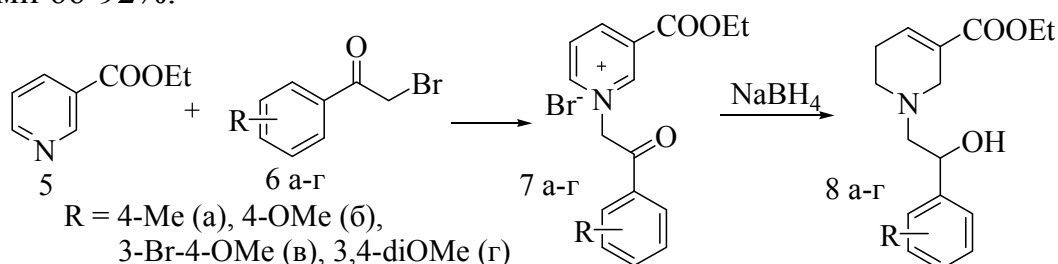
Гувацин может рассматриваться как циклический аналог γ -аминомасляной кислоты (ГАМК) **2**. Он является ингибитором нейронального захвата ГАМК в концентрациях 10^{-6} – 10^{-3} моль/л, уменьшает ее поглощение срезами коры головного мозга.

Байкиаин **3**, содержащийся в древесине Родезийского тика (*Baikiaea plurijuga*) и в красных водорослях рода *Amphiora beauvoisii* и др., является циклическим аналогом глутаминовой кислоты **4**, и также обладает нейромедиаторной активностью. Гувацин, байкиаин и их производные используются в экспериментальной медицине в качестве инструментов для исследования функций ЦНС.

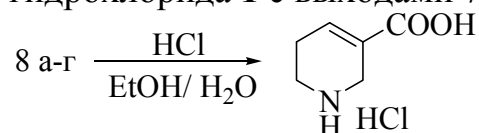
Впервые гувацин был получен в 1946 г. многостадийным синтезом исходя из труднодоступного производного пиперидона-4, байкиаин синтезирован немного позже (в 1950 г.) также из труднодоступного триэтил-N-карбоксиметилглутамата. Позже были описаны многостадийные методы получения оптически чистых соединений **1** и **3** с использованием металлокомплексных катализаторов.

Нами предложен новый простой и технологичный способ получения целевых соединений **1** и **3**, исходя из легкодоступных реагентов и с

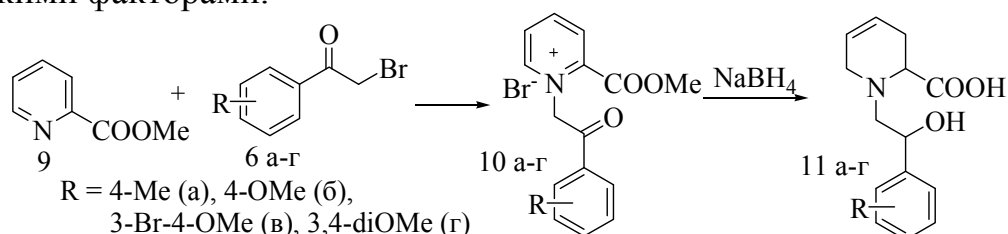
меньшим числом стадий. Исходными соединениями в синтезе гувацина **1** являлись этиловый эфир никотиновой кислоты **5** и замещенные в фенильном ядре фенацилбромиды **6a-г**, взаимодействие эквимольных количеств которых в ацетоне приводит к четвертичным солям **7a-г** с выходами 66-92%.



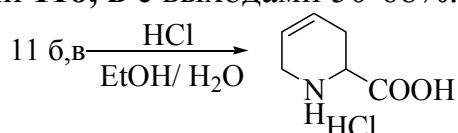
При восстановлении солей **7a-г** избытком боргидрида натрия в водно-метанольном растворе образуются N-арилоксиэтильные производные этилового эфира гувацина **8a-г** с выходами 85-99%. Кислотный гидролиз соединений **8a-г** приводит к разрыву терминальной C-N связи и образованию гидрохлорида **1** с выходами 76-93%.



Байкиаин **3** синтезировался аналогично, исходя из метилового эфира пиколиновой кислоты **9** и замещенных фенацилбромидов **6a-г**, нагревание эквимольных количеств которых при 60°C приводит к четвертичным солям **10a-г** с выходами 25-63%. Низкие выходы солей **10a-г** связаны со стерическими факторами.



Восстановление соединений **10a-г** протекает аналогично описанному выше и приводит к N-арилоксиэтильным производным байкиаина **11a-г**, полученным с выходами 66-98%. Кислотный гидролиз **11a-г** путем кипячения их в водно-спиртовой HCl приводит к байкиаину гидрохлориду лишь в случаях соединений **11б, в** с выходами 50-68%.



При гидролизе производных **11a, г** расщепление терминальной C-N связи не происходит, а образуются их гидрохлориды.

Строение всех синтезированных соединений доказано данными ЯМР ^1H , ^{13}C и dept-135 спектроскопии. Для окончательного подтверждения строения целевых соединений записаны их COSY и HSQC спектры.

ИССЛЕДОВАНИЕ НУКЛЕОФИЛЬНО-ЭЛЕКТРОФИЛЬНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В СИСТЕМАХ «ОКСИРАН – ПРОТОНОДОНОР – ТРЕТИЧНЫЙ АМИН» МЕТОДАМИ ЯМР ^1H И ЯМР ^{13}C СПЕКТРОСКОПИИ

Бахтин С.Г., канд. хим. наук

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

stanislav.bahtin@mail.ru

Реакции оксиранов с протонодонорными нуклеофильными реагентами **NuH** широко используются в промышленности при производстве растворителей, пластификаторов, клеев, синтетических смол, биологически активных соединений. Известно, что скорости некаталитических реакций оксиалкилирования крайне низки. Эффективными катализаторами данной группы реакций выступают такие органические основания, как третичные амины (R_3N), пиридины.

Несмотря на широкое использование реакции каталитического раскрытия эпоксидного цикла под действием **NuH**-реагентов, в литературе приводят разные теории механизмов каталитического действия R_3N в данной реакции. Однако они не описывают процесс в полной мере и не всегда способны объяснить наблюдаемую взаимосвязь «структура – реакционная способность».

Целью данной работы является изучение ЯМР-спектроскопическими методами возможных нуклеофильно-электрофильных, кислотно-основных взаимодействий в реакции раскрытия оксиранового цикла под действием протонодонорных реагентов **NuH** в условиях катализа органическими основаниями.

Объектами исследования выступали эквимольные трехкомпонентные системы «эпихлоргидрин (ЭХГ) – уксусная кислота (AcOH) – R_3N (Et_3N , BnNMe_2)». Реакцию проводили при 60°C . Спектры ЯМР ^1H и ЯМР ^{13}C регистрировали на спектрометре Bruker (400 МГц) в растворе CDCl_3 .

В ходе исследований обнаружено, что при нагревании указанных систем при 60°C имеет место необратимое одновременное расходование R_3N и оксирана с образованием соли тетраалкиламмония. Установлена решающая роль кислотного реагента на скорость реакции нуклеофильного раскрытия оксиранового цикла ЭХГ.

Таким образом, проведенные в работе ЯМР-спектроскопические исследования систем «оксиран – **NuH** – R_3N » позволяют предложить механизм катализа нуклеофильного раскрытия эпоксидного цикла эпихлоргидрина протонодонорными реагентами, включающий стадию кватернизации амина только электрофильно активированной молекулой оксирана.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ОНИЕВЫХ СОЛЕЙ В МЕЖФАЗНО-КАТАЛИТИЧЕСКИХ РЕАКЦИЯХ АМИНОЛИЗА АКТИВИРОВАННЫХ ЭФИРОВ АМИНОКИСЛОТ

Баранова О.В., канд. хим. наук, доцент,
Дорошкевич В.С., Бутко О.И., Рябцева М.А.
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
kf.bioorg.chem@donnu.ru

Каталитическую эффективность межфазных катализаторов достаточно трудно предсказать, опираясь только на общие представления о его липофильности. Одним из надежных методов предсказания каталитических свойств ониевых солей является поиск связи структура – каталитическая активность. Хорошие перспективы при решении данной проблемы имеют методы квантовой химии, с помощью которой можно проводить расчеты электронной структуры и геометрии самых разнообразных химических соединений.

С целью количественной оценки каталитической активности ониевых солей в реакциях межфазного переноса в двухфазной системе жидкость/жидкость проведены квантово-химические расчеты величин стандартных энтальпий образования ионной пары катиона катализатора и нуклеофила (глицинат-анион), они сопоставлены с наблюдаемыми константами скорости реакции в двухфазной системе, которые были получены экспериментальным путем.

Изучаемая реакция: аминолит 4-нитрофенилового эфира N-бензилоксикарбонилглицина в двухфазной системе жидкость/жидкость анионной формой глицина.

Полученные расчетные величины стандартных энтальпий обмена ионной пары катиона катализатора и нуклеофила – глицинат аниона ΔH_{OY} сопоставлены с удельными константами скорости реакции в двухфазной системе $k_{y\phi}^{\partial\phi} = \frac{k^{\partial\phi}}{C_{кат}}$, где $k^{\partial\phi}$ – константа скорости реакции в двухфазной системе, c^{-1} , $C_{кат}$ – концентрация межфазного катализатора, М. Как видно из рисунка, между величинами энтальпий обмена противоиона катализатора на нуклеофил установлены симбатные линейные однофакторные зависимости для хлоридных (I – IV) и бромидных (V – VIII) ониевых солей.

Катализаторы: тетраэтиламмония хлорид (I), тетраэтилбензиламмония хлорид (II), цетилпиридиния хлорид (III), тетрафенилфосфония хлорид (IV), тетраэтиламмония бромид (V), триметилцетиламмония бромид (VI), тетрафенилфосфония бромид (VII), метилцетилиммидазолия бромид (VIII).

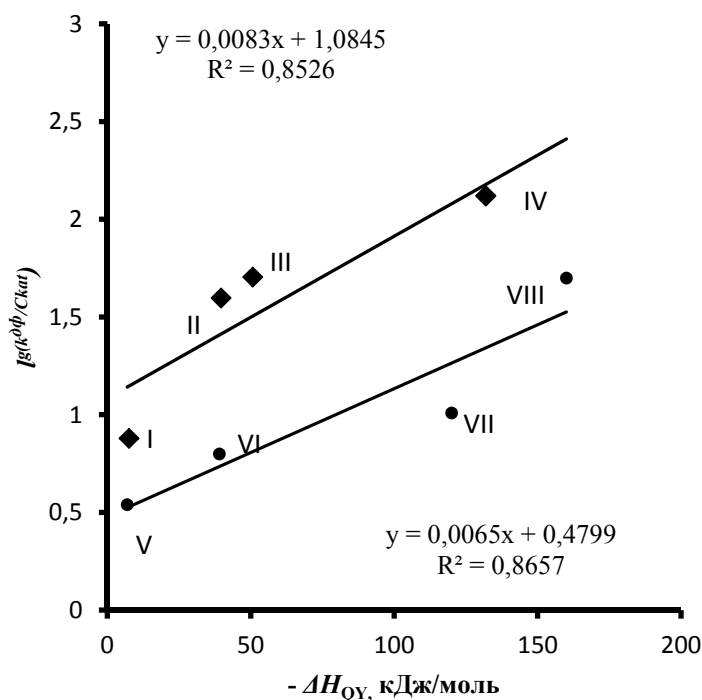


Рис. Зависимость $\lg(k^{dp} / C_{кат})$ от величины стандартной энтальпии обмена противоиона катализатора на нуклеофил ΔH_{QY} .

Катализаторы: тетраэтиламмония хлорид (I), тетраэтилбензиламмония хлорид (II), цетилпиридиния хлорид (III), тетрафенилфосфония хлорид (IV), тетраэтиламмония бромид (V), триметилцетиламмония бромид (VI), тетрафенилфосфония бромид (VII), метилцетилиммидазолия бромид (VIII).

Все расчеты проведены в стандартных условиях ($T=298\text{K}$, $P=1\text{атм}$). Расчеты проведены в газовой фазе.

Аналогичная зависимость была установлена нами ранее для межфазно-каталитической реакции гидролиза активированных эфиров N-защищенных аминокислот в двухфазной системе жидкость/жидкость. Очевидно, такой критерий, как величина стандартной энтальпии обмена ионной пары катиона катализатора и нуклеофила можно рекомендовать для оценки каталитической активности ониевых солей в межфазных процессах ацильного переноса.

В рамках теории функционала плотности (DFT) с использованием гибридного функционала B3LYP в программе Gamess – US рассчитаны геометрические электронные и термодинамические характеристики изучаемых ониевых солей (I – VI). Структуры исходной и активной форм межфазных катализаторов оптимизировали квантово-химическим методом PM3. На уровне B3LYP/6-311++G(d, p) рассчитаны стандартные энтальпии образования ионов и ионных пар, а также стандартные энтальпии следующих реакций: образования ионных пар ассоциацией ионов, обмена противоиона катализатора на нуклеофил – глицинат-анион.

ВЫДЕЛЕНИЕ ПРОТЕИНОВ ИЗ КОРОВЬЕГО МОЛОКА И ЯИЧНОГО БЕЛКА, КАК ВОЗМОЖНОСТЬ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АЛЛЕРГИЧЕСКИХ ТЕСТОВ

Бондарева А.С., Пятаченко А.С., Дорошкевич В.С.

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

kf.bioorg.chem@donnu.ru

Известно, что пищевая аллергия затрагивает почти 5 % взрослых и 8 % детей [1]. За последние 5 лет отмечается тенденция увеличения заболеваемости именно пищевой аллергией среди населения Донецкой области [2]. Для изучения пищевой аллергии необходим подробный анамнез и лабораторные обследования, а также наличие специальных диагностических тестов. Если у пациента имеется аллергия на тот или иной аллерген пищи, то в месте соприкосновения появится кожная реакция – атопический дерматит – высыпания на кожных покровах, сопровождающиеся зудом. Также может развиваться крапивница, появиться отек Квинке, человек может испытать анафилактический шок.

Аллергенами коровьего молока являются α - и β -лактоглобулин, α -лактальбумин, γ -глобулин, α - и β -казеины, в белке яйца – овомукоид, овальбумин, овотрансферрин, лизоцим, в желтке яйца – α -ливетин, α -липопротеин, аповителенин, фосвитин, овомакроглобулин, овидин, цистатин, овофлавопротеин и другие.

Цель работы: разработка методики выделения лактальбумина, лактглобулина из свежего коровьего молока и лизоцима из белка куриных яиц и очистка этих белков от неорганических примесей методом диализа.

Методика выделения лизоцима из яичного белка заключалась в отделении белка от других составляющих яйца. Остаточные фракции переводили в осадок высаливанием белка с помощью 0,5 %-ного раствора хлорида натрия при подкислении раствора до значения pH 4,4 – 4,6. Затем в течении 4 минут проводили перемешивание раствора при $t=4^{\circ}\text{C}$. Раствор подщелачивали до значения pH 7,0-7,2 насыщенным раствором карбоната натрия. Смесь центрифугировали при 4000g, $t=4^{\circ}\text{C}$. Далее проводили диализ фильтрата и лиофильную сушку концентратов белков.

Для выделения альбумина из коровьего молока отделяли сыворотку молока от казеина при подкислении до значения pH 4,6. Сывороточный фильтрат нагревали до $t=95^{\circ}\text{C}$ в течении 20 минут, отфильтровывали термолабильные сывороточные белки молока – лактальбумины и лактглобулины. Фракцию глобулинов высаливали насыщенным раствором сульфата магния. После центрифугирования из фильтрата отделяли лактоальбуминовую фракцию и проводили диализ.

Содержание белка в выделенных образцах определяли спектрофотометрическим методом Лоури (см. табл.1).

Таблица 1

Суммарное содержание выделенного белка

Название белка	Количество, мг%
Лактальбумин коровьего молока	$3.2 \cdot 10^{-3}$
Лактглобулин коровьего молока	$6 \cdot 10^{-2}$
Лизоцим из белка куриного яйца	0.7

После электрофоретического разделения отдельных белков на фракции возможно их дальнейшее использование в разработке тестовых систем для диагностики пищевых аллергий.

Список литературы:

1. Борисова И.В. Пищевая аллергия у детей / И.В. Борисова, С.В. Смирнова. – Красноярск: Изд-во Крас. ГМУ, 2011. – 150 с.
2. Прилуцкий А.С. Развитие методов диагностики и лечения в иммунологии, аллергологии, эндокринологии и молекулярной медицине в Донецкой народной республике // Университетская клиника. 2017.– № 4 – 2 (25). – С. 155-161.

УДК 547.631.2'3

4-[4-(2-АМИНОЭТОКСИ)БЕНЗИЛ]АНИЛИН: СИНТЕЗ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ

Ереско А.Б.¹, канд. хим. наук, **Муратов А.В.¹**, **Войташ А.А.¹**,
Филимонов Д.А.², канд. мед. наук, **Федорова А.А.²**, канд. хим. наук,
Трубникова Н.Н.²

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

²ГУ «Институт неотложной и восстановительной хирургии им. В.К. Гусака»,
г. Донецк, ДНР

a_eresko77@mail.ru, neuro.dnmu@gmail.com

Реализован синтез 4-[4-(2-аминоэтоксид)бензил]анилина (рис. 1), который является подходящим инструментом для изучения физиологической функции TAAR1 рецептора, поскольку биологическая активность этого соединения сравнима с активностью эндогенных тиронаминов T(0)AM и T(1)AM [1]. Предложены экспериментальные условия для идентификации гидрохлорида 4-[4-(2-аминоэтоксид)бензил]анилина методом ЯМР ¹H спектроскопии.

Для подтверждения нейропротекторных свойств синтезированного соединения продолжается модельное экспериментальное исследование на лабораторных животных [2]. В настоящее время получены результаты

исследования температурных кривых в двух группах животных: основной группе (n=10), в которой на фоне наркоза галотаном внутривнутрибрюшинно вводилось исследуемое соединение, и контрольной (n=8), в которой на фоне галотанового наркоза внутривнутрибрюшинно вводился физиологический раствор. Установлено, что внутривнутрибрюшинное введение 50 мг/кг синтезированного аналога тиронамина Т(0)АМ лабораторным крысам приводит к быстрому обратимому снижению температуры тела в среднем на 2,5 °С (95% ДИ 2,2 – 2,8 °С), при этом индуцированная гипотермия не сопровождается нежелательными компенсаторными реакциями. В ходе исследования продемонстрировано независимое от другого индуктора гипотермии (галотана) действие полученного соединения (выявлена статистически значимая разница в средних значениях площади под ROC-кривыми температурных графиков, AUC -103,9 в основной группе и -49,7 в контрольной, $p < 0,0001$). С учетом криогенных эффектов полученного соединения, потенциальные области его применения могут включать различные по этиологии неотложные состояния в медицине. Проводятся дальнейшие исследования нейропротекторных свойств 4-[4-(2-аминоэтоксид)бензил]анилина в экспериментальной модели инсульта.

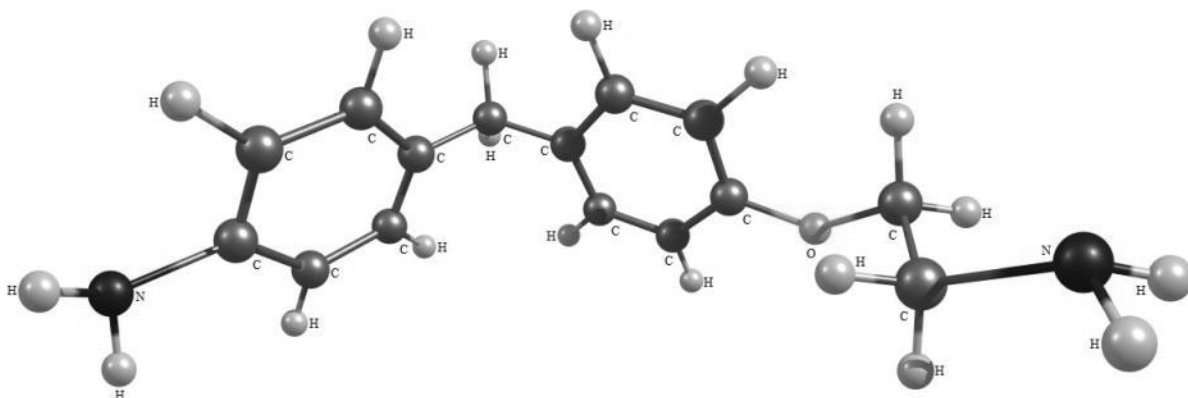


Рис. 1. 3D-модель 4-[4-(2-аминоэтоксид)бензил]анилина

Список литературы

1. Design, Synthesis, and Evaluation of Thyronamine Analogues as Novel Potent Mouse Trace Amine Associated Receptor 1 (mTAAR1) Agonists / G. Chiellini, G. Nesi, M. Digiacomo // J. Med. Chem. – 2015. – Vol. 58, Iss. 12. – P. 5096–5107.
2. Effects of thyroid hormones on the severity and outcome of the ischemic stroke: predictive value and choice of directions for further research / D. Filimonov, A. Eresko, D. Dyuba, M. Belotserkovskaya // Materials of the International Conference «Scientific research of the SCO countries: synergy and integration» (March 26, 2019. Beijing, PRC) – Reports in English. Part 3. – 167 p. – P. 78-88.

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ПРОЦЕСС ГУМИФИКАЦИИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

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

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

Одной из основных осенних проблем промышленных городов является сжигание опавшей листвы. Вывозить опавшую листву – дорого, а сжигать – значит ухудшать и так сложную экологию промышленных мегаполисов. Гораздо целесообразнее было бы превращать ее во что-то полезное, например, в почвенный гумус и возвращать природе то, что было ею затрачено, то есть, проводить гумификацию листвы. Конечным итогом естественной гумификации являются гуминовые вещества, у которых широкий спектр применения в настоящем и, как говорят химики [1], неограниченные возможности применения в будущем.

Сложность заключается в том, что естественный процесс гумификации довольно длительный и может идти, в зависимости от исходного растительного материала, годами.

Целью данной работы было изучение влияния некоторых факторов на процесс гумификации растительного сырья. Эксперимент проводился в течении 10 месяцев.

Как объект исследования нами были выбраны опавшие листья декоративных деревьев Донецкого региона. Только что опавшая листва не имеет в своём составе сформированных гуминовых веществ, а имеет лишь растительный лигнин, который является матрицей для их образования.

Для выделения гуминовых веществ и определения их содержания в растительном сырье на разных этапах гумификации использовали как классическую методику И.В.Тюрина [2], так и собственную методику, направленную на интенсификацию процесса гумификации. При этом отличие методик заключалось в том, что использовался более концентрированный раствор щелочи (классическая методика – 1 % NaOH, предложенная – 10 % NaOH) и исключалось кипячение раствора (классическая методика – кипячение на водяной бане в течение 3,5 часов, предложенная – экстракция гуматов проходит при комнатной температуре).

Содержание гуминовых веществ определяли для точности полученных результатов двумя методами: гравиметрическим и фотоколориметрическим при помощи калибровочной прямой, полученной на основе стандартных образцов гуматов, выделенных из бурых углей.

Полученные экспериментальные данные показали, что количественный выход гуминовых веществ гораздо в большей степени зависит от

концентрации щелочи, а также от времени ее воздействия на растительное сырье, чем от времени естественного разложения растительного материала. Так, например, через шесть месяцев естественной гумификации в лабораторных условиях ($t^0 \approx 20-25^0$, влажность $\approx 60-80\%$) накопление гуминовых веществ не превышает 15-16 %, в то время как увеличение концентрации растворяющего щелочного реагента уже через две недели позволяет получить до 20-25 % гуминовых веществ (ГВ).

Получение ГВ проводили, используя раствор щёлочи (NaOH) разной концентрации (1 %, 5 %, 10 %).

Получено, что повышение концентрации щёлочи существенно повлияло на выход гуминовых веществ. Данные приведены в таблице 1.

Таблица 1

Влияние концентрации щелочного реагента на выход гуминовых веществ

Концентрация щелочного реагента (NaOH)	Концентрация полученных растворов гуматов	
	ω (%)	г/л
1%	0,28 %	0,56
5%	3,26 %	7,24
10%	10,28 %	20,56

Как видно из данных таблицы, повышение концентрации щёлочи способствует увеличению выхода гуминовых веществ из опавшей листвы. Вероятно, увеличение концентрации растворяющего щелочного реагента приводит к ускорению процесса деструкции лигносодержащего сырья, конечной целью которого в естественных условиях является полная минерализация.

Таким образом, повышение концентрации щёлочи способствует увеличению скорости природных процессов гумификации растительного материала, следовательно, меняя концентрацию выщелачивающего реагента, можно получать гуминовые вещества различной стадии зрелости с различными характеристиками.

Список литературы

1. Перминова И.В. Гуминовые вещества – вызов химикам XXI века / И.В.Перминова // Химия и жизнь. – 2008. – №1. – С.50-55.
2. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 325 с.

ПОИСК ПЕРОКСИДАЗ И ОКСИДАЗ В БИОМАТЕРИАЛЕ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ХЕМИЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ

Калач И.Е., Кравченко Е.М.,

Одарюк И.Д., канд. хим. наук, доцент

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

iradonetsk2204@gmail.com

Введение. Пероксидазное окисление трехатомных фенолов в кислой среде сопровождается сверхслабой хемилюминесценцией. Это явление наблюдается также при лакказном и автоокислении ряда многоатомных фенолов, инициированном окислении алкилбензолов и в некоторых других процессах. Наличие хемилюминесценции, вид спектров испускания, длительность и интенсивность свечения позволяют получать информацию о механизме этих реакций и могут быть использованы в аналитических целях.

Цель. На основании исследования закономерностей хемилюминесцентного свечения в процессе ферментативного окисления двух- и трехатомных фенолов оценить возможность использования этого явления для определения оксидаз и пероксидаз в экстрактах биоматериала.

Основная часть. При окислении пирогаллола, галловой кислоты и флороглюцина в кислой среде в присутствии пероксидазы хрена наблюдается хемилюминесценция. В реакции окисления гидрохинона и пирокатехина, то есть, двухатомных фенолов, в тех же условиях свечение не зафиксировано. Такое же распределение субстратов на «светящиеся» и «несветящиеся» при окислении в аналогичных условиях в присутствии лакказы *Trametes versicolor* позволяет предположить схожий механизм процессов, по крайней мере, в отношении элементарных стадий, ответственных за хемилюминесценцию.

Свечение в обоих процессах возникает на начальных этапах, когда степень превращения субстрата мала, и связано с образованием окисленных продуктов в электронно-возбужденном состоянии, ферментативным или неферментативным путем. Наиболее вероятными эмиттерами хемилюминесценции при ферментативном окислении, как и при автоокислении [1] являются хиноны. В случае флороглюцина природа эмиттера до конца не ясна.

При использовании в качестве модельных ферментов лакказы *Trametes versicolor* и пероксидазы хрена получены концентрационные зависимости параметров хемилюминесцентных кривых, которые делают возможным количественное определение, или, по крайней мере, приблизительную оценку содержания фенолов, лакказ и пероксидаз в биообъектах. Небольшое разнообразие реакций, в которых наблюдается хемилюминесценция, делает такие методы достаточно специфичными.

Исследование хемилюминесценции при окислении фенолов в экстрактах биообъектов в водно-щелочной среде или в присутствии оксидаз и пероксидаз может дополнять данные, полученные методом Фолина-Чикольте или перманганатометрией, или быть основным, если последние дают неоднозначные результаты из-за сложности состава исследуемых экстрактов. Также определение ферментативной активности хемилюминесцентным методом может дополнять методики, основанные на спектрофотометрии.

Показано, что окисление флороглюцина в присутствии экстракта твердофазного мицелля Вёшенки обыкновенной сопровождается хемилюминесценцией. Если в системе содержится пероксид водорода, по интенсивности свечение примерно вдвое выше. В обоих случаях свечение возникает моментально и фиксируется на небольшом временном интервале (несколько секунд). При проведении тех же экспериментов, но с прокипяченным экстрактом мицелля, в присутствии и без H_2O_2 , хемилюминесценция не наблюдается.

Добавки H_2O_2 не влияют на интенсивность свечения при лакказном окислении флороглюцина. Отдельно установлено, что ионы металлов переменной валентности (Fe^{2+} , Cu^{2+}) не вызывают окисление флороглюцина в этих условиях. Следовательно, хемилюминесценция в данном опыте связана именно с лакказным и пероксидазным окислением флороглюцина.

При окислении пирогаллола в присутствии экстракта мицелля свечение не зафиксировано, в том числе и при введении H_2O_2 .

Заключение. При ферментативном окислении ограниченного числа многоатомных фенолов наблюдается хемилюминесценция. Максимальная интенсивность свечения наблюдается сразу после смешивания реагентов. Хемилюминесцентный метод может быть использован для оценки лакказной и пероксидазной активности в природных системах и рекомендован для идентификации оксидаз и пероксидаз в случае их выделения из биоматериала, а также в процедурах концентрирования и очистки.

Список литературы

1. Автоокисление фенольных антиоксидантов в водных средах: монография / А.Н.Шендрик [и др.]. – Донецк: ДонНУ, 2013. – 147 с.

ЭКСТРАКЦИЯ КАРОТИНОИДОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ СУБКРИТИЧЕСКОЙ ВОДОЙ

Катанаева Ю.А.¹, Соколов С.А.¹, д-р техн. наук, доцент,
Хомутова Е.В.^{1,2}, канд. биол. наук

¹ГО ВПО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени
Михаила Туган-Барановского», г. Донецк, ДНР

²ГУ «Институт физико-органической химии и углехимии им. Л.М. Литвиненко»,
г. Донецк, ДНР
katanaeva_ua@mail.ru

Ведение. Использование субкритических растворителей для выделения различных ценных биологически активных веществ из растительного сырья является экологически чистой альтернативой традиционным методам экстракции. Неполлярные свойства воды в субкритическом состоянии делает возможным получение водных растворов гидрофобных соединений. Одним из ценных для пищевой и фармацевтической промышленности объектов, обладающих неполярными свойствами, являются каротиноиды.

Цель настоящей работы – получение водных растворов каротиноидов из томатов с использованием воды в субкритическом состоянии.

Экстракцию каротиноидов из томатного жмыха проводили двумя методами: традиционно химическим и с применением воды в субкритическом состоянии. Химическую экстракцию проводили с использованием четыреххлористого углерода по методике, описанной в работе [1]. Полученную водно-органическую смесь отделяли от не растворившегося остатка растительного сырья, органическую фазу высушивали под вакуумом. Одну часть полученного сухого остатка проанализировали методом ИК спектроскопии в матрице KBr. Другую часть сухого осадка перерастворили в CCl₄ и проанализировали методом УФ-спектроскопии на спектрофотометре Agilent Cary.

Экстракцию с применением субкритической воды проводили на установке, разработанной и изготовленной в лаборатории Флюидных технологий ГО ВПО «ДонНУЭТ им. Михаила Туган-Барановского». Методика проведения экстракции водой в субкритическом состоянии заключалась в автоклавировании стеклянных запаянных ампул с предварительно подготовленным образцом томата. При этом обеспечивалось условие объемного соотношения воздух-вода (2/3 воды и 1/3 воздуха) как в ампуле с образцом, так и в самом автоклаве. Предварительная подготовка образца к автоклавированию заключалась в насыщении сухой массы томатного жмыха водой.

В работе были исследованы образцы выдержанный в автоклаве при температуре 25, 100 и 120 °С под давлением 12 МПа в течении 60 минут.

Массовое соотношение сырья и экстрагента составляло 1: 5. В каждой точке проводили 3 параллельных опыта. Обработку результатов проводили обычным образом с использованием коэффициента Стьюдента и вычислением доверительного интервала. Доверительную вероятность принимали равной 0,95.

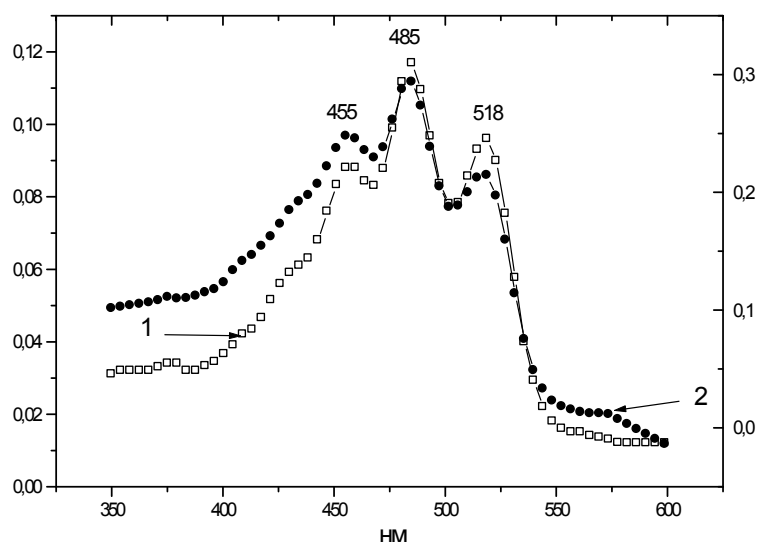


Рис. УФ-спектры экстракта сухих помидор, полученных с использованием сверхкритической воды – спектр 1; с использованием раствора метанол: CCl_4 – спектр 2

5 мл полученного таким образом экстракта были смешаны с 2 мл CCl_4 и выдержаны в течении 2 часов, периодически перемешивая. Затем органическую фазу отделяли и высушивали под вакуумом. Полученный сухой остаток был проанализирован методом ИК- и УФ-спектроскопии.

На рисунке приведен УФ-спектр раствора сухого экстракта, полученного с использованием сверхкритической воды (спектр 1) и при использовании органических растворителей (спектр 2).

Из рисунка видно, что растворы экстрактов имеют максимум при одинаковых длинах волн: 455 нм, 485 нм и 518 нм, что отвечает максимумам ликопина в растворе CCl_4 , согласно работе [2].

На ИК-спектрах обоих экстрактов идентифицируются характеристические полосы в диапазоне частот колебаний $1650\text{--}650\text{ см}^{-1}$, являющегося наиболее характерными для области колебаний двойных связей: $1650\text{--}1580\text{ см}^{-1}$ колебания двойной связи $\text{C}=\text{C}$ полиенов, $1450\text{--}1400\text{ см}^{-1}$ – деформационные колебания CH_2 –связи алкенов, $1100\text{--}950\text{ см}^{-1}$ – неплоские деформационные колебания связи $\text{HC}=\text{}$ и наконец 618 см^{-1} можно отнести к колебанию связи $\text{R}-\text{C}=\text{}$ [1,3]. Полученные результаты ИК-спектроскопического анализа дают основание также предположить, что в экстрактах доминирующим каротиноидом является ликопин.

В таблице приведено содержанием каротиноидов в водном экстракте.

Таблица

Содержание каротиноидов в водном экстракте, полученном
с использованием субкритической воды

Температура, °С	Содержанием каротиноидов, мг/дм ³	R = 0,998, p = 0,041
25	0,224±0,011	
100	1,764±0,088	
120	2,028±0,101	

Определение общей фракции каротиноидов в экстрактах высокого давления было проведено по методу, описанному в [4]. Из таблицы видно, что применение воды в субкритическом состоянии увеличивает содержание каротиноидов в экстракте на порядок.

Выводы. В работе были получены и исследованы водные растворы томатного жмыха с применением технологий экстрагирования субкритической водой. В качестве сравнения были получены экстракты их сухих томатов с применением органических растворителей. Показано, что применений сверхкритической воды в технологиях экстракции позволяют получать водные растворы неполярных веществ, например ликопинов, что значительно расширяет область применения ликопинов как природных антиоксидантов.

Список литературы

1. Aghel N, Ramezani Z, Amirfakhrian S. Isolation and quantification of lycopene from tomato cultivated in dezfoul, Iran // Jundishapur Journal of Natural Pharmaceutical Products. – 2012. – V. 6, N 1. – С. 9-15.
2. Курегян А.Г. Спектрофотометрия в анализе каротиноидов / А.Г.Курегян // Pharmaceutical sciences. – 2015. – N 1.– С. 5166-5172.
3. Тарасевич Б.Н. ИК спектры основных классов органических соединений. Справочные материалы / Б.Н.Тарасевич. – М: МГУ, 2012. – 54 с.
4. ГОСТ Р 540058-2010 «Продукты пищевые функциональный. Метод определения каротиноидов» [Текст]. – Введ. 2012-01-01. М: Стандартинформ, 2012. – 7 с.

УДК 677.46

ПОЛУЧЕНИЕ НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНОЙ ФРАКЦИИ ФУКОИДАНА

Мещерякова О.Л., канд. техн. наук, **Борисова Э.А.**,

Шуваева Г.П., канд. биол. наук, доцент,

Свиридова Т.В., канд. биол. наук, доцент

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

Выяснение взаимосвязи между структурой и биологической активностью фукоиданов в настоящее время является на сегодняшний день

важной, но малоизученной проблемой. Нативный фукоидан в высокомолекулярной форме обладает широким спектром биологической активности (антикоагулянтная [1], противоопухолевая, иммуномодулирующая, антибактериальная и т.д. [2]). Однако большой интерес вызывает изучение биологических свойств низкомолекулярного фукоидана, который, благодаря своему размеру, может более эффективно попадать в кровоток через пищеварительный тракт и стимулировать гуморальный и клеточный иммунный ответ, функциональную активность лейкоцитов [3]. Четкое установление структуры в сочетании с заданной биологической активностью является необходимым условием для создания лекарственных средств на основе фукоидана.

В связи с этим целью работы являлось получение очищенного низкомолекулярного фукоидана для дальнейшего изучения его биологических свойств. Для исследования использовали фукоидан, выделенный из сухой бурой водоросли *Fucus vesiculosus*. Полученный фукоидан очищали от полифенольных примесей и гомогенизировали. Гомогенную высокоочищенную фракцию фукоидана (F2) с низкой молекулярной массой получали ферментативным гидролизом сырого фукоидана при температуре 30 °С в течение 1 часа (pH 7,0).

Гидролизат фукоидана фракционировали с помощью гель-хроматографии через диэтиламиноэтил (DEAE) сефадекс G-75 и определяли молекулярную массу полисахаридов по калибровочному графику. Нативный фукоидан имеет молекулярную массу в диапазоне 30-1200 кДа, поэтому в качестве стандартов использовали белки с известными молекулярными массами: кобаламин, бычий сывороточный альбумин, декстран с молекулярными массами 1355, 67 000, 2 000 000 Да, соответственно, которые использовали в качестве стандартной молекулярной массы. Для калибровки измеряли время прохождения стандарта с известной молекулярной массой. Сначала использовали декстран, так как он имел наибольшую молекулярную массу, поэтому и самое быстрое время элюирования, затем каждый образец по уменьшению молекулярной массы. В результате полученные фракции фукоидана имели следующие молекулярные массы: низкомолекулярный фукоидан – 10 – 100 Да, высокомолекулярный – 100 – 1200 Да. Низкомолекулярный фукоидан концентрировали, высушивали и использовали для дальнейших исследований биологических свойств.

Список литературы

1. Кузнецова Т.А. Антикоагулянтная активность фукоидана из бурой водоросли Охотского моря *Fucus evanescens* / Т.А.Кузнецова, Н.Н.Беседнова, А.Н.Мамаев и др. // Бюл. экспер. биол. – 2003. – Т. 136. – №11. – С. 532-534.
2. Nishino, T. Inhibition of the generation of thrombin and factor Xa by a fucoidan from the brown seaweed *Ecklonia kurome* / T.Nishino, A.Fukuda, T.Nagumo et al. // *Thromb. Res.*, 1999. – Vol. 96. – P. 37-49.

3. Berteao O. Sulfated fucans, fresh perspectives: structures, functions and biological properties of sulfated fucans and an overview of enzymes active toward this class of polysaccharide / O.Berteao, B.Mullou // Glycobiology. – 2003. – Vol. 13, №6. – P.29-40.

УДК 542.943 : 547.1-304.2 + 547.56

ОКИСЛЕНИЕ АМИНОФЕНОЛОВ В ПРИСУТСТВИИ ЛАККАЗЫ *TRAMETES VERSICOLOR*

Проконова А.В., Кравченко Е.М.,

Одарюк И.Д., канд. хим. наук, доцент

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

elena_grazhina@mail.ru

Введение. Аминофенолы, фенилендиамины и продукты их превращения широко применяются в синтезе и различных технологических процессах. Масштабное использование этих, достаточно токсичных, реагентов приводит к загрязнению ими окружающей среды. Поэтому новые подходы к их окислению, в том числе ферментативные, интересны как с точки зрения методик окрашивания, получения полимеров, так и их обезвреживания. Ферментативные процессы отличаются высокой эффективностью, экономичностью, минимумом побочных продуктов, возможностью проводить реакции в мягких условиях.

Лакказы, относящиеся к голубым медьсодержащим оксидазам, обладают высокой активностью и катализируют окисление широкого круга органических и неорганических веществ, в том числе фенолов и ароматических аминов. В случае двухатомных фенолов продуктами являются соответствующие хиноны [1], *o*-фенилендиамин [2] и *o*-дианизидин [3] окисляются с образованием окрашенных димеров.

Цель. Исследовать превращение *m*-, *o*- и *p*-аминофенолов в присутствии высокопотенциальной лакказы *Trametes versicolor*.

Основная часть. Кинетику лакказного окисления аминофенолов исследовали спектрофотометрически. Все три субстрата имеют характерные полосы поглощения в области 240 и 272-276 нм. Однако из-за наложения полос поглощения в процессе реакции наблюдать за кинетикой по расходованию субстрата не представлялось возможным. Коэффициенты экстинкции определяли по значению оптической плотности в конце реакции, когда оно остается практически неизменным, в соответствии со стехиометрией реакции.

Все исследованные аминофенолы подвергаются автоокислению в условиях эксперимента, однако измеренная скорость этого процесса по крайней мере на два порядка меньше скорости лакказного окисления, что позволяет пренебречь вкладом неферментативного превращения.

Спектры поглощения продуктов, образующихся в реакционной смеси, ферментативного и процесса автоокисления *м*-аминофенола отличаются.

В случае превращения *п*- и *о*-аминофенолов спектры поглощения реакционных смесей при ферментативном и неферментативном окислении идентичны. Полоса поглощения продукта окисления *п*-аминофенола в видимой области имеет очень низкий коэффициент экстинкции, но в УФ-области при 246 нм он составляет $2 \cdot 10^4$ л/моль·см. Наоборот, при окислении *м*-фенилендиамина кинетику регистрировали по поглощению продукта в видимой области спектра. В процессе длительного окисления всех трех субстратов наблюдается выпадение осадка.

Полученные кинетические данные процесса ферментативного окисления исследованных аминокислот не описываются в рамках модели Михаэлиса-Ментен. Данный факт не позволяет достоверно определить значения V_{max} и K_m , что приводит к необходимости искать другие кинетические модели для анализа этого ферментативного процесса. При окислении аминокислот в присутствии лакказы не зафиксирована хемилюминесценция, характерная для ферментативного окисления ряда многоатомных фенолов, что дополнительно указывает на отличный от предлагаемого для фенолов механизм процесса.

Анализ спектров поглощения реакционной смеси при лакказном окислении *п*-аминофенола указывает на то, что продуктом является *п*-бензохинон. То есть, процесс ферментативного окисления указанного соединения сопровождается также дезаминированием. Этот факт отмечен и в других работах, например, при электрохимическом окислении *п*-аминофенола [4]. Для *м*- и *о*-аминофенолов в литературе приводятся окрашенные олигомерные и полимерные продукты [4], которые могут быть и в нашей системе при лакказном окислении.

Заключение. Аминокислоты активно окисляются кислородом воздуха в присутствии лакказы *Trametes versicolor* в кислой среде. Этот процесс не описывается в рамках модели Михаэлиса-Ментен и не сопровождается хемилюминесценцией, что отличает его от окислительного превращения большинства двухатомных фенолов в тех же условиях. Продуктом лакказного окисления *п*-аминофенола, с большой долей вероятности, является *п*-бензохинон. Основными продуктами лакказного окисления *м*- и *о*-аминофенолов являются олигомеры, получение которых может иметь практический интерес.

Список литературы:

1. Шендрик А.Н. Автоокисление фенольных антиоксидантов в водных средах: монография / А.Н.Шендрик [и др.]. – Донецк: ДонГУ, 2013. – 147 с.
2. Pandeng Zhou. 2,3-Diaminophenazine:short note / Pandeng Zhou et al. // Molbank. – 2011. – M730. – P.1-6.
3. Кирейко А.В. Механизм реакций пероксидазного окисления *о*-дианизидина, 3,3',5,5'-тетраметилбензидина и *о*-фенилендиамина в присутствии додецилсульфата

натрия / А.В. Кирейко, И.А. Веселова, Т.Н. Шеховцова // Биоорганическая химия. – 2006. – Т. 32., №1. – С. 80-86.

4. Horacio J.Salavagione. Spectroelectrochemical study of the oxidation of aminophenols on platinum electrode in acid medium / Horacio J.Salavagione et al. // Journal of Electroanalytical Chemistry. – 2004. – Vol. 565. – Is. 2. – P. 375-383.

УДК 547.288.4:541.124/541.123

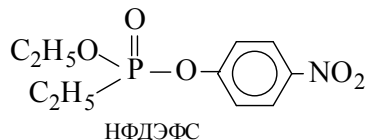
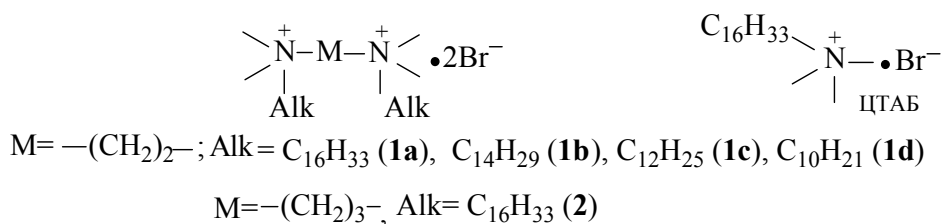
ДИМЕРНЫЕ КАТИОННЫЕ ПАВ – ОСНОВА ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ОРГАНИЗОВАННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ РАЗЛОЖЕНИЯ ФОС

Прокопьева Т.М., канд. хим. наук, **Зубарева Т.М.**, канд. хим. наук,
Белюсова И.А., канд. хим. наук, **Панченко Б.В.**, канд. хим. наук,
Гайдаш Т.С., **Разумова Н.Г.**, **Михайлов В.А.**, канд. хим. наук
ГУ «Институт физико-органической химии и углехимии им. Л.М. Литвиненко»,
г. Донецк, ДНР
nrazum@ukr.net

Разложение высокотоксичных фосфорорганических соединений (ФОС) в растворе в рамках «Green chemistry» требует выбора безопасного и дешевого растворителя. Наиболее приемлемой для этой цели является вода, несмотря на существующие ограничения, связанные с растворимостью. Поскольку зачастую ФОС (как и другие модельные аналоги экотоксикантов) практически нерастворимы в воде, в качестве реакционной среды для разложения таких субстратов обычно используют водные растворы ПАВ. В этом случае реагенты распределены между мицеллярной псевдофазой и объемной водной фазой за счет электростатических и гидрофобных взаимодействий, а наблюдаемое увеличение скорости, в основном, обусловлено эффектами концентрирования реагентов и особенностями физико-химических свойств мицеллярного окружения. Среди новых синтетических ПАВ особый интерес в качестве молекул-хозяев представляют Gemini детергенты. Этот уникальный класс ПАВ отличается целым рядом необычных физико-химических характеристик: крайне низкими критическими концентрациями мицеллообразования (ККМ), высокой эффективностью адсорбции и др.

В настоящем исследовании рассмотрен мицеллярный «катализ» щелочного гидролиза 4-нитрофенилдиэтилфосфоната (НФДЭФС) в организованных наноразмерных системах (ОНС) на основе тетраалкил-аммониевых ПАВ (1, 2).

Мицеллярные эффекты димерных катионных ПАВ сопоставлены с таковыми для мономерного аналога – бромида цетилтриметиламмония (ЦТАБ), что дает возможность оценить преимущества (или их отсутствие) проведения реакции в присутствии ПАВ 1, 2.



В случае щелочного гидролиза НФДЭФС основными факторами, приводящими к увеличению наблюдаемых скоростей реакции в присутствии детергентов, по-видимому, выступают эффекты концентрирования реагентов и изменение микроокружения при переносе реакции из воды в мицеллярную псевдофазу.

Эффекты концентрирования реагентов, прежде всего, отражают способность мицеллярной псевдофазы солюбилизовать различные соединения. Для мицелл в водных растворах солюбилизация тесно связана с гидрофобностью и дифильностью солюбилизата. Изученный в настоящей работе субстрат (НФДЭФС) – электронейтральное соединение, и его связывание с мицеллами ПАВ, в основном, определяется гидрофобными взаимодействиями. Величины констант связывания K_S , характеризующие эффективность солюбилизации субстрата, возрастают с уменьшением длины алкильной цепи (см. K_S в таблице). Такой порядок изменения значений K_S является неожиданным. Так, в случае димерных катионных и функциональных имидазолиевых детергентов реализуется иная взаимосвязь между константами связывания и длиной алкильного «хвоста»: с ростом числа метиленовых звеньев увеличиваются как значения K_S , так и мицеллярные эффекты ПАВ. При этом определяющую роль в мицеллярном «катализе» играют эффекты концентрирования реагентов. Нетривиальный характер изменения эффективности солюбилизации субстрата в мицеллах тетраалкиламмониевых детергентов отмечен и для функционализированных ПАВ. Следует подчеркнуть, что для димерных ПАВ, в том числе, и для детергентов, в головную группу которых входит катионный фрагмент $-\text{N}^+\text{Alk}_3$, характерна легкость структурной модификации строения мицелл: условно сферические, стержнеобразные, нитевидные и т.п. Чтобы минимизировать контакт спейсера с водой, упаковка димерных ПАВ в случае $n \leq 3$ (**1a**, **2**) такова, что мицеллярные агрегаты 16-n-16 принимают форму червеобразных нитей. Такие типы мицелл, по-видимому, обеспечивают более благоприятную среду, чем ЦТАБ.

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 относительно значения k_2^B в

воде $k_2^B = 0.15$, л/(моль·с) (см. табл.). Такая закономерность имеет место для большинства реакций щелочного гидролиза. Однако, мицеллярные эффекты составляют $\sim 10\text{--}10^2$ раз (см. табл.). В этой ситуации нет ничего необычного. Суммарная скорость реакции будет увеличиваться даже в том случае, когда константы скорости второго порядка в мицеллах ниже, чем в воде, если реагенты сконцентрированы в малом объеме мицеллы. Такой характер изменений мицеллярных эффектов является, прежде всего, следствием благоприятного распределения субстрата между водной и мицеллярной псевдофазой. При этом следует учитывать уменьшение полярности среды, приводящее к падению реакционной способности гидроксид-иона, а также наблюдается отсутствие взаимодействий, способствующих концентрированию ОН⁻-иона в мицеллах ПАВ.

Таблица

Физико-химические параметры щелочного гидролиза НФДЭФС в присутствии ПАВ **1, 2**

Субстрат	χ^a	$k_m \cdot 10^4, ^b$ с ⁻¹	$k_2^m \cdot 10^4, ^b$ л/(моль·с)	$K_s, ^g$ л/моль	$k_m/k_{набл.}^B, ^d$
16-3-16 (2)	1	26.0	15.5	171 ± 39	173
16-2-16 (1a)	1	26.0	15.5	107 ± 21	173
16-2-16	0.5	12.0	7.2	190 ± 12	80
16-2-16	0.25	7.42	4.43	202 ± 14	50
16-2-16	0.1	4.68	2.79	235 ± 15	31
14-2-14 (1b)	1	4.74	2.83	443 ± 36	32
12-2-12 (1c)	1	5.00	2.98	256 ± 25	33
12-2-12	0.5	3.60	2.15	472 ± 27	24
12-2-12	0.25	5.22	3.12	345 ± 13	35
12-2-12	0.1	5.28	3.15	473 ± 58	35
10-2-10 (1d)	1	1.19	0.71	420 ± 44	8
10-2-10	0.5	3.31	1.98	483 ± 105	22
10-2-10	0.25	4.74	2.83	422 ± 36	32
10-2-10	0.1	5.60	3.34	357 ± 36	37
ЦТАБ	1	3.42	2.04	584 ± 60	23

Примечание. ^a χ – Мольная доля димерного ПАВ в сомицеллах с ЦТАБ.
^bПриведенная константа скорости первого порядка. ^BРеакционная способность гидроксид-иона в мицеллярной псевдофазе. ^гКонстанта связывания субстрата. ^дМицеллярные эффекты ПАВ. рН 10.0, 25°C

В заключение отметим следующее. Во-первых, димерные ПАВ 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 **1b–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 [1].

Список литературы

1. 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 547.422

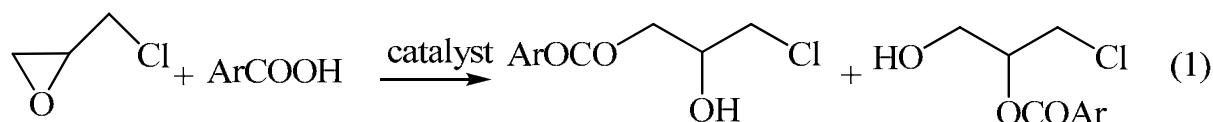
КАТАЛИТИЧЕСКИЙ АЦИДОЛИЗ ЭПИХЛОРГИДРИНА БЕНЗОЙНЫМИ КИСЛОТАМИ В ПРИСУТСТВИИ СОЛЕЙ ТЕТРАЭТИЛАММОНИЯ

Синельникова М.А., Скрыпник А.А.

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

α -оксиды являются одними из наиболее перспективных и исследуемых в органической химии классов соединений. Интерес к химии оксиранов обусловлен уникальным строением цикла, которое позволяет проводить преобразование с широким диапазоном возможностей под действием реагентов разной природы. Особую роль играет способность α -оксидов оксиалкилировать нуклеофильные группы (COOH , OH , NHR и др.), поскольку ведущие позиции на рынке промышленных отвердителей для эпоксидных смол, клеев, герметиков, занимают именно карбоновые кислоты, фенолы и амины. [1, 2]. Особенности протекания реакции раскрытия оксиранового цикла гидроксилсодержащими реагентами достаточно широко обсуждаются в литературе. Однако результаты исследования закономерностей ацидолиза оксиранов, в частности 1-хлор-2,3-эпоксипропана (эпихлоргидрина), монокарбоновыми кислотами в некоторых случаях противоречивы. Так, нет однозначного мнения относительно порядка реакции [3-4], влияния заместителя в гидроксилсодержащем реагенте, природы катализатора [5, 6].

Эффективными катализаторами реакции нуклеофильного раскрытия оксиранового цикла являются третичные амины, галогениды тетраалкиламмония:



Целью работы является изучение кинетики реакции ацидолиза эпихлоргидрина бензойными кислотами, катализируемой солями тетраэтиламмония.

Объекты исследования: реакционная серия замещенных бензойных кислот RC_6H_4COOH , где R – H, 3-CH₃, 3-NO₂, 3-OCH₃; субстрат – эпихлоргидрин (ЭХГ), который одновременно является и растворителем; катализаторы – $R_4N^+X^-$ (X – Cl, Br, I; R – C₂H₅, C₄H₉). Кинетические исследования проводили в интервале температур 30÷70 °С. За ходом процесса следили по изменению концентрации кислоты рН-потенциометрическим кислотно-основным титрованием.

В результате проведенных кинетических исследований определены частные порядки реакции (1) – первый по кислотному реагенту и нулевой по катализатору. Оценено влияние природы заместителя в реагенте – бензойной кислоте на скорость ацидолиза эпихлоргидрина. Показано, что реакция имеет низкую чувствительность к природе как катиона, так и аниона соли катализатора. Однако, больший вклад в изменение каталитической активности катализатора – соли тетраалкиламмония – оказывает природа аниона по сравнению с природой катиона.

Для реакции ацидолиза эпихлоргидрина бензойными кислотами в присутствии солей тетраалкиламмония рассчитаны активационные параметры реакции. Показано, что в координатах уравнения Эйринга наблюдаются прямолинейные зависимости, что свидетельствует о неизменности механизма реакции в изучаемом интервале температур. Установлено, что в рамках проведенных исследований для катализаторов наблюдается изокинетическая зависимость в координатах ΔH^\ddagger от ΔS^\ddagger , что свидетельствует о едином механизме катализа раскрытия эпоксидного цикла эпихлоргидрина бензойными кислотами.

Список литературы

1. Pat. 20030004281A1 USA/ Smits J., Marx E., Kooijmans P. et al. – Publ. 2003.
2. Сорокин М.Ф. Получение хлоргидриновых эфиров карбоновых кислот / М.Ф.Сорокин, Л.Г. Шоде, А.И. Кузьмин и др. // Лакокрасочные материалы и их применение. – 1983. – № 4. – С. 4-7.
3. Сорокин М.Ф. Направление раскрытия α -окисного кольца в реакции эпихлоргидрина с карбоновыми кислотами при основном катализе / М.Ф. Сорокин, Л.Г. Шоде и др.// Известия ВУЗов. Серия Химия и химическая технология. – 1984. – № 6. – С. 658-661.
4. Шологон И.М. Кинетика и механизм реакций замещенных α -окисей с карбоновыми кислотами. I. Катализ реакции эпихлоргидрина с 4-метил-3,4-тетрагидрофталевой кислотой галогенидами тетраалкиламмония / И.М.Шологон, М.С.Клебанов, В.А.Алдошин // Кинетика и катализ. – 1982. – № 4. – С. 841-846.
5. Malek J. Kinetics and mechanism of the reaction of aromatic carboxylic acids with ethylene oxide in protic and aprotic solvents in the presence of tertiary amines / J. Malek, P. Silhavy // Collection of Czechoslovak chemical communications. – 1976. – № 1. – P.84-100.
6. Шпанько И.В. Энтальпийно-энтропийный компенсационный эффект в реакциях 3,5-динитрофенилоксирана с аренсульфоновыми кислотами: экспериментальное свидетельство феномена изопараметричности / И.В. Шпанько, И.В. Садовая // Теорет. и эксперим. химия. – 2010. – Т.46, №3. – С.171-176.

ИЗМЕНЕНИЯ БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЫВОРОТКИ КРОВИ МЕЛКОГО РОГАТОГО СКОТА ПРИ АЛИМЕНТАРНОМ ТОКСИЧЕСКОМ ПОРАЖЕНИИ ПЕЧЕНИ

Старицкий А.Ю., Нестерова Л.Ю., доцент, Кузьмина Ю.В.,
ГОУ ЛНР «Луганский национальный аграрный университет», г. Луганск, ЛНР
staritskiy1988@mail.ru

Введение. Токсические поражения печени, приводящие к развитию гепатозов, возникают в результате патогенного влияния различных факторов, включая неполноценное кормление животных и интоксикации. Так называемая первичная интоксикация является следствием скармливания испорченных кормов (недоброкачественный силос), которые содержат яды растительного происхождения (алкалоиды, сапонины), грубых кормов, либо развивается в результате использования комбикормов из заплесневелых и испорченных концентратов.

Естественно животные, которым скармливают недоброкачественные корма, подвергаются различного рода токсическим воздействиям, которые сказываются на продуктивности, плодовитости, а это, в свою очередь, приносит экономический ущерб животноводческому предприятию.

Целью нашего исследования стало изучение информативности биохимических показателей сыворотки крови овец при алиментарном токсическом поражении печени, а также определение достоверности и информативности метода клиновидной дегидратации высушенной капли сыворотки крови при отравлении у животных.

Основная часть. В эксперименте использовались 19 овец – ярок, которые были разделены на контрольную и опытную группы ($n = 5$ и $n=14$ соответственно). Опытной группе животных скармливались корма с первыми признаками недоброкачественности, в то время как контрольная группа поедала качественный корм.

У животных отбирались пробы крови, которые затем исследовались по морфологическим и биохимическим показателям, а также проводили высушивание капли сыворотки крови по методу клиновидной дегидратации.

В результате исследования было установлено, что у животных опытной группы уровень общего белка был достоверно ниже, чем у животных контрольной группы на 28,5 % ($p \leq 0,01$), что указывает на снижение белоксинтезирующей функции печени в результате патогенного эффекта недоброкачественных кормов за счет глобулярной части протеинограммы. Так, было установлено, что процентная доля $\alpha 1$ -глобулинов в сыворотке крови ярок оказалась ниже на 1,1 % по сравнению с животными контрольной группы ($p \leq 0,01$). Это говорит о снижении антиоксидантной

активности в организме животных. Уровень β -глобулинов также был достоверно ($p \leq 0,001$) ниже на 5,8 %, чем у животных контрольной группы, что свидетельствует о локализации патологического процесса в печени. Данное предположение подтверждается повышением уровня ферментов аминотрансфераз (АлАТ и АсАТ), активность которых у животных опытной группы была выше в сравнении с контрольными ярочками.

Наряду с определением аминотрансфераз, у животных контрольной и опытной групп было проведено определение другого гепатоспецифичного биохимического показателя – γ -глутаминтрансферазы (ГГТ). У животных опытной группы в сравнении с животными контрольной данный показатель был достоверно выше ($p \leq 0,01$). Активность АсАТ и АлАТ оказалась выше нормы на 384,8 и 916,7 %, а коэффициент Де Ритиса уменьшался от значения 4,2 у животных в контрольной группе до 1.7 – в опытной ($p \leq 0,001$), что указывает на сильное поражение печеночных клеток.

При проведении исследования высохшей капли сыворотки крови овец по методике клиновидной дегидратации было установлено, что у клинически здоровых животных контрольной группы преобладает радиальный тип фаций с четко сформированными конкрециями. Тогда как у опытных животных, фация имеет иррадиальную симметрию с практически не видными конкрециями и отдельностями. Также в промежуточной и центральной части капель у животных опытной группы были обнаружены специфические включения в форме «Х», которые не присутствуют у животных контрольной группы. Данные включения, а именно их количество и размеры, коррелирует с изменениями активности АлАТ, АсАТ и ГГТ – чем выше показатели, тем более четкими и выраженными становятся данные включения.

Заключение. Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что в процессе токсического поражения печени в результате скармливания животным недоброкачественного корма, в организме овец гепатоциты подвергаются разрушению, что сопровождается повышенным поступлением в общий кровоток индикаторных ферментов (ГГТ, АлАТ, АсАТ), а в высушенной капле сыворотки крови формируется специфический узор, содержащий специфические включения Х-образной формы, которые отсутствуют у клинически здоровых животных контрольной группы.

Список литературы

1. Бузоверя М.Э. Математический анализ структур твердой фазы биологических жидкостей / М.Э.Бузоверя, В.Л.Сельченков, Ю.П.Щербак и др. // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2000. – № 8. – С. 55-60.
2. Старицкий А.Ю. Изучение процессов, происходящих в высыхающих каплях сыворотки крови крыс при воздействии табачного дыма / А.Ю.Старицкий, Н.Г.Дьячок, Н.А.Мартынец // Проблемы и перспективы современной науки: Материалы научно-практической конференции с международным участием (межотраслевой). – ГОУ ЛНР ЛНАУ Луганск 11-15 декабря 2017.

3. Пименов Н.В. Биохимические параметры крови как отражение патологий / Н.В.Пименов, Л.Н.Адамушкина, В.Е.Адамушкин, Л.Т.В.осева // Вопросы физико-химической биологии в ветеринарии: Сб. науч. тр. – М: ФГОУ ВПО МГАВМиБ, 2004-2005. – С.102-104.

УДК 547.288.4:541.124/541.123

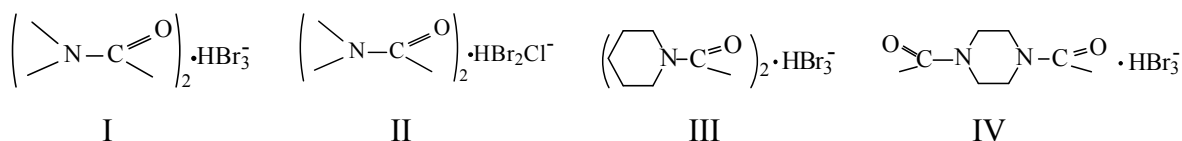
ДИГАЛОГЕНГАЛОГЕНАТЫ ОРГАНОКОМПЛЕКСОВ – ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ РАЗЛОЖЕНИЯ ФОС

Туровская М.К., канд. хим. наук, **Прокопьева Т.М.**, канд. хим. наук,
Михайлов В.А., канд. хим. наук

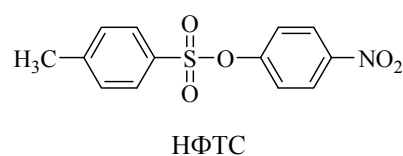
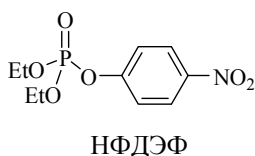
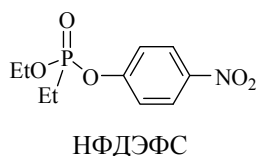
ГУ «Институт физико-органической химии и углехимии им. Л.М. Литвиненко»,
г. Донецк, ДНР,
v_mikhailov@yahoo.com

Способность систем на основе солей четвертичного аммония эффективно катализировать в водных растворах различные органические и ферментативные реакции, обусловлена концентрированием реагирующих компонентов мицеллами ПАВ и перенесением процесса из воды в мицеллярную псевдофазу.

Ранее нами синтезированы новые источники «активного» галогена – дигалогенгалогенаты бис(диалкиламид)водорода (I–IV) – кристаллические вещества с высоким содержанием «активного» брома (~ 40%), стабильные, хорошо растворимые в воде, относительно безопасные в обращении [1], которые в водной среде в зависимости от pH генерируют гипобромит-ион и бромноватистую кислоту, что позволяет использовать систему HOBr/BrO^- как нуклеофильно-окислительную пару, обеспечивающую нуклеофильное расщепление ацилсодержащих субстратов и деструкцию продуктов реакции.

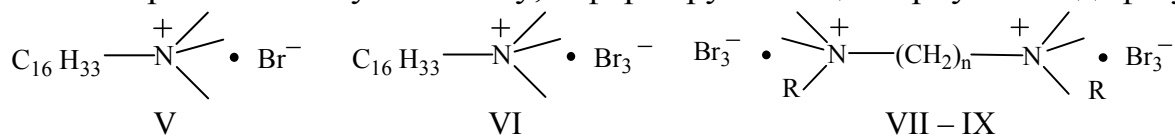


Скорость реакции BrO^- -аниона, генерируемого соединениями (I–IV), с 4-нитрофениловыми эфирами фосфоновой (НФДЭФС), фосфорной (НФДЭФ) и 4-толуолсульфоновой (НФТС) кислот в водных растворах бромиды цетилтриметиламмония (V) возрастает в ~ 20–30 раз.

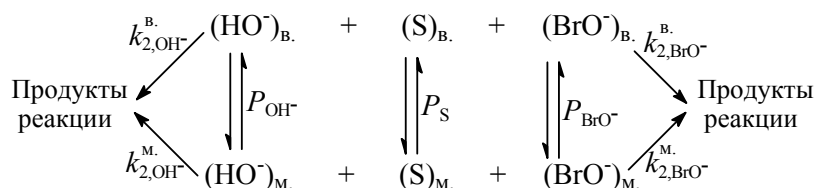


Исследуемые ПАВ – дибромброматы: цетилтриметиламмония (VI), этандиил-бис-диметилдодециламмония (VII, $\text{R}=\text{C}_{12}\text{H}_{25}$, $n=2$), этандиил-бис-

диметилтетрадециламмония (VIII, R=C₁₄H₂₉, n=2), бутандиил-бис-диметилтетрадециламмония (IX, R=C₁₄H₂₉, n=4) – в воде диссоциируют с образованием трибромид-аниона Br₃⁻, который генерирует гипобромит-анион и бромноватистую кислоту, и формируют мицеллярную псевдофазу.



Полагая, что как в воде (в.), так и в мицеллярной псевдофазе (м.) разложение субстратов (S) происходит по двум параллельным маршрутам – щелочной гидролиз и взаимодействие с анионом BrO⁻, общую схему процесса можно представить в виде:



Коэффициенты P_{S} , P_{BrO^-} и P_{OH^-} описывают распределение субстрата и реагентов между водой и мицеллярной псевдофазой, $k_{2,\text{HO}^-}^{\text{B.}}$, $k_{2,\text{BrO}^-}^{\text{B.}}$ и $k_{2,\text{HO}^-}^{\text{M.}}$, $k_{2,\text{BrO}^-}^{\text{M.}}$, л/(моль·с) – константы скорости второго порядка, характеризующие нуклеофильность гидроксид- и гипобромит-ионов в воде и мицеллах ПАВ. Количественные закономерности расщепления субстратов в присутствии мицелл исследуемых ПАВ с учетом распределения субстрата, гипобромит- и гидроксид-ионов описаны [2] в рамках псевдофазной распределительной модели (см. табл. K_{S} , K_{BrO^-} – константы связывания субстрата и BrO⁻-иона).

Таблица

Физико-химические параметры процесса расщепления эфиров гипобромит-ионом в мицеллярной псевдофазе ПАВ, вода, 25°C

Суб-страт	НФДЭФС			НФДЭФ			НФТС		
ПАВ	$k_{2,\text{BrO}^-}^{\text{M.}}$	K_{S} , л/моль	K_{BrO^-} , л/моль	$k_{2,\text{BrO}^-}^{\text{M.}}$	K_{S} , л/моль	K_{BrO^-} , л/моль	$k_{2,\text{BrO}^-}^{\text{M.}}$	K_{S} , л/моль	K_{BrO^-} , л/моль
I+ V	0,17	150	12	0,008	200	26	0,008	1600	13
VI	0,08	900	42	0,012	800	43	0,016	1800	25
VII	0,08	200	40	0,0035	220	40	0,006	1900	45
VIII	0,05	300	55	0,008	310	60	0,008	3000	60
IX	0,085	210	45	0,004	200	50	0,008	2200	50
$k_{2,\text{BrO}^-}^{\text{B.}}$, л/(моль·с) = 0,15 – НФДЭФС; 0,011 – НФДЭФ; 0,01 – НФТС									

Конструирование микрогетерогенных систем на основе ПАВ актуально, ввиду несомненного преимущества таковых перед другими

средами, так как позволяет достигать высокого уровня реакционной способности при низких концентрациях ПАВ в водной среде, что полностью отвечает требованиям «green chemistry» [3].

Уникальность исследуемых ПАВ состоит в том, что эти детергенты, с одной стороны, проявляют свойства мицеллообразующих соединений, с другой, выступают источниками BrO^- -аниона за счет наличия реакционноспособного противоиона. Необходимо отметить, что эндогенные свойства бромноватистой кислоты значительно ниже [4] хлорноватистой кислоты. Дикатионные ПАВ характеризуются аномально низкими критическими концентрациями мицеллообразования, что позволяет проводить процесс разложения экотоксикантов в «мягких» условиях при концентрациях ПАВ в 10 – 100 раз меньших, чем в случае катионного детергента.

Многокомпонентные реакции с участием ПАВ с реакционноспособным анионом является мощным инструментом для разложения ограниченно растворимых в воде эфиров кислот фосфора и серы (среди которых могут быть пестициды, отравляющие вещества, медленно разрушающиеся в природных условиях) в одношаговом режиме. Значительно снижается необходимость разделения и очистки промежуточных соединений, что выгодно с точки зрения вопросов зеленой химии. Исследуемые органокомплексы являются эффективными реагентами расщепления сложных эфиров фосфора и раскрывают новые возможности применения известных [5] твердофазных трибромидов четвертичных аммониевых ПАВ.

Продемонстрировано, что расщепление 4-нитрофениловых эфиров фосфорных кислот ПАВ с реакционноспособным противоионом приводит к увеличению скорости реакций нуклеофильного замещения в $\sim 10\text{--}50$ раз.

Список литературы

1. Прокопьева Т.М. Новые источники «активного» галогена – дибромброматы бис(диалкиламид)водорода – эффективные реагенты для разрушения экотоксикантов / Т.М. Прокопьева, В.А. Михайлов, М.К. Туровская и др. // Журн. орган. химии. – 2008. – Т. 44, вып. 5. – С. 649-658.
2. Туровская М.К. Реакционная способность неорганических α -нуклеофилов в процессах переноса ацильной группы в воде и мицеллах ПАВ: I. Системы на основе органокомплексов дибромат-аниона / М.К. Туровская, В.А. Михайлов, Н.И. Бураков и др. // Журн. орган. химии. – 2017. – Т. 53, вып. 3. – С. 353-360.
3. Кустов Л.М. «Green Chemistry» – новое мышление / Л.М. Кустов, И.П. Белецкая // Рос. хим. журн. – 2004. – Т. 48, № 6. – С. 3-12.
4. Ximenes V.F. Hypobromous acid, a powerful endogenous electrophile / V.F. Ximenes, N.H. Morgon // J. Inorganic Biochem. – 2015. – Vol. 146. – P. 61-68.
5. Saikia I. Use of Bromine and Bromo-Organic Compounds in Organic Synthesis / I. Saikia, A.B. Jyoti, P. Prodeep // Chem. Rev. – 2016. – Vol. 116. – P. 6837-7042.

ВЛИЯНИЕ МЕХАНООБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА ГИДРОГЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ПОЛИВИНИЛОВОГО СПИРТА И ПОЛИВИНИЛПИРРОЛИДОНА

Тюрина Т.Г. д-р хим. наук, **Завязкина Т.И.,**
Крюк Т.В., канд. хим. наук, **Романенко Н.А.**

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

Гидрофильные полимерные гели (гидрогели) привлекают большое внимание исследователей, поскольку их применение возможно и перспективно, например, в качестве раневых перевязок, контактных линз и систем доставки лекарственных препаратов [1]. Одними из самых популярных полимеров, используемых как биологически совместимые материалы в качестве основы гидрогелей для медицины, являются поли(N-винилпирролидон) (ПВП) и его сополимеры [1-3]. Большое количество исследований, например [2, 3], посвящено получению гидрогелей на основе поли(винилового спирта) и поли(винилпирролидона) (ПВС/ПВП).

Для получения гидрогелей могут быть использованы два метода: обычная радикальная сополимеризация в водном растворе и радиационная техника. В нашей работе было исследовано влияние механоактивации, как предварительной подготовки смеси полимеров, способной привести к образованию радикальных центров, а также режима температурной выдержки на свойства гидрогелей, полученных с применением радикального инициатора – персульфата аммония.

Для изучения изменения характеристик сшитых полимерных систем были взяты смеси с соотношением исходных полимеров ПВС : ПВП, равном 4:1 и 3:2. Механообработку проводили в лабораторной шаровой мельнице MLK KM1 с приложением нагрузки 20–30 Н.

Оказалось, что подобная обработка при нагрузке 20 Н приводит к улучшению растворимости исходной смеси ПВС и ПВП в воде, при дальнейшем увеличении нагрузки до 30 Н наблюдается изменение цвета смеси (от белого до бежевого).

Растворы смеси полимеров после введения инициатора выливали на ПС-подложки и сушили, ступенчато поднимая температуру от 40 до 90 °С, после чего дополнительно выдерживали при 100 °С от 0 до 4 ч.

Для полученных пленок были определены степень набухания (DS), массовая доля геля (G) и равновесное содержание воды (WC). Найдено, что доля геля изменяется в пределах от 84 до 95 %, а равновесное содержание воды в набухших пленках – от 75 до 85 %. Таким образом,

существенного влияния режима предварительной механообработки и отверждения на величину параметров G и WC выявить не удалось.

Следует отметить, что кривые набухания пленок в воде хорошо воспроизводились при многократном повторении циклов «набухание – сушка», причем максимальные устойчивые показатели достигались в течение 15-20 мин после погружения образца в воду (рис. 1а). Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод о том, что параметром, наиболее чувствительным к изменению условий получения, является степень набухания, величина которой для разных пленок составила от 300 до 850 %. Анализ данных DS позволяет сделать вывод, что наибольшая величина этого параметра получена для пленок с предварительной обработкой при нагрузке 20 Н и прогреве при 100 °С в течение 1 ч (рис. 1б). Некоторый выигрыш по этому параметру, полученный за счет прогрева в течение 4 ч, несоизмерим с энергозатратами.

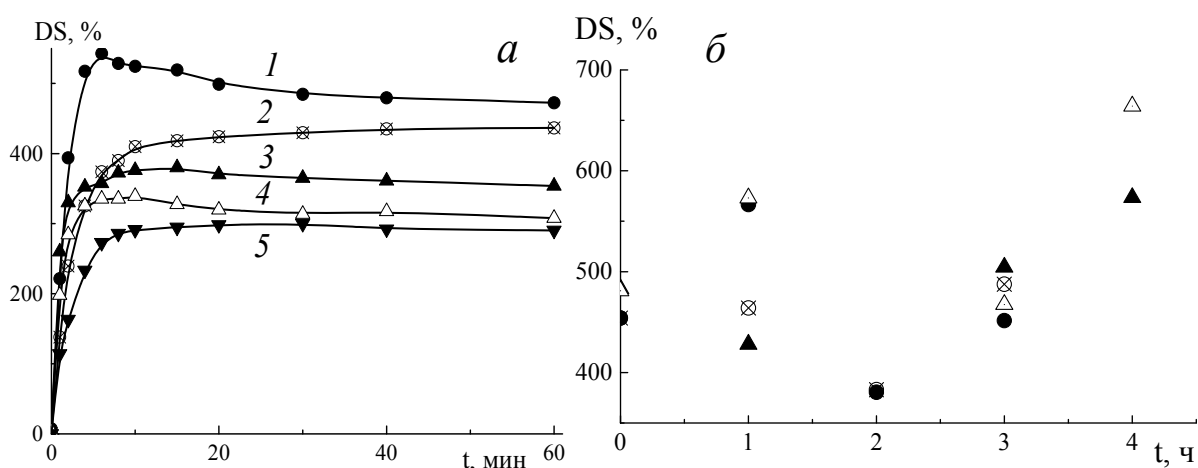


Рисунок 1а. Зависимость степени набухания от времени выдержки в воде для пленок, полученных с предварительной механообработкой при нагрузке 20 (1–3); 0 (4) и 30 Н (5); термообработка при 100 °С в течение 1 ч (1) и без нее (2–5); соотношение ПВП:ПВС 1:4 (1, 2) и 3:2 (3–5).

Рисунок 1б. Зависимость усредненного показателя степени набухания от времени термообработки при 100 °С для пленок, полученных с предварительной механообработкой при нагрузке 20 Н (○, ●, △) и без нее (▲); соотношение ПВП:ПВС 1:4 (○, ●) и 3:2 (△, ▲).

Список литературы

1. Darwis, D. Role of radiation processing in production of hydrogels for medical applications / D. Darwis // Atom Indonesia. – 2009. – Vol. 35, N 2. – P. 85-104.
2. Poly(N-vinyl-2-pyrrolidone) hydrogels produced by Fenton reaction / J.A.G. Barros et al. // Polymer. – 2006. – Vol. 47. – P. 8414-8419.
3. Lakouraj, M.M. Synthesis and swelling characterization of cross-linked PVP/PVA hydrogels / M.M.Lakouraj, M.Tajbakhsh, M. Mokhtary // Iran. Polym. J. 2005. – Vol.14, N 12. – P. 1022-1030.

АМИДИРОВАНИЕ ЯНТАРНОГО АНГИДРИДА ПРОИЗВОДНЫМИ *n*-АМИНОБЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ МЕХАНОХИМИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

Тюрина Т.Г.^{1,2}, д-р хим. наук, **Крюк Т.В.²**, канд. хим. наук,
Лаврова А.И.^{1,3}, **Кудрявцева Т.А.¹**

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

²ГУ «Институт физико-органической химии и углехимии им. Л.М. Литвиненко»,
г. Донецк, ДНР

³ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького»,
г. Донецк, ДНР
t_tiurina@mail.ru

Производные *n*-аминобензойной кислоты анестезин и новокаин используются в медицине в качестве местноанестезирующих средств. Общеклиническая практика показала, что при частом и/или длительном применении препаратов, содержащих эти анестетики, существует высокий риск формирования аллергических реакций [1]. Модификация структуры позволит устранить побочные эффекты анестетиков и создать на их основе новые лекарственные системы с широким спектром фармакологического действия. Одним из вариантов такой модификации является получение амидов производных *n*-аминобензойной кислоты, например, сукцинамидов, которые обладают многими видами биологической активности и широко используются при разработках лекарственных средств с направленным и комплексным действием [2, 3].

Целью представленной работы являлось амидирование янтарного ангидрида (ЯА) анестезином (бензокаином, БК) и новокаина гидрохлоридом (НК) механохимическим способом, который часто используется в фармацевтической практике в операциях измельчения, смешения и таблетирования.

Механическую обработку эквимольных смесей анестетиков с ЯА проводили в лабораторной шаровой мельнице MLW KM1 (прилагаемая нагрузка 20–30 Н) и в лабораторном вибрационном истирателе 75Т–ДрМ (действующая нагрузка 339–550 Н). Состав продуктов механоактивации определяли на основании спектров ¹H, ¹³C ЯМР и данных потенциометрического титрования (рН-метрия, нитритометрия).

Установлено, что взаимодействие между ЯА и БК (НК) начинается с первых минут соизмельчения смеси (рис., спектр б) уже при минимальной нагрузке; основным продуктом амидирования ЯА является сукцинамид. При этом время механоактивации оказывает существенное влияние на степень конверсии смеси исходных реагентов. Максимальное количество сукцинамида (90 мол.%) образуется через 2 ч механообработки (рис.,

спектр *в*). Повышение времени выдержки реагентов в механохимическом реакторе приводит к частичному распаду полуамида и регенерации исходных веществ (рис., спектр *з*).

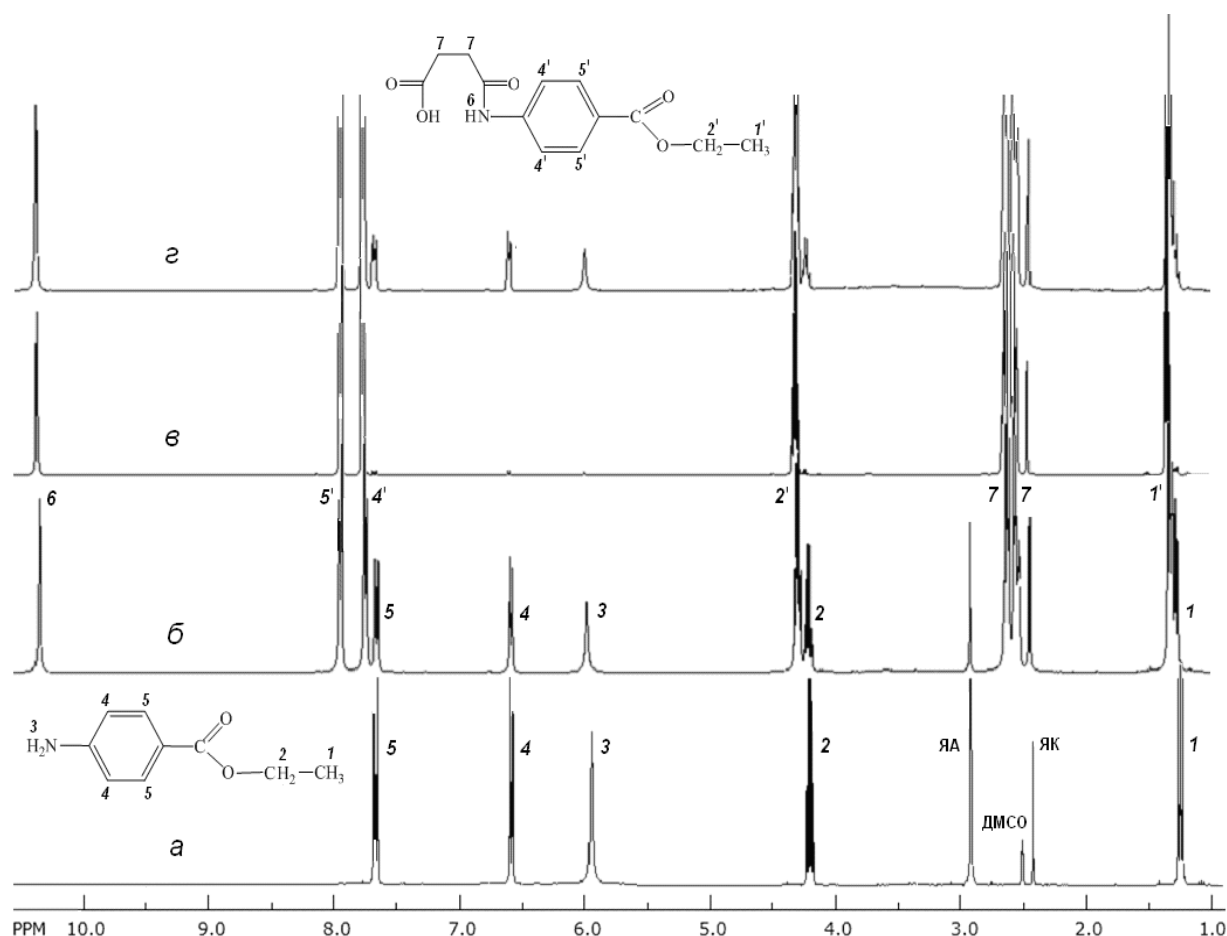


Рис. Спектры ^1H ЯМР эквимольной смеси янтарного ангидрида с анестезином (*а*) и продуктов ее механообработки (20 Н) в течение 3 мин (*б*), 2 ч (*в*), 4 ч (*з*) (DMSO- d_6 , 400 МГц, 25 °С)

Эффективность механохимического амидирования ЯА новокаином в 2 раза ниже, чем анестезином, что может быть связано с гидрохлоридной формой данного препарата.

Список литературы

1. Лусс Л.В. Проблемы диагностики и профилактики лекарственной аллергии к местным анестетикам / Л.В.Лусс // Практ. медицина. – 2009. – № 3. – С. 32-36.
2. Палагина И.А. Некоторые аспекты механизма влияния сукцинамидов на метаболический гомеостаз организма / И.А.Палагина // Токсикологич. вестн. – 2018. – № 3. – С. 27-31.
3. Препараты янтарной и фумаровой кислот как средства профилактики и терапии различных заболеваний (обзор) / С.А.Шахмарданова, О.Н.Гулевская, Я.А.Хананашвили [и др.] // Журн. фундам. медицины и биологии. – 2016. – № 3. – С. 16-30.

СИНТЕЗ 2-МЕТИЛ-7-ФЕНИЛ-5,8-ДИГИДРО-4H-ПИРАЗОЛО[5,1-*d*][1,2,5]ТРИАЗЕПИН-4-ОНА

Харанеко А.О., Харанеко О.И., канд. хим. наук

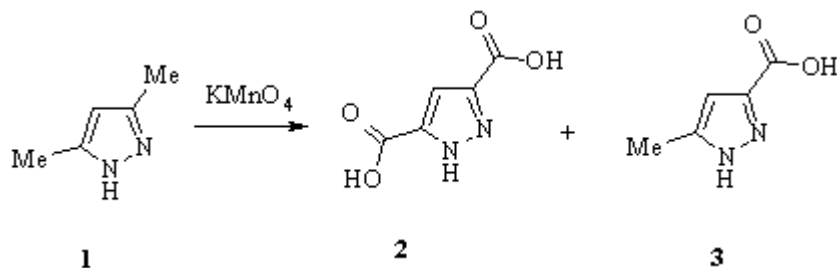
ГУ «Институт физико-органической химии и углехимии им. Л.М. Литвиненко»,

г. Донецк, ДНР

antonhar08@rambler.ru

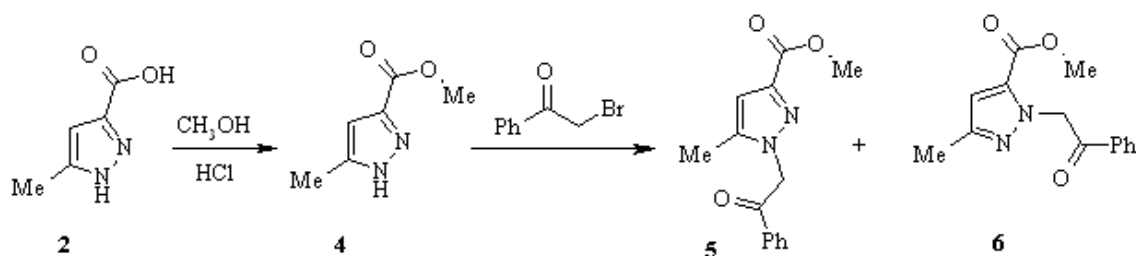
Пиразоло-1,2,5-триазепины, имеющие C-N мостик в молекуле, показали интересные биологические свойства, но все еще остаются довольно-таки экзотическими объектами. В настоящей работе осуществлен синтез нового производного семейства пиразоло[5,1-*d*][1,2,5]триазепинонов, проанализированы два возможных подхода к формированию таких структур из 3-карбоксиялкил-5-фенилпиразольного производного (прямая циклизация гидразином и рециклизация им пиразолооксазиновых предшественников) с целью определения оптимального пути синтеза. Установлено, что наиболее оптимальным является двухстадийный путь синтеза.

Исходным соединением для исследования послужил 3,5-диметилпиразол **1**. При его окислении перманганатом калия получали смесь двух кислот: 1*H*-пиразол-3,5-дикарбоновой **2** и 5-метил-1*H*-пиразол-3-карбоновой кислот **3**. Эти кислоты были разделены путём варьирования pH водного раствора.

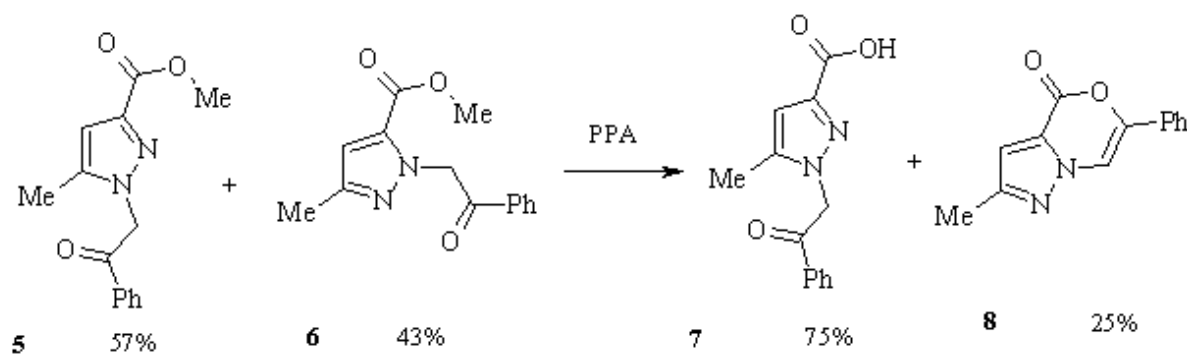


Пиразол-5-карбоновую кислоту **2** подвергали этерификации, а затем проводили N-фенацилирование эфира **4** бромацетофеноном в ацетонитриле в присутствии поташа. В ходе этой реакции образуются два изомерных N-алкильных продукта, которые были выделены в виде полукристаллической коричневой массы. При ее перекристаллизации из диэтилового эфира выделили кристаллический продукт. По ЯМР ¹H спектру он принадлежал одному из двух возможных N-фенацилпроизводных. После удаления из маточного раствора диэтилового эфира остается тёмная вязкая масса. По данным ЯМР ¹H анализа это смесь двух изомерных продуктов N-алкилирования **5** и **6**, содержащихся

примерно в равных количествах, и небольшого количества примеси, по-видимому, продуктов кротоновой конденсации.

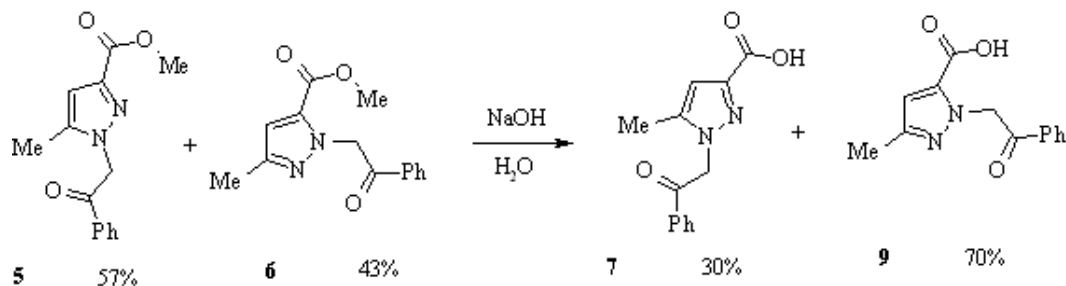


При дальнейшей лактонизации смеси изомеров **5** и **6** в полифосфорной кислоте при 170°C была выделена с низким выходом смесь 5-метил-1-(2-оксо-2-фенил)-1*H*-пиразол-3-карбоновой кислоты **7** и 2-метил-6-фенил-4*H*-пиразоло[5,1-*c*][1,4]оксазин-4-она **8**. Соотношение выходов кетокислоты **7** к лактону **8** равно 3:1.



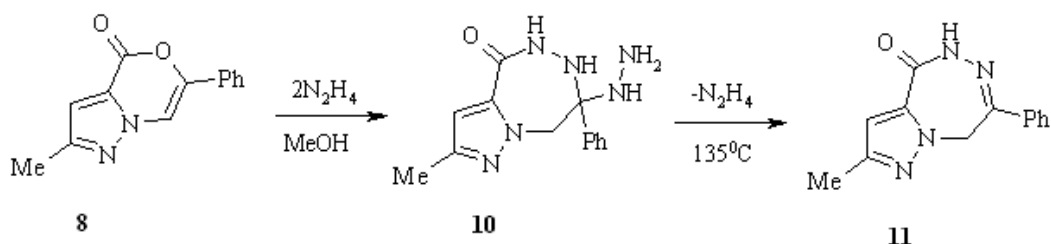
При попытке циклизации в тех же условиях выделенного из смеси **5+6** одного из изомеров была получена лишь кетокислота **7**. Это означает, что выделенный в индивидуальном состоянии изомер имеет структуру **5**, поскольку лишь он один не способен к циклизации.

При щелочном гидролизе смеси эфиров **5** и **6** был выделен кристаллический продукт, который по данным ЯМР ¹H-анализа является смесью кислоты **7** и 3-метил-1-(2-оксо-2-фенилэтил)-1*H*-пиразол-5-карбоновой кислоты **9**. Содержание кислоты **9** в этом образце составляло 70% от общей массы выделенного продукта.

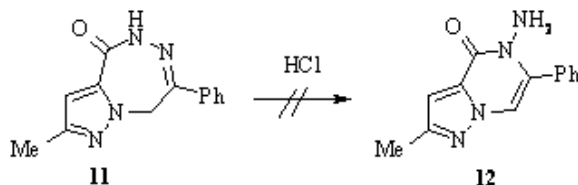


Циклизация этой смеси в уксусном ангидриде приводит к образованию пиразолооксазинона **8**, который выкристаллизовывается из реакционной смеси при ее стоянии в виде мелких игольчатых кристаллов.

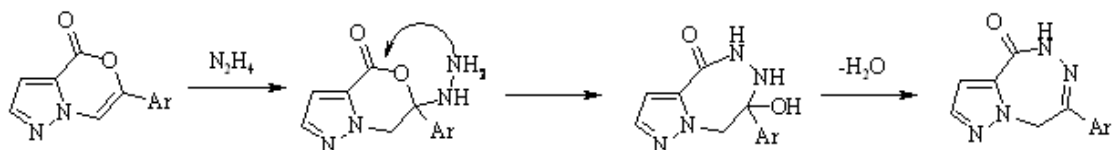
Рециклизацию лактона **8** в триазепинон проводили при кипячении с избытком гидразингидрата в метаноле. Был выделен аддукт ожидаемого триазепинона с молекулой N_2H_4 , **10**. Данная молекула связана не слишком прочно и при кипячении аддукта **10** в этилцеллозольве в течение часа отщепляется, так, что образуется целевой 2-метил-7-фенил-5,8-дигидро-4*H*-пиразоло[5,1-*d*][1,2,5]триазепин-4-он **11**.



Семичленный цикл пиразолотриазепинона **11** оказался весьма устойчивым и выдерживал даже длительное кипячение с соляной кислотой.



Вероятный механизм рециклизации лактона **11** гидразином, ключевой стадии синтеза пиразоло[5,1-*d*][1,2,5]триазепинона **11**, включает присоединение N_2H_4 по двойной связи шестичленного цикла, дальнейшую внутримолекулярную N-нуклеофильную атаку СО-группы сconcertной трансформацией гидрированного оксазинового цикла в триазепиновый и дегидратации образующейся таким образом полуаминальной структуры с одновременным разрывом шестичленного цикла по связи С-О и замыканием диазепинового цикла. В пользу этой схемы свидетельствует обнаружение методом ЯМР 1H при рециклизации соединения **8** интермедиата **10**, дегидратация которого идет, следовательно, относительно медленно.



МЕХАНОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ АМИНОПРОИЗВОДНЫХ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ И ИХ ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Хилько С.Л., канд. хим. наук, *Рогатко М.И.*,

Семенова Р.Г., канд. хим. наук,

Макарова Р.А., канд. хим. наук, *Невечеря О.И.*, *Хилько А.С.*

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

г. Донецк, ДНР

sv-hilko@yandex.ru

Введение. Для процессов механосинтеза новых веществ наибольшее значение имеет тонкое измельчение твердого материала. Вещества в тонкодисперсном состоянии становятся химически более активными и интенсивно реагируют с другими веществами. В результате механохимические процессы становятся причиной химических реакций или изменения реакционной способности твердых веществ [1, 2].

Поверхностную активность природных (нативных) гуминовых соединений можно увеличить путем введения в состав их макромолекул дополнительных функциональных групп. Введение в состав гуминовых кислот аминогрупп позволит получать новые виды ПАВ, совмещающие анионактивные, за счет присутствующих в макромолекулах ГК -COOH и -ОН групп, и катионактивные свойства за счет аминогрупп.

Цель работы – проведение реакции аминирования гуминовых кислот (ГК) в вибрационном аппарате и исследование потенциометрических характеристик продуктов реакции.

Основная часть. Механохимическую реакцию аминирования ГК проводили в присутствии мочевины, гуанидина и гидроперита в вибрационном аппарате 75Т-ДрМ при частоте вибрации $\nu = 50$ Гц и амплитуде $A = 3,0-5,0$ мм; величина виброускорения ($I = 4\pi^2 A \nu^2$) составляла 300 – 490 м/с².

Гуминовые кислоты получали из аналитической пробы бурого угля Александрийского месторождения однократной экстракцией раствором NaOH ($C_{NaOH} = 0,1$ н) при соотношении твердой и жидкой фаз 1:8 и температуре 100 °С. После обработки в механореакторе смесей чистых сухих гуминовых кислот с компонентами, содержащими активную аминогруппу, продукты реакции многократно промывали водой. При этом отделяли избыток водорастворимых непрореагировавших компонентов. Полученные аминогуминовые кислоты, нерастворимые в воде, отделяли центрифугированием.

ИК-спектры записывали на спектрометре Specord IR-75 в таблетках KBr (концентрация гуминовых кислот в таблетке составляла 0,5 %).

Количество активных кислых групп (-COOH и -OH) определяли методом потенциометрического титрования. Значение pH растворов измеряли на прецизионном pH-метре (Metrohm 744 pH Meter, Швейцария). Растворы натриевых солей гуминовых кислот (0,05 %) титровали 0,1 н раствором HCl. Точки эквивалентности определяли как максимумы на дифференциальных кривых $\Delta pH / \Delta V = f(V_{HCl})$.

Как следует из рис 1, ИК-спектр продукта механохимической модификации гуминовой кислоты гуанидином существенно отличается от спектров исходных веществ. Это свидетельствует о взаимодействии гуанидина с фрагментами макромолекулы гуминовой кислоты.

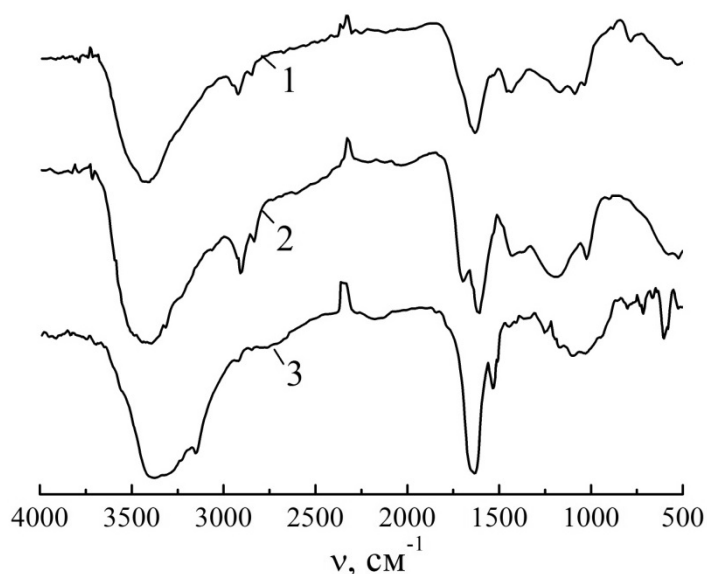


Рис 1. ИК спектры образцов: 1 – продукт аминирования ГК гуанидином; 2 – механоактивированная ГК; 3 – механоактивированный гуанидин

На рисунке 2 приведены результаты потенциометрического титрования солей гуминовой и аминокуминовой кислот. Имеются существенные различия между кривыми титрования немодифицированного образца ГК и его аминированной формы. Количество функциональных групп в образцах ГК, рассчитанное из данных потенциометрического титрования, приведено в таблице. В аминокуминовых кислотах уменьшается количество активных гидроксильных групп и увеличивается количество карбоксильных групп.

Известно, что мочевины и гуанидин способны реагировать с соединениями, содержащими активные OH-группы, спиртами и фенолами, с образованием уретанов и аммиака или заменой OH- группы на NH₂-группу [3]. Гидроперит является соединением включения молекул перекиси водорода в полости кристаллической решетки мочевины.

Уменьшение количества гидроксильных групп в макромолекулах гуминовых кислот после механохимических реакций с мочевиной, гуанидином и гидроперитом указывает на возможность протекания реакций по

такому же пути. Следует отметить, что механохимические реакции с участием полимеров связаны с разрывом макромолекулярных цепей, в результате чего реакции взаимодействия макромолекул гуминовых кислот с такими реагентами могут идти более сложным путем [1].

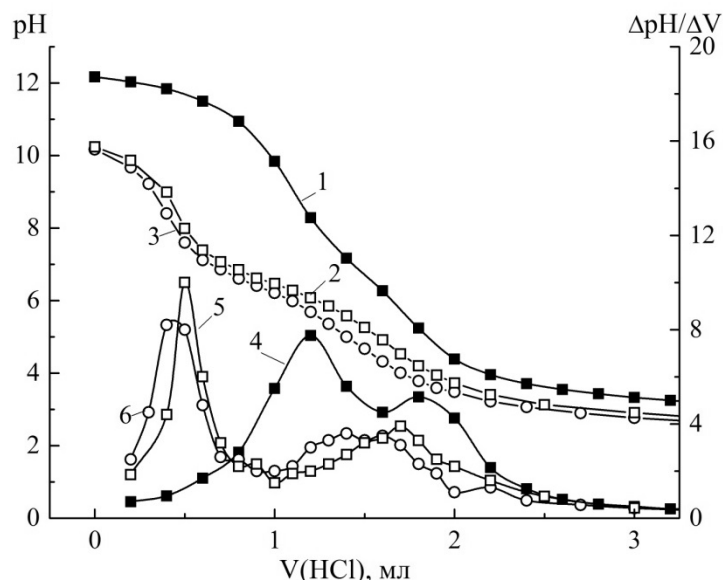


Рис. 2. Интегральные (1, 2, 3) и дифференциальные (4, 5, 6) кривые потенциометрического титрования солей гуминовой кислоты (1, 4) и аминокуминовых кислот: модификация мочевиной (2, 5) и гуанидином (3, 6)

Таблица

Количество активных кислых групп в образцах гуминовых кислот

Образец	[ОН], мг-экв/г	[COOH], мг-экв/г
ГК	3,2	3,2
ГК+мочевина	1,6	4,8
ГК+гуанидин	2,0	4,8
ГК+гидроперит	2,0	5,8

Возрастание количества карбоксильных групп в продуктах аминирования ГК может быть обусловлено окислением фрагментов макромолекул при механохимическом воздействии. Особенно это выражено в реакции ГК с гидроперитом, содержащим активную перекись водорода, которая выделяется при распаде клатрата в результате механохимического процесса.

Список литературы

1. Барамбойм Н.К. Механохимия высокомолекулярных соединений / Н.К.Барамбойм. – М.: Химия, 1978. – 384 с.
2. Аввакумов Е.Г. Механохимические методы активирования химических процессов / Е.Г.Аввакумов. – Новосибирск: Наука, 1979. – 254 с.
3. Резников В.А. Химия азотсодержащих органических соединений / В.А.Резников. – Новосибирск, 2006. – 130 с.

УДК 546.776'657.3

ЗОЛЬ-ГЕЛЬ СИНТЕЗ ИОННЫХ ПРОВОДНИКОВ НА ОСНОВЕ МОЛИБДАТА НЕОДИМА $\text{Nd}_5\text{Mo}_3\text{O}_{16+\delta}$

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

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

Chebyshev.konst@mail.ru

Молибдаты редкоземельных элементов находят применение как люминофоры, ионные проводники, катализаторы и др. Получение функциональных материалов требует не только определенного элементного и фазового состава, но и соответствующей морфологии прекурсоров и готовых материалов. В настоящее время актуальным является получение наноразмерных частиц для улучшения свойств веществ.

Кубические флюоритоподобные молибдаты редкоземельных элементов состава $\text{Ln}_5\text{Mo}_3\text{O}_{16+\delta}$ кристаллизуются в пространственной группе Pn-3n и имеют переменное содержание кислорода в зависимости от состава и условий синтеза. Возможность изменения степени окисления молибдена и некоторых РЗЭ (Pr, Ce, Tb) могут обеспечить как каталитические, так и бактерицидные свойства данных соединений.

Для синтеза золя были использованы оксиды неодима и молибдена. Перед взвешиванием оксид неодима был прокален при 900°C , оксид молибдена – при 500°C в течение двух часов. Оксид неодима был растворен в небольшом избытке азотной кислоты, оксид молибдена в холодном концентрированном растворе аммиака. К растворам неодима и молибдена была добавлена лимонная кислота в мольном соотношении 2:1 по отношению к содержанию металлов. Растворы были слиты вместе, величина pH лежала в диапазоне 3-4. К полученным растворам при нагревании и перемешивании добавлялся этиленгликоль. Растворы упаривались и выдерживались в течение суток для полимеризации и образования прозрачного вязкого геля. Гель высушивался при $\approx 100^\circ\text{C}$ и помещался на фарфоровой чашке в разогретый до 500°C муфель. Гель быстро разлагался с выделением большого количества газов и многократным увеличением объема.

Согласно данным просвечивающей электронной микроскопии в данных условиях синтеза был получен наноразмерный молибдат неодима. Частицы представляют собой нанопластины шириной несколько микрон. Толщина слоя составляет примерно 1-3 нм. На дифрактограммах образцов наблюдается значительное уширение рефлексов, что подтверждает наноразмерность частиц. Методом рентгеноспектрального микроанализа был подтвержден элементный состав и равномерное распределение элементов по образцу.

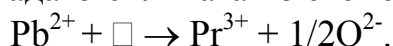
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЛАСТИ ГОМОГЕННОСТИ В СИСТЕМЕ $\text{Pb}_{7-x}\text{Pr}_x\text{Ca}_3(\text{SiO}_4)_2(\text{VO}_4)_4\text{O}_{x/2}$

Березинская Л.И., Яблочкова Н.В., канд. хим. наук, доцент
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
n.v.yablochkova@gmail.com

Проблема изоморфных замещений в различных кристаллических структурах остается насущной проблемой кристаллохимии и материаловедения. Это обусловлено тем, что многие важные для практики функциональные материалы (полупроводники, сегнетоэлектрики, люминофоры и т.д.) модифицируют путем введения в их структуру различных изоморфных примесей, что позволяет радикально изменять и регулировать их свойства. Соединения широкого класса апатитов допускают изовалентные и гетеровалентные замещения в своей структуре, благодаря чему получают материалы, более эффективные для практического использования.

В плане фундаментальных исследований лидируют фосфатные составы. Остальные аналоги пока остаются мало изученными. Однако сходство некоторых физико-химических характеристик соединений со структурой апатита очевидны.

В данной работе было исследовано замещение свинца на празеодим в структуре свинцового ванадато-силиката по схеме:



Получали твердые растворы состава $\text{Pb}_{7-x}\text{Pr}_x\text{Ca}_3(\text{SiO}_4)_2(\text{VO}_4)_4\text{O}_{x/2}$ ($0 \leq x \leq 1$) по методике пиролиза цитрус геля в водном растворе. Взвешенные реагенты растворяли в разбавленной азотной кислоте при нагревании, добавляли нитрат аммония, этиловый спирт, тетраэтоксисилан. После суточного выдерживания удаляли растворитель медленным выпариванием. На следующем этапе проводили обжиг шихты в муфельной печи при постоянном повышении температуры до 550°C с целью разложения промежуточных продуктов и удаления образующихся газообразных веществ. Прокаливание при максимальной температуре синтеза 850°C проводилось до достижения постоянства фазового состава, который контролировали методом РФА.

Достижение постоянства фазового состава образцов свидетельствовало о завершении взаимодействия компонентов (или близости к завершению) и наблюдалось после прокаливания в течении 25 часов.

Рентгенограммы для обзорного РФА снимали на дифрактометре ДРОН-3М с использованием CuK_α излучения и Ni фильтра. Скорость движения счетчика составляла 2° в минуту (2θ). Таким образом, установлена область гомогенности при замещении свинца празеодимом.

ИЗОМОРФНОЕ ЗАМЕЩЕНИЕ НЕОДИМА КАЛЬЦИЕМ ВО ФЛЮОРИТОПОДОБНОМ СОЕДИНЕНИИ $\text{Nd}_5\text{Mo}_3\text{O}_{16+\delta}$

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

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

Chebyshev.konst@mail.ru

Твердые ионные проводники являются интересным классом функциональных материалов благодаря возможности использования в качестве материалов топливных элементов, газовых сенсоров, газовых мембран и электролизеров для получения сверхчистых газов. В настоящее время наиболее распространены твердые электролиты на основе модифицированного диоксида циркония, которые обладают рядом недостатков.

Твердые электролиты имеют полости и вакансии в кристаллической структуре, по которым осуществляется ионный транспорт. Кроме того, на свойства мобильных и зафиксированных ионов влияет их размер, поляризуемость, соотношение катионов и анионов. Структуры, производные от структуры флюорита, удовлетворяют таким требованиям.

Молибдаты редкоземельных элементов состава $\text{Ln}_5\text{Mo}_3\text{O}_{16+\delta}$ со структурой флюорита имеют высокую проводимость по ионам кислорода. Однако, молибдат лантана нестабилен на воздухе и его получение возможно только в восстановительных условиях, в отличие от неодимового аналога $\text{Nd}_5\text{Mo}_3\text{O}_{16+\delta}$, который обладает меньшей проводимостью. Изоморфное замещение неодима на двухвалентные элементы, позволяет увеличить количество вакансий в структуре, что может улучшить транспорт ионов кислорода. Поэтому в данной работе было исследовано замещение неодима на кальций в молибдате $\text{Nd}_5\text{Mo}_3\text{O}_{16+\delta}$.

Система $\text{Nd}_{5-x}\text{Ca}_x\text{Mo}_3\text{O}_{16+\delta}$, где $x = 0; 0,1; 0,3; 0,5; 0,7; 1$ были получены твердофазным методом синтеза. Исходные вещества гомогенизировались в агатовой ступке, после чего прокаливались при 500°C в течение 10 ч для связывания оксида молибдена. Далее образцы прокаливались при температурах 1000, 1200°C в течение 20 ч. Температура спекания керамики составила 1250°C .

Методом рентгенофазового анализа установлено, что с повышением температуры синтеза область существования кубической флюорито-подобной фазы со структурой $\text{Nd}_5\text{Mo}_3\text{O}_{16+\delta}$ увеличивается. При температуре 900°C однофазные образцы получены до $x = 0,1$. В области составов, обогащённых стронцием, существуют фазы со структурами CaMoO_4 и Nd_2MoO_6 . При температуре 1200°C в системе $\text{Nd}_{5-x}\text{Ca}_x\text{Mo}_3\text{O}_{16+\delta}$, кубическая флюорито-подобная фаза существует во всём диапазоне изученных концентраций. Однофазные образцы получены до $x=0,7$.

ИЗУЧЕНИЕ ИЗОМОРФНЫХ ЗАМЕЩЕНИЙ СВИНЦА НА СТРОНЦИЙ И БАРИЙ В СТРУКТУРЕ $\text{Pb}_8\text{Rb}_2(\text{PO}_4)_6$

Голубович В.С., Жегайло А.О., Игнатов А.В., канд. хим. наук, доцент
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
zhegailoalisa@mail.ru

Поразительные возможности современной химии твердого тела реализуются только по мере получения и исследования функциональных материалов с разнообразными свойствами. Знание природы химической связи, структуры, физико-химических свойств и установление взаимосвязи между свойствами, составом, способом их получения позволяют научно обоснованно прогнозировать наличие определенных свойств и синтезировать новые материалы с заданными характеристиками.

Перспективными для данных исследований являются твердые растворы на основе апатитов, которые имеют важное практическое применение. Особую роль в семействе апатитов играют лакунарные свинец содержащие соединения, так как только наличие иона Pb^{2+} позволяет сохранить идеальную кристаллическую решетку апатита с вакансией по аниону. Посредством замещения одних атомов другими можно варьировать размеры вакантных каналов, что, в свою очередь, будет сказываться на изменении мобильности ионов, а, следовательно, и свойствах материала, в ряде случаев, не имеющих известных аналогов.

Целью данной работы является изучение изоморфных замещений свинца на стронций и барий в структуре $\text{Pb}_8\text{Rb}_2(\text{PO}_4)_6$ и установление области гомогенности образующихся твердых растворов.

Синтез образцов состава $\text{Pb}_{8-x}\text{Me}_x\text{Rb}_2(\text{PO}_4)_6$ ($\text{Me} = \text{Sr}, \text{Ba}$) проводился осаждением из волных растворов с последующим выпариванием и прокаливанием полученной шихты в интервале температур 500-800 °С. Суммарное время прокаливания при температуре 800 °С составило 42 часа.

Исходя из данных фазового состава образцов, установлены области гомогенности образующихся твердых растворов $\text{Pb}_{8-x}\text{Me}_x\text{Rb}_2(\text{PO}_4)_6$ ($\text{Me} = \text{Sr}, \text{Ba}$). Вхождение стронция и бария в структуру апатита подтверждаются изменениями параметров элементарной гексагональной ячейки структуры апатита в однофазной области. Исследование образцов методом сканирующей электронной микроскопии показало, что полученные порошки являются мелкодисперсными, размеры агрегатов в которых составляют от 3 до 10 мкм, а зерен – около 1.0 мкм, а химические элементы практически равномерно распределены по поверхности зерен, тем самым подтверждая образование однородного образца.

ЗАМЕЩЕНИЕ СВИНЦА ЕВРОПИЕМ В СТРУКТУРЕ $\text{Pb}_7\text{Ca}_3(\text{SiO}_4)_2(\text{VO}_4)_4$

Гридина А.А., Дидоренко Е.Г.,

Игнатов А.В., канд. хим. наук, доцент

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

inorg.chem@yandex.ru

Соединения со структурой апатита являются одним из широко распространенных классов минералов. Исследования последних двух десятилетий показали их высокий потенциал как основы функциональных материалов для различных отраслей науки и техники ввиду высокой изоморфной емкости по отношению как к катионам, так и анионам. 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. Целью данной работы является изучение замещения свинца на европий по схеме $2\text{Pb}^{2+} + \square \rightarrow 2\text{Eu}^{3+} + \text{O}^{2-}$ (где \square – вакансия в структуре апатита).

При проведении исследования замещения свинца европием по вышеуказанной схеме были синтезированы твердые растворы, состав которых можно описать следующей формулой: $\text{Pb}_{7-x}\text{Eu}_x\text{Ca}_3(\text{SiO}_4)_2(\text{VO}_4)_4\text{O}_{x/2}$ ($0 \leq x \leq 1$). Получение образцов проводилось по методике твердофазного синтеза при конечной температуре прокаливания 850 °С.

Исследование полученных образцов проводилось методами рентгенофазового анализа (ДРОН – 3М), сканирующей электронной микроскопии, КР– спектроскопии.

Установлено, что образование однофазных твердых растворов состава $\text{Pb}_{7-x}\text{Eu}_x\text{Ca}_3(\text{SiO}_4)_2(\text{VO}_4)_4\text{O}_{x/2}$, протекает в интервале $0 \leq x \leq 0.8$. Вхождение в кристаллическую структуру апатита ионов европия подтверждается изменением параметров элементарной ячейки. Параметр a линейно уменьшается с увеличением содержания европия в твердом растворе, в то время как, изменение параметра c носит нелинейный характер.

Образование однофазных твердых растворов в области составов $0 \leq x \leq 0.8$ подтверждается исследованием образца состава $x = 0.4$ методом сканирующей электронной микроскопии.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что величина предела замещения не зависит от размера замещающего иона и определяется влиянием стереохимически-активных $6s^2$ пар электронов ионов Pb^{2+} , которые препятствуют вхождению в канал структуры апатита ионов кислорода, которые необходимы для компенсации зарядов, возникающей при замещении различно заряженных ионов свинца и европия.

СИНТЕЗ ИЗОПОЛИВОЛЬФРАМАТОВ НЕКОТОРЫХ РЗЭ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ

**Кретьова Е.А., Челышева А.А.,
Пойманова Е.Ю.,** канд. хим. наук,
Белоусова Е.Е., канд. хим. наук, доцент

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
inorg.chem@yandex.ru

Изополивольфраматы редкоземельных элементов (РЗЭ) находят широко применение как катализаторы, сорбенты, ядернозащитные материалы, ингибиторы коррозии и различные модифицирующие добавки в микроэлектронике. Изучение условий синтеза изополивольфраматов празеодима, гадолиния и гольмия, для которых такие соединения мало изучены, представляет определенный научный и практический интерес.

Исследование взаимодействия в изомолярных сериях $\text{Me}^{3+}\text{-WO}_4^{2-}$ $\text{H}^+ \text{- H}_2\text{O}$ при кислотностях $Z=1,14; 1,17; 1,29; 1,50$ и $1,60$, где Me^{3+} – празеодим, гадолиний и гольмий, проведено методом «остаточных концентраций», позволяющий установить исходные соотношения ионов, при которых образуются индивидуальные соединения.

В системе при $Z=1,17$ при мольной доли катиона $\chi=0,217$, соответствующей соотношению $\text{Me}^{3+}:\text{WO}_4^{2-}=1:3,6$, содержание вольфрама в осадке соответствует образованию в этой точке среднего паравольфрамата, что подтверждено результатами химического анализа, по уравнению:



В избытке катиона при $\chi=0,25$ образуется гидроксопаравольфрамат $(\text{Me}_2\text{OH})_2[\text{W}_{12}\text{O}_{42}(\text{OH})_2] \cdot n\text{H}_2\text{O}$.

Идентификацию паравольфрамат-анионов проводили методом ИК-спектроскопии, который подтвердил его присутствие в составе соединения. Поглощения в области $400\text{-}1000\text{ см}^{-1}$ относятся к колебаниям характеристичных групп паравольфрамат-аниона: поглощение при 1200 см^{-1} относятся к характерным для паравольфрама-аниона деформационным W-ОН колебаниям, а при 1100 см^{-1} – Me-ОН колебаниям. Деформационным колебаниям Me-ОН мостиковой группы в гидроксопаравольфрамате соответствует поглощение при 1070 см^{-1} .

При подкислении раствора вольфрамата натрия до значения кислотности $1,14$ происходит реакция поликонденсации с образованием гепта вольфрамат-аниона, а при кислотности $1,29$ – протонированного гептавольфрамат аниона. Эти анионы были установлены в твердых фазах солей РЗЭ, осаждаемых при стехиометрических соотношениях: $\text{Me}_2\text{W}_7\text{O}_{24} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (средний) и $\text{Me}_5(\text{HW}_7\text{O}_{24})_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (протонированный). По данным ИКС валентные колебания W-ОН при 670 и 1050 см^{-1}

подтверждают наличие протонированной формы гептавольфрамата в образце, синтезированном при кислотности 1,29. Полоса поглощения при 450 см^{-1} относится к валентному O-Me-O колебанию в спектрах двух видов гептавольфрамата р.з.э. Области валентных колебаний W=O группировок имеют полосы поглощения: 931 см^{-1} – 940 см^{-1} , а колебания группировки O-W-O при 613, 830, 943 см^{-1} подтверждают присутствие в солях гептавольфрамат-аниона, наблюдаемые в ИК-спектре аналоге $\text{Na}_6\text{W}_7\text{O}_{24}$.

При кислотности 1,60 из водного раствора через месяц после отделения первой фазы осадка образовались кристаллы, которые по химическому составу соответствовали приведенной формуле дигидроундекавольфрамата $\text{Me}_2[\text{H}_2\text{W}_{11}\text{O}_{37}] \cdot n\text{H}_2\text{O}$. ИК-спектр образца соли в области вольфрам-кислородного каркаса содержит полосы 566, 788, 877, 944 см^{-1} , которые отличны от других изополивольфраматов и свидетельствуют об образовании нового типа аниона вольфрама.

Химический состав, а также однофазность образца были подтверждены методом рентгеноспектрального микроанализа. Атомное соотношение Me к W равно 5,5, что согласуется с предложенной формулой, а равномерный контраст поверхности образца в режиме обратно рассеянных электронов также подтверждает его однофазность. Микроскопический анализ показал, что зерна перетертых кристаллов соли имеет нечёткие размытые края. При увеличении в 20000 раз, поверхность соли построена из сферических зерен, размер которых лежит в пределах 120-190 нм.

Полученный дигидроундекавольфрамат гольмия $\text{Ho}_2[\text{H}_2\text{W}_{11}\text{O}_{37}] \cdot 17\text{H}_2\text{O}$ – это гидрат, в котором потеря массы в интервале температур до 100°C вызвана удалением слабосвязанной, скорее всего адсорбционной и межслоевой воды. В интервале температур выше 100 – 200°C , $355\text{--}450^\circ\text{C}$ удаляется кристаллизационная вода, входящая как в катионную, так и в анионную подрешетку. Таким образом на первом этапе удаляется 13 молекул воды, а на втором – 3.

Рентгеноструктурное исследование, проведенное для ундекавольфрамата гольмия показало, что в данной структуре наблюдается кластер из кислородных октаэдров, являющихся окружением двух атомов гольмия и 22 атомов вольфрама. Этот кластер является основным элементом структуры.

При кислотности 1,60 из водного раствора через месяц после отделения первой фазы мелкокристаллических осадков образовывались кристаллы белого цвета для гадолиния и зеленого цвета для празеодима, которые по химическому составу соответствовали формуле дигидроундекавольфрамата.

ИК-спектры образцов солей $\text{Me}_2[\text{H}_2\text{W}_{11}\text{O}_{37}] \cdot n\text{H}_2\text{O}$ в области вольфрам-кислородного каркаса содержат полосы 566, 788, 877, 944 см^{-1} , которые отличны от других изополивольфраматов и свидетельствуют об образовании нового типа изополивольфраматов празеодима и гадолиния, также как и для гольмия.

ОСОБЕННОСТИ СИНТЕЗА ИЗОПОЛИВОЛЬФРАМАТОВ ИНДИЯ

Ложкина Е.А., Белоусова Е.Е., канд. хим. наук, доцент
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
inorg.chem@yandex.ru

Повышенный интерес к химии изополивольфраматов связан с применением их в различных областях современной науки, техники, промышленности и медицины. Достаточно мало изученным является вопрос получения изополивольфраматов индия, синтез которых осложняется процессами гидролиза в водных растворах.

Изополивольфраматы различного состава можно получить в настоящее время только методом осаждения из водных растворов, который обеспечивает однородность продукта, высокую дисперсность, а также и большую активную поверхность, что очень важно при исследовании их свойств. Кислотность и характер среды, концентрация реагирующих веществ и природа катиона оказывают определяющее влияние на состав вольфрамат-аниона и продуктов синтеза в водных и водно-органических средах в системах $\text{In}^{3+}\text{-WO}_4^{2-}\text{-H}^+\text{-H}_2\text{O}$ и $\text{In}^{3+}\text{-WO}_4^{2-}\text{-H}^+\text{-H}_2\text{O-ДМФ}$, где ДМФ – диметилформамид. Использование водно-органической среды влияет на растворимость образующихся продуктов, а также на состав солей с легко гидролизующимся металлом, к которым относится и индий.

Результаты физико-химического исследования взаимодействия в изомольных сериях при кислотностях $Z=1,14; 1,17; 1,29; 1,50$ и $1,60$ и исследования твердых фаз в них методами химического анализа, ИК-спектроскопии и РСМА позволили провести идентификацию образующихся изополивольфраматов индия в водной и водно-диметилформамидной средах и предложить их химический состав.

В водной среде наблюдается образование устойчивых фаз гидроксопаравольфрамата и протонированного гептавольфрамата индия состава $(\text{In}_2\text{OH})_2[\text{H}_2\text{W}_{12}\text{O}_{42}]\cdot 38\text{H}_2\text{O}$; $\text{In}_5(\text{HW}_7\text{O}_{24})_3\cdot 27\text{H}_2\text{O}$. Использование в качестве осадителя $0,1\text{M}$ раствор паравольфрамата натрия, приготовленного из кристаллического паравольфрамата натрия $\text{Na}_{10}[\text{H}_2\text{W}_{12}\text{O}_{42}]\cdot 28\text{H}_2\text{O}$ позволило получить средний паравольфрамат индия состава $\text{In}_{10}[\text{H}_2\text{W}_{12}\text{O}_{42}]\cdot 32\text{H}_2\text{O}$.

В водно-диметилформамидной среде образуется устойчивая фаза гептавольфрамата индия состава $\text{In}_2\text{W}_7\text{O}_{24}\cdot 5\text{H}_2\text{O} \cdot 5\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}$. Также наблюдается образование в фильтрате после отделения рентгеноаморфной твердой фазы при кислотности $Z=1,60$ кристаллического декавольфрамата индия состава $(\text{InOH})_2\text{W}_{10}\text{O}_{32}\cdot 13\text{H}_2\text{O}\cdot 3\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}$, что наглядно подтверждается ИК-спектроскопией. Изменение окраски твердого порошка

из белого в синюю при воздействии дневного света свидетельствует о легкости перехода степени окисления вольфрама +6 в +5, что характерно только для декавольфрамат аниона с органическими катионами.

УДК 546.786+542.973+542.943

КАТАЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРОДУКТОВ ТЕРМОЛИЗА ГЕТЕРОПОЛИВОЛЬФРАМАТОВ ЖЕЛЕЗА, КОБАЛЬТА И НИКЕЛЯ В РЕАКЦИЯХ ОКИСЛЕНИЯ

Мороз Я.А., канд. хим. наук, **Савоськин М.В.**, канд. хим. наук
ГУ «Институт физико-органической химии и углехимии им. Л.М. Литвиненко»,
г. Донецк, ДНР
jaroslavchem@mail.ru

Гетерополисоединения и продукты их термолиза входят в состав многокомпонентных катализаторов переработки и гидроочистки углеводородного сырья, окислительных реакций органического синтеза, каталитических электродов для водородных и метанольных топливных элементов и т. д. [1–3]. Целью данной работы является исследование каталитической активности продуктов термического разложения гетерополивольфраматов (ГПВ) с общими формулами: $M_6[(OH)_2XW_9O_{30}] \cdot nH_2O$, $M - Na^+, K^+, NH_4^+$; $X - Fe^{2+}, Co^{2+}, Ni^{2+}$ в реакциях гетерогенного окисления пропана и акролеина кислородом воздуха.

Реакции гетерогенного каталитического окисления пропана и акролеина кислородом воздуха протекают при повышенных температурах (более 300 °C). Поэтому были исследованы термическая устойчивость и характер процессов, протекающих при нагревании вольфрамометаллатов натрия, калия и аммония. Результаты термического анализа показали, что при нагревании этих соединений происходит их ступенчатая дегидратация, удаление аммиака у аммонийных солей, кристаллизация промежуточных и конечных продуктов термолиза.

Процессы термолиза вольфрамометаллатов зависят от природы щелочного металла во внешней сфере комплекса [4]. Продуктами термолиза калийных солей вольфрамометаллатов железа, кобальта и никеля являются соединения переменного состава со структурой типа пирохлора, их рентгенограммы проиндицированы в предположении кубической сингонии, параметр решетки $a=10,35$ ангстрем. При термолизе аммонийных солей образуются промежуточные продукты со структурой типа гексагональных вольфрамовых бронз (ГВБ). их рентгенограммы проиндицированы в предположении гексагональной сингонии, параметры решетки $a=29,46$; $c=7,67$ ангстрем.

Таким образом, по результатам термического анализа для исследования каталитической активности были взяты образцы натриевых

и калийных солей вольфрамометаллатов железа, кобальта и никеля, прокаленные в течение 1 часа при температуре 430 °С, и аммонийных солей, прокаленные при температуре 350 °С.

При изучении кислотных характеристик поверхности катализаторов установлено, что на поверхности продуктов термического разложения вольфрамометаллатов натрия, калия и аммония имеются кислотные центры средней силы $+1,5 \leq H_0 \leq +3,3$. Концентрация кислотных центров Бренстеда (C_B) зависит от природы щелочного металла, входящего в состав катализатора. Наибольшую Бренстедовскую кислотность имеют продукты термолиза аммонийных солей вольфрамометаллатов – фазы со структурой гексагональных вольфрамовых бронз. Активность катализаторов в реакции высокотемпературного гетерогенного окисления пропана кислородом воздуха возрастает в ряду $Na^+ - K^+ - NH_4^+$ и $Fe^{2+} - Ni^{2+} - Co^{2+}$, т.е. наибольшей активностью обладает вольфрамокобальтат аммония.

Изменение логарифма концентрации пропана ($\lg C_{pr}$) во времени (τ) в процессе окисления имеет вид прямой линии. По тангенсу угла наклона этой прямой к оси τ рассчитаны константы скоростей окисления в предположении псевдопервого порядка реакции по углеводороду. В данном случае не обнаруживается явная взаимосвязь каталитической активности и кислотности поверхности катализатора, что свидетельствует, очевидно, об окислении пропана поверхностным адсорбированным кислородом на твердом катализаторе. В этом случае активность коррелирует с энергией связи кислорода с поверхностью катализатора q_s , а, следовательно, и цветом катализатора: чем интенсивнее окрашены оксиды металлов, тем ниже значение q_s и тем активнее катализатор. Несмотря на то, что это правило весьма приближенное, для данного процесса наблюдается хорошая корреляция между интенсивностью окраски катализатора и константой скорости окисления пропана на данном катализаторе.

Окисление акролеина на вольфрамометаллатах натрия, калия и аммония протекает с образованием акриловой и уксусной кислот. Наличие в продуктах окисления оксида и диоксида углерода свидетельствует о протекании параллельных или параллельно-последовательных реакций. Селективность (S) катализаторов по акриловой и по уксусной кислотам при увеличении температуры процесса проходит через максимум. Максимум селективности по акриловой кислоте достигается при 300 °С, по уксусной – при 330 °С. Активность катализаторов при оптимальной температуре возрастает с увеличением концентрации кислотных центров Бренстеда на их поверхности. Одновременно с этим снижается селективность процесса, что, очевидно, связано с увеличением скоростей побочных реакций. Вследствие этого высокая избирательность процесса окисления акролеина в акриловую и уксусную кислоты наблюдается только при небольших степенях превращения акролеина.

Каталитическая активность простых оксидов железа, кобальта, никеля и вольфрама и их механические смеси проявляют значительно

более низкую селективность в этих реакциях. Вероятной причиной этого различия по селективности является именно сочетание этих элементов в одном индивидуальном соединении с определенным типом структуры, а именно, фазах переменного состава со структурой типа пирохлора и гексагональных вольфрамовых бронз. Так, фазы типа гексагональных вольфрамовых бронз образуются в процессе приготовления кремневанадиймолибденовых катализаторов высокотемпературных процессов окисления органических соединений.

Таким образом, изучены свойства катализаторов, приготовленных на основе вольфрамометаллатов состава: $M_6[(OH)_2XW_9O_{30}] \cdot nH_2O$, $M - Na^+$, K^+ , NH_4^+ ; $X - Fe^{2+}$, Co^{2+} , Ni^{2+} в реакциях гетерогенного окисления пропана и акролеина кислородом воздуха. Установлены некоторые закономерности изменения их каталитических свойств в зависимости от внешнесферных катионов и внутрисферных гетероатомов 3d-элементов. Продукты термолитиза калийных и аммонийных солей вольфрамометаллатов – фазы со структурой типа пирохлора и гексагональных вольфрамовых бронз являются перспективными соединениями для приготовления катализаторов окисления органических веществ.

Полученные данные позволяют прогнозировать каталитические свойства аналогичных гетерополисоединений при создании новых каталитических систем.

Список литературы

1. Чередниченко Л.А., Мороз Я.А. Каталитические свойства гетерополивольфрамов с 3d-элементами и продуктов их термолитиза [Текст] / 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 [Текст] / П.А. Никульшин, А.В. Можаяев, И.Д. Ишутенко и др. // Кинетика и катализ – 2012. – Т. 53, № 5. – С. 660-672.
3. Пат. № 2509729. Российская Федерация. МПК(2006.01) 10 G 49/04, Лакунарный гетерополианион структуры Кеггина на основе вольфрама для гидрокрекинга [Текст] / 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.
4. Мороз Я.А. О некоторых закономерностях термолитиза гетерополиоксометаллатов с 3d-элементами [Текст] / Я.А. Мороз, Л.А. Чередниченко // Журн. Вестник ДонНУ. Серия А: Естественные науки. – 2018. – № 1. – С. 95-104.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЙСТВИЯ МЯГКИХ ОКИСЛИТЕЛЬНЫХ АГЕНТОВ В ПРОЦЕССАХ ОЧИСТКИ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ

Прудченко А.П., канд. хим. наук, *Савоськин М.В.*, канд. хим. наук,
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. Развитие технологий производства новых функциональных материалов неразрывно связано с проблемой получения очень чистых, в том числе углеродных, наноматериалов [1]. Известно, например, что наличие примесей аморфного углерода (АУ) в продуктах CCVD – синтеза углеродных нанотрубок (УНТ) приводит к существенной потере функциональных свойств УНТ и значительно усложняет очистку последних. Аморфный углерод является продуктом некаталитического пути пиролиза органических веществ – прекурсоров углерода. Для предотвращения накопления АУ есть несколько путей – сокращение длительности процесса, подавление некаталитического потока (снижение температуры), введение агентов, способствующих реакции окислительной термодеструкции АУ [2,3]. Поскольку первые два пути существенно снижают удельную производительность процесса, то наиболее перспективным выглядит третий – использование в CCVD – синтезе УНТ мягких окислительных агентов.

Целью настоящей работы было изучение возможности использования кислородсодержащих агентов (воздух, углекислый газ, вода) в CVD – синтезе наноуглерода (НУ) и УНТ *in situ* для предотвращения инкапсулирования частиц носителей и катализаторов аморфным углеродом.

Результаты. Изучение действия окислителей проводили на образце НУ, полученном по стандартной методике [4] в CVD – процессе с использованием в качестве носителя силикагеля Silpearl и коммерческой пропан – бутановой смеси по ГОСТ 27578-87 в качестве прекурсора углерода. Образец НУ помещали в трубчатый кварцевый реактор и при заданных параметрах процесса пропускали пары кислородсодержащего окислительного агента. Потерю массы образца определяли по уравнению: $\Delta m, \% = m_0 - m_t \div m_0 \times 100$, где m_0 – масса образца НУ до обработки, а m_t – масса образца НУ после обработки. Как видно из рис.1, с повышением температуры потеря массы образцов НУ возрастает для всех кислородсодержащих агентов, но если для CO_2 и воздуха (рис.1 а, в) такая зависимость близка к линейной, то для воды реализуется экспоненциальная зависимость с резким ростом потери массы при температурах выше 700°C (рис. 1 б).

Анализ данных РФА позволяет сделать вывод, что вода и CO_2 оказывают мягкое окислительное действие на НУ (рис.2 б, в), тогда как использование воздуха даже без принудительной подачи приводит к драматическим изменениям структуры, связанных с деструкцией как несовершенной (турбостратной) при $2\theta = 22,28^\circ$, так и графитированной части нанотрубок при $2\theta \approx 25^\circ$ (рис.2 г).

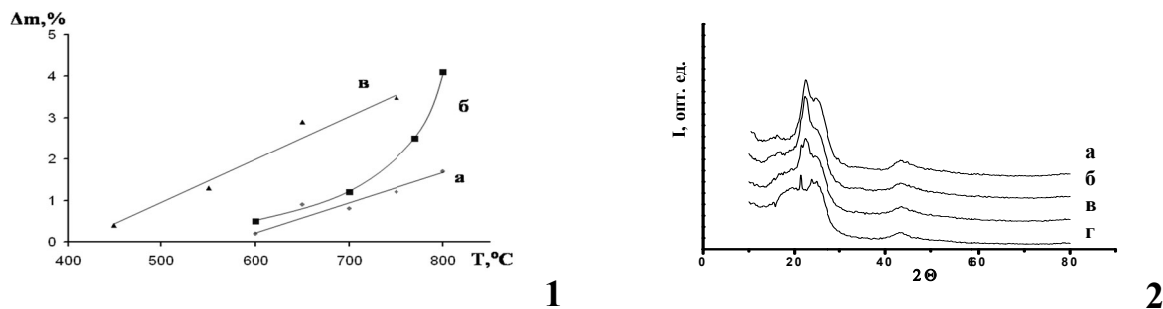


Рис. 1. Зависимость потери массы НУ от температуры процесса.

Рис. 2. Рентгеновские дифрактограммы НУ после обработки при $T = 800^\circ\text{C}$: исходный НУ – а; НУ, $\text{CO}_2 = 60 \text{ см}^3/\text{мин}$, $t = 2$ часа – б; НУ, H_2O , He = $60 \text{ см}^3/\text{мин}$, $t = 2$ часа – в; НУ, воздух, $t = 2$ часа – г

Проверку эффективности действия мягких окислительных агентов проводили в CVD – синтезе НУ на силикагеле Silpearl и в CCVD – синтезе УНТ с использованием металлоксидных катализаторов (МОК) общей формулы Ni,Co/CaCO_3 и CO_2 как газа – носителя. Данные РФА полученных образцов представлены на рис. 3 и 4 соответственно.

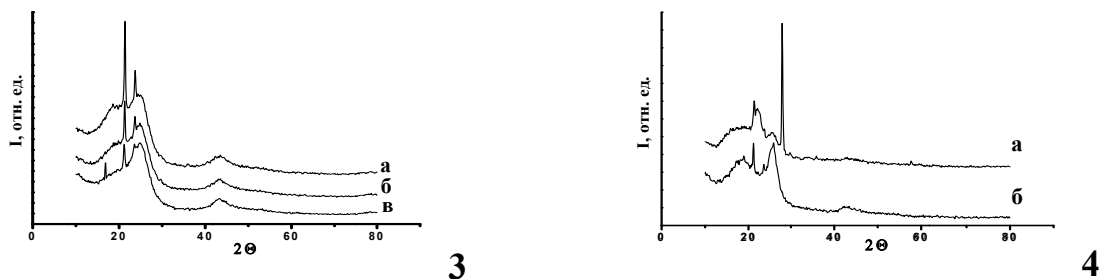


Рис. 3. Рентгеновские дифрактограммы НУ, полученных осаждением на SiO_2 при скорости потока CO_2 , $\text{см}^3/\text{мин}$: а- 15; б – 30; в – 60; (Pr-But = $45 \text{ см}^3/\text{мин}$, $T = 800^\circ\text{C}$, $t = 8 \text{ ч}$)

Рис. 4. Рентгеновские дифрактограммы УНТ при Pr-But = $30 \text{ см}^3/\text{мин}$, $T = 800^\circ\text{C}$, $t = 8 \text{ ч}$: а – Ar = $60 \text{ см}^3/\text{мин}$; б – $\text{CO}_2 = 60 \text{ см}^3/\text{мин}$

Показано, что с увеличением содержания CO_2 в реакционной смеси возрастает доля углеродного продукта с высокой степенью упорядоченности, о чем свидетельствует рост дифракционного максимума при $2\theta = 25,84^\circ$ (рис.3 а – в, рис.4 б), соответствующего рефлексу (002) графита, а также уменьшение доли турбостратного углерода ($2\theta = 22,28^\circ$). Сравнение ПЭМ – микрофотографий образцов УНТ, полученных в CCVD – процессе на МОК с использованием в качестве газа – носителя аргона

(рис.5 а) и углекислого газа (рис.5 б) также ясно свидетельствует об уменьшении примесей АУ и повышении качества целевых углеродных продуктов – многостенных углеродных нанотрубок.

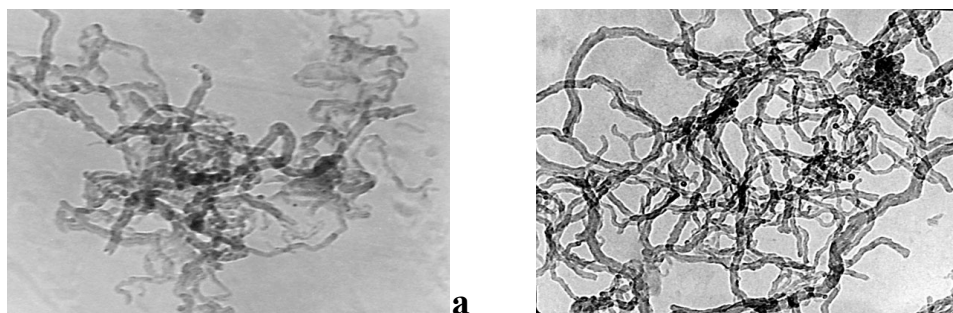


Рис. 5. ПЭМ – изображение УНТ, полученных на МОК состава $\text{Ni}_3\text{Co}/\text{CaCO}_3$ при $\text{Pr-But} = 30 \text{ см}^3/\text{мин}$, $T = 500^\circ\text{C}$, $t = 1 \text{ ч}$: а – $\text{Ar} = 60 \text{ см}^3/\text{мин}$; б – $\text{CO}_2 = 60 \text{ см}^3/\text{мин}$.

Выводы. Показано, что использование воды и углекислого газа в качестве компонентов реакционной газовой смеси в CVD – синтезе углеродных наноматериалов различной морфологии значительно повышает качество целевых продуктов и снижает содержание примесей аморфного углерода.

Список литературы

1. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А. И. Гусев // М.: Физматлит, 2007. – 416 с.
2. Water assisted highly efficient synthesis of impurity free single-walled carbon nanotubes/ K. Hata [et al.] // Science. – 2004. – Vol. 306. – P. 1362-1365.
3. Catalytic CVD synthesis of carbon nanotubes: towards high yield and low temperature growth/ A. Magrez [et. al.] // Materials. – 2010. – Vol. 3. – P. 4871-4891.
4. 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.

УДК 546.26-162

ТЕМПЛАТНЫЙ СИНТЕЗ МЕТАЛЛОКСИДНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ И УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

Прудченко А.П., канд. хим. наук, **Савоськин М.В.**, канд. хим. наук,
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. Интерес к изучению закономерностей синтеза и свойств металлоксидных катализаторов (МОК) роста углеродных нанотрубок (УНТ) связан с бурным ростом исследований по практическому

применению УНТ в различных технологиях по созданию новых материалов для электроники, оптоэлектроники, производства сенсоров, сорбентов, средств доставки лекарств и т.д. [1]. В связи с этим все более актуальной становится проблема синтеза эффективных катализаторов для получения массивов УНТ, соответствующих определенным, специфическим требованиям, в частности, по форме, размерам и объему пор, электро – и теплопроводности, химической и механической стойкости. Наиболее приемлемым подходом для решения этой проблемы является темплатный синтез, в котором углеродный продукт осаждается на темплате, состоящем из частиц с желаемыми параметрами по форме, размерам и структуре, а после удаления его представляет собой инверсную реплику последнего.

Целью настоящей работы было проведение темплатного синтеза металлоксидных катализаторов роста УНТ общего состава $\text{Fe}_x, \text{Co}_y, \text{Ni}_z / \text{CaCO}_3 (\text{CaO})$ с использованием метода полимеризованных комплексных предшественников (ПКП). Эффективность синтезированных катализаторов оценивали по результатам темплатного синтеза УНТ в процессе осаждения углерода из газовой фазы (CCVD – процесс).

Результат. Метод ПКП, описанный нами ранее в [2], основан на способности металлов 3d – группы (Fe, Co, Ni) образовывать устойчивые комплексы с углеводами состава $\text{Me}(\text{NO}_3)_x\text{L}$, где L – органический лиганд (углевод). Термолиз таких комплексов при 130 – 200°С в результате протекания внутримолекулярной окислительно – восстановительной реакции, а также реакций полиэтерификации приводит к образованию трехмерной полимерной органической матрицы в виде твердой мелкопузырчатой пены, в которой ионы активных металлов и носителя с заданным мольным соотношением равномерно распределены по всему объему. Последующий за этим отжиг «пены» при 550 – 650°С, проходящий в условиях самораспространяющегося термического синтеза приводит к образованию частиц прекурсоров катализаторов роста УНТ. Как видно из рис.1, а, полученные частицы полностью повторяют структуру полимерной органической матрицы, сохраняя ее остов. В результате был проведен классический темплатный синтез, где темплат – углеродный полимерный каркас термоокисленного углевода, а реплика – носитель МОК ($\text{CaCO}_3, \text{CaO}, \text{MgO}$) с распределенными в объеме и по поверхности частицами оксидов активных металлов. Такой подход позволил получить легкие пористые порошки МОК с насыпной плотностью 0,02 – 0,05 г/см³.

Следует отметить, что синтез МОК проводился при мольном соотношении компонентов углеводов: Me от 5:1 до 10:1 и MeO: Ca(Mg)O 0,01:1 до 0,3:1. CCVD – синтез УНТ с использованием полученных катализаторов проводили как описано ранее [3] в трубчатом реакторе в температурном интервале 650-850°С (газ – носитель – Ar, He, газ –

прекурсор углерода – коммерческая пропан – бутановая смесь по ГОСТ 27578-87). Без использования процессов предварительного активирования (восстановления) удельная эффективность МОК составила 1,5-9,5 г/г_{кат.} Деминерализованный углеродный продукт, состоящий из многостенных УНТ повторяет форму темплата (МОК) и имеет такую же объемно – пористую структуру (рис.1, б). Хорошо видно, что УНТ имеют однородную структуру и покрывают всю поверхность частиц как снаружи, так и внутри, что свидетельствует о равномерном распределении частиц МОК на носителе (рис.1, в, г). По данным ПЭМ (рис.2, а) и РФА (рис.2, б) получены УНТ однородного состава диаметром 20-40 нм и малым количеством примесей аморфного углерода, что свидетельствует о высокой селективности синтезированных металлоксидных катализаторов.

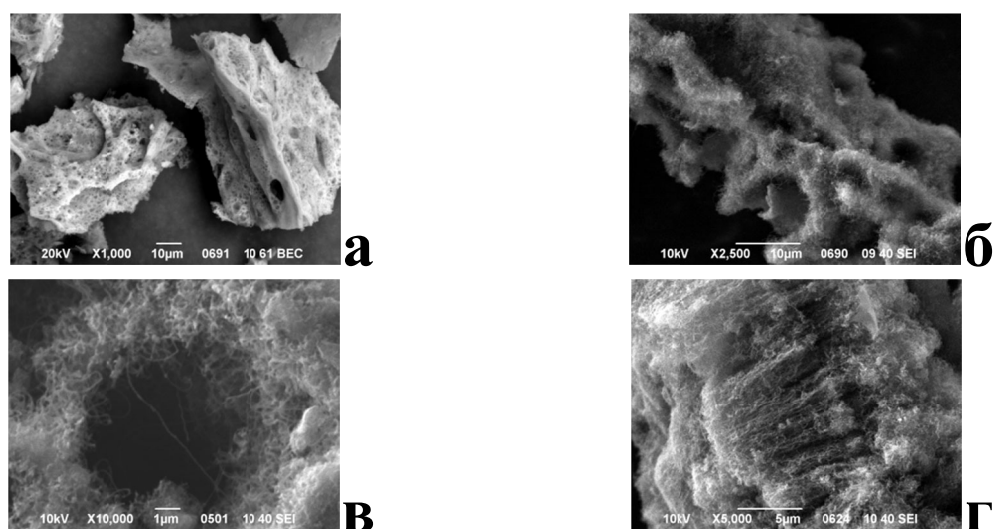


Рис. 1. СЭМ – микрофотография частиц: МОК – а; УНТ – б, в, г

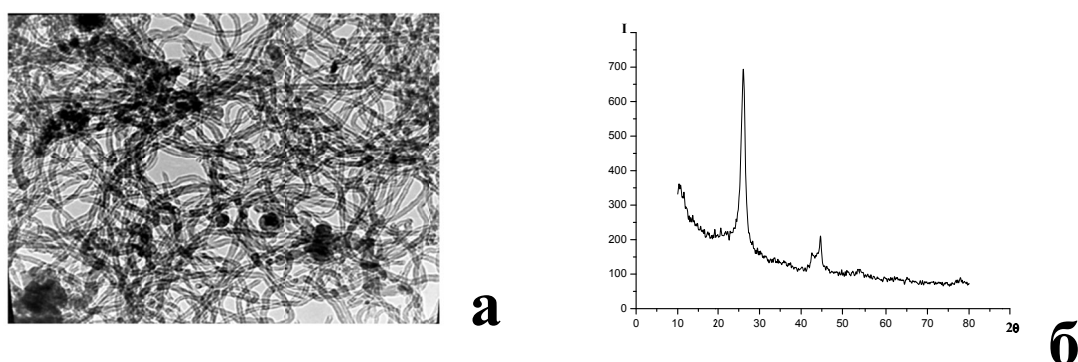


Рис. 2. ПЭМ – изображение УНТ – а; Рентгеновская дифрактограмма УНТ – б

Заключение. Показано, что применение метода полимеризованных комплексных предшественников в темплатном синтезе МОК позволяет получать высокоэффективные и селективные темплаты второго порядка –

катализаторы роста УНТ, использование которых в CCVD – процессе приводит к образованию однородных по структуре массивов многостенных углеродных нанотрубок.

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. 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.

УДК 546.26-162

СПОНТАННАЯ АССОЦИАЦИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОЧАСТИЦ ПРИ ИХ ВЫДЕЛЕНИИ ИЗ ПРОДУКТОВ CVD-ПРОЦЕССА НА КАРБОНАТЕ КАЛЬЦИЯ

*Прудченко А.П., канд. хим. наук, Хрипунов С.В., канд хим. наук,
Савоськин М.В., канд. хим. наук, Протасевич Ю.С.,
Полякова О.Ю., Глазунова В.А.,
Волкова Г.К., Бурховецкий В.В.*

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

Введение. Исследование закономерностей процесса получения углеродных наноматериалов (УНМ) является актуальной проблемой химии материалов последние два десятилетия. Неослабевающий интерес к этим объектам обусловлен их уникальными физическими и химическими свойствами, позволяющими создавать новое поколение материалов для электроники, авиа- и космической техники и т.д. Одним из распространенных методов получения УНМ является газофазное химическое осаждение углерода (CVD-метод) на темплатах различной природы. Ранее мы сообщали об особенностях синтеза УНМ при использовании в качестве темплата карбоната кальция [1]. Установлено, что в условиях синтеза (температура 700-800°C, в атмосфере инертного газа) темплат претерпевает химические и структурные изменения:

происходит разложение CaCO_3 до CaO с выделением CO_2 , которое сопровождается перестройкой гексагональной кристаллической решетки кальцита в кубическую оксида кальция. Мы предполагаем, что такие трансформации темплата должны влиять на состав и свойства образующихся УНМ.

Целью работы было изучение продуктов CVD-синтеза УНМ, проводимого в «мягких» условиях при температуре 700°C . Ожидалось, что при этом будут осуществляться два параллельно-последовательных темплатных синтеза: образование CaO из CaCO_3 (темплат – CaCO_3) и синтез УНМ (темплат – смесь CaO и CaCO_3). Осаждение углерода может происходить параллельно на активных гранях кристаллов как CaO так и CaCO_3 , что может приводить к появлению разных по структуре углеродных наночастиц.

Результаты. Синтез УНМ проводили в трубчатом кварцевом реакторе при атмосферном давлении и $T = 700^\circ\text{C}$, как описано в [2]. В качестве источника углерода применяли пропан-бутановую смесь и газ-носитель аргон в соотношении 1:2 и 2:1. Удаление темплата осуществляли обработкой раствором соляной кислоты при комнатной температуре. Затем углеродный продукт отмывали дистиллированной водой до нейтральной реакции промывных вод и высушивали при 105°C .

По данным РФА в продуктах синтеза отсутствуют графитоподобные структуры, о чем свидетельствует отсутствие на дифрактограммах рефлексов в области $2\theta\ 26 - 26,5^\circ$ (рис. 1).

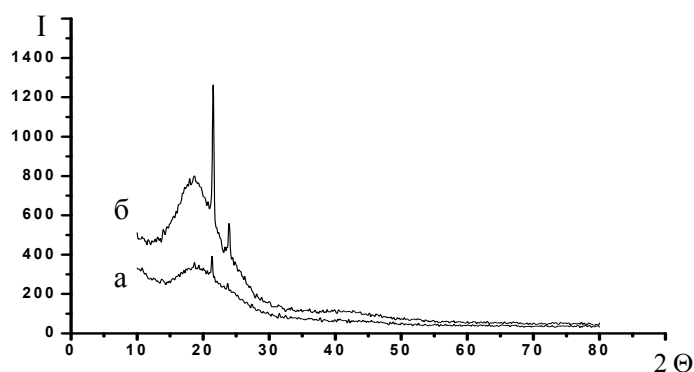


Рис. 1. Рентгеновские дифрактограммы УНМ, полученных при $T = 700^\circ\text{C}$, Pr-But:Ar: а) 1:2; б) 2:1

В то же время анализ образцов УНМ методом просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) показывает наличие плоских прозрачных частиц, относимых по структуре к малослойным графеновым частицам (рис. 2 а), стопок из таких частиц (рис. 2 б), а также более сложных трехмерных образований типа «нанопомпонов» (рис. 2 в), структурно и размерно аналогичных частицам, полученным из оксида графита S. H. Park и др. [3].

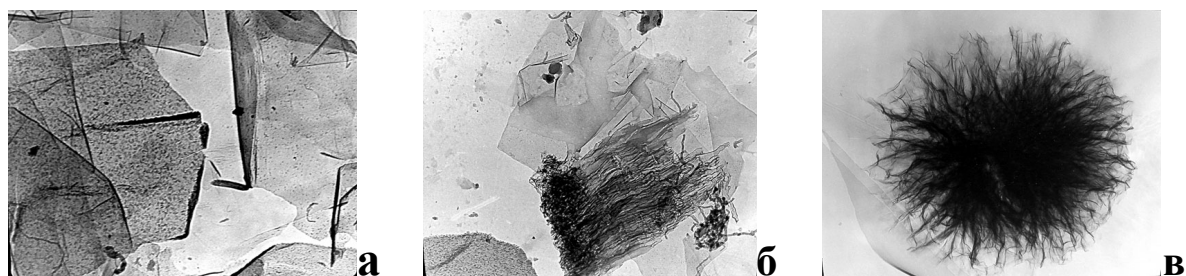


Рис. 2. ПЭМ-изображения УНМ

Отсутствие на дифрактограммах УНМ рефлексов, характерных для таких структур объясняется, по нашему мнению, тем, что в CVD-процессе с использованием меняющего свою структуру темплата углерод осаждается на активных гранях темплата (темплата – смесь CaO и CaCO_3) определенного кристаллографического направления, а также на границе раздела фаз в виде кластеров углеродных атомов и углеродных частиц, которые стабилизируются кристаллической решеткой «хозяина»-темплата. При этом углерод в углерод-минеральном комплексе находится в рентгеноаморфном состоянии из-за малого размера частиц, не образуя свою фазу. В процессе удаления темплата (демнерализации) углеродные частицы различной структуры претерпевают процедуру спонтанной самоассоциации и самосборки, приводящей к образованию разной степени упорядоченных структур. По сути, углерод-минеральный промежуточный продукт CVD-синтеза можно отнести к диссипативной структуре, в которой углерод находится в устойчивом равновесии в неравновесной системе, причем таких разных по энергии равновесных состояний может быть много. Как известно, подвод вещества или энергии к таким системам, что и происходит при проведении демнерализации углерод-минерального комплекса, приводит к процессам самоассоциации с образованием разной степени упорядоченных или неупорядоченных (аморфных) структур. В рамках такого подхода к интерпретации, полученных нами результатов синтеза УНМ на карбонате кальция становится возможным объяснить наличие в углеродном продукте и аморфного углерода и частиц более высокой степени метаморфизма – 2d-структур (малослойных «графенов») и 3d-частиц («нанопомпонов»). Можно предположить, что на процесс самосборки углеродных наноструктур будут влиять такие макрокинетические параметры как температура, длительность, скорость введения реагентов и их состав.

Закключение. Показано, что при распаде образующегося в CVD-синтезе промежуточного углерод-минерального продукта при выделении УНМ происходят процессы, характерные для диссипативных систем, а именно – спонтанная самоассоциация углеродных наночастиц и самосборка сложных углеродных структур с разной степенью упорядоченности.

Список литературы

1. Хрипунов С.В. Особенности темплатного синтеза углеродных наноматериалов на карбонате кальция / С.В.Хрипунов // Донецкие чтения 2018: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Материалы III Междунар. науч. конф. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2018. – Т. 2 – С. 108-110.
2. Прудченко А.П. Закономерности процесса темплатного синтеза пористых углеродных материалов методом CVD / А.П.Прудченко // Вестник Луганского национального университета имени Владимира Даля, 2018. – №5(11). – С. 299-303.
3. Park S.H. Spray-assisted deep-frying process for the in situ spherical assembly of graphene for energy-storage devices / S.H. Park // Chem. Mater. – 2015. – Vol. 27. – I. 2. – P.457-465.

УДК 615.322+633.811:631.8+546.41

СИНТЕЗ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ – СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ (ФИАЛКИ ТРЕХЦВЕТНОЙ) НА ОСНОВЕ ГИДРОКСИАПАТИТА КАЛЬЦИЯ

Сидун М.С.¹, канд. биол.наук, доцент, *Жегайло А.О.²*

¹ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет
им. М.Горького», г. Донецк, ДНР

²ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
marina-shumeyko67@mail.ru

Отражены результаты эксперимента по синтезу комплексных минеральных удобрений пролонгированного действия на основе гидроксиапатитов кальция, которые могут быть использованы с целью стимуляции роста лекарственных растений (на примере фиалки трёхцветной) и увеличения их урожайности. Ранее в агрохимии удобрения на основе модифицированных гидроксиапатитов кальция не применялись, так как широкое распространение получили смешанные удобрения, которые представляют смеси простых удобрений, получаемые в заводских условиях либо на тукосмесительных установках на местах использования удобрений путем «сухого» смешивания [1, 2]. В фармацевтической промышленности метод стимуляции роста лекарственных растений путём применения данных удобрений не применялся [4].

Целью данной работы является синтез комплексных минеральных удобрений на основе гидроксиапатита, модифицированного магнием, медью и цинком, а также исследование эффективности их применения как стимулятора роста фиалки трёхцветной. Изучение возможностей применения этих веществ в качестве комплексных минеральных удобрений открывает новые перспективы в агрохимии, фармации и медицине.

В ходе выполнения данной работы осуществлен синтез комплексных минеральных удобрений на основе гидроксиапатита, модифицированного магнием, медью и цинком. Для синтеза гидроксиапатитов состава $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$, $\text{Ca}_9\text{Mg}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$, $\text{Ca}_9\text{Cu}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$, $\text{Ca}_9\text{Zn}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ в качестве исходных веществ использовались следующие соединения:

- карбонат кальция CaCO_3 (квалификация «х.ч.»);
- гидрофосфат аммония $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ (квалификация «ч.д.а.»);
- оксид магния MgO (квалификация «о.с.ч.»);
- оксид меди (II) CuO (квалификация «х.ч.»);
- оксид цинка ZnO (квалификация «ч.д.а.»).

Синтез образцов осуществлялся, используя «полукерамическую» методику синтеза гидроксиапатитов. Исследование образцов проводилось методами рентгенофазового анализа. Рентгенофазовый анализ проводили на модернизированном дифрактометре ДРОН-3М (CuK_α -излучение, Ni-фильтр) с электронным управлением и обработкой результатов. Скорость вращения счетчика при обзорной съемке для определения фазового состава образцов составляла $2^\circ/\text{мин}$. Идентификацию фазового состава полученных дифрактограмм проводили с использованием программы Match! (version 1.5c) и рентгеновской базы данных pdf-2 International Center for Diffraction Data (ICDD).

Согласно результатам рентгенофазового анализа, фаза структуры апатита образуется для каждого синтезируемого образца определённого состава, состав их согласуется с предполагаемым составом [5,6] (рис.1).

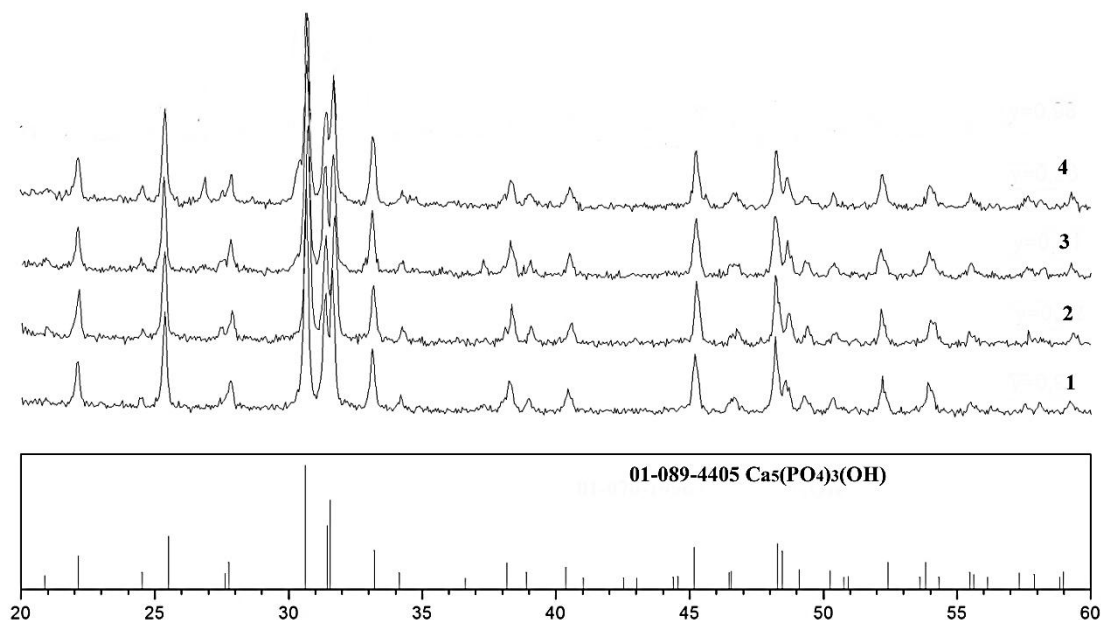


Рис. 1. Рентгенограммы образцов: $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ (1), $\text{Ca}_9\text{Mg}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ (2), $\text{Ca}_9\text{Cu}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ (3), $\text{Ca}_9\text{Zn}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ (4) и штрих-рентгенограмма $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$

Следовательно, состав синтезируемых образцов согласуется с предполагаемым нами составом и имеет структуру апатита [3]. Полученные образцы можно отнести к классу фосфорных удобрений, модифицированных такими добавками как магний, медь, цинк, что является эффективным в условиях кислой реакции среды почв Донбасса.

В качестве тест-объекта для оценки влияния удобрений на рост растений использовалась лекарственная фиалка трёхцветная (*Saintpaulia*), характеризующаяся быстрым ростом, хорошей всхожестью, а также большой чувствительностью к воздействующим факторам. Результаты оценивали по всхожести новых листов в каждой серии, состоянию и цвету листьев, наличию цветения. Все измерения сравнивали относительно контроля. В ходе проведения эксперимента, обнаружено, что все изученные удобрения на основе гидроксиапатита кальция проявляют повышенные ростостимулирующие свойства по отношению к лекарственным растениям и обладают пролонгированным действием. Также установлено, что наиболее заметное улучшение показателей роста, а также усиление цветения относительно контроля и других образцов наблюдалось при применении удобрения состава $\text{Ca}_9\text{Mg}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$.

Таким образом, при помощи «полукерамической» методики синтеза получен ряд удобрений на основе гидроксиапатита кальция: $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$, $\text{Ca}_9\text{Mg}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$, $\text{Ca}_9\text{Cu}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$, $\text{Ca}_9\text{Zn}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$, которые проявляют повышенные ростостимулирующие свойства и обладают пролонгированным действием по отношению к лекарственным растениям.

Список литературы

1. Горышина Т.К. Экология растений / Т.К. Горышина. – М.: Высш. шк., 2004. – 368 с.
2. Кореньков Д.А. Удобрения и их способы использования / Д.А.Кореньков, И.И.Синягин, А.В.Петербургский // Под ред. Коренькова. – М.: Колос, 1982. – 415 с.
3. Солодовников С.Ф. Основные термины и понятия структурной. – кристаллографии и кристаллохимии. Научно-методическое издание / С.Ф.Солодовников. – Новосибирск, 2005. – 115 с.
4. Тарасенко С.А. Физиология и биохимия растений. Практикум: учеб. пособие / С.А.Тарасенко, Е.И.Дорошкевич. – Гродно: УО «ГГАУ», 2004. – 210 с.
5. Tim White Apatite – an Adaptive Framework Structure // Reviews in Mineralogy and Geochemistry. – 2005. – Vol. 57. – P. 307-401.
6. El Koumiri. The crystal structure of the lacunar apatite $\text{NaPb}_4(\text{PO}_4)_3$ Materials Research Bulletin. – 2000. – Vol. 35. – P. 503-513.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОКИСЛИТЕЛЕЙ ДЛЯ ОЧИСТКИ НИКЕЛЬСОДЕРЖАЩИХ СТОКОВ

Хранилов Ю.П., канд. тех. наук, профессор,

Лобанова Л.Л., канд. тех. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет», г. Киров, РФ

khran-yurij@yandex.ru; ludoshkina@mail.ru

Введение. В машиностроении широкое распространение получили процессы гальванического и химического никелирования. Отличительной особенностью обоих процессов является большой объем потерь солей никеля, которые сбрасываются на очистные сооружения и относятся к относительно концентрированным никельсодержащим отходам (НСО). В результате этого никель, смешиваясь с другими токсичными металлами, безвозвратно теряется. К таким отходам относятся отработанные растворы химического никелирования (ОРХН) и растворы из ванн улавливания (РВУ) после гальванического никелирования.

Наряду с переводом ионов никеля из гальванических стоков в малорастворимые соединения ($\text{Ni}(\text{OH})_2$, NiCO_3 и другие) с использованием щелочных осадителей принципиально возможно окисление никеля до NiOOH с использованием сильных окислителей.

Цель исследования заключается в разработке окислительного способа нейтрализации НСО.

Основная часть. Сущность окислительного способа нейтрализации НСО заключается во взаимодействии раствора окислителя с соединениями Ni (II) в щелочной среде с образованием смеси гидроксидов никеля (II) и (III) ($\text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{NiOOH}$), в дальнейшем тексте – СГН.

В работе С.В. Дин [1] был предложен трёхстадийный способ получения СГН, заключающийся в подщелачивании РВУ до pH 8, проведении электролиза с анодом ОРТА и доведении pH суспензии до 11. Нами предложен одностадийный способ, который заключается в непосредственном взаимодействии щелочного раствора окислителя с РВУ при контроле pH конца нейтрализации.

В качестве окислительных растворов были опробованы: растворы NaClO , полученные электролизом с нерастворимым анодом щелочных растворов NaCl ; растворы NaClO , полученные электролизом нейтральных растворов NaCl , с последующим введением NaOH ; раствор NaClO , химически синтезированный при взаимодействии хлорной извести с раствором Na_2CO_3 (C_{NaClO} 5,8 г/л, pH 13,6); раствор NaClO промышленного изготовления (препарат «Белизна», г. Дзержинск, с C_{NaClO} 11,9 г/л и pH 13,1); щелочные растворы персульфатов. При получении NaClO электролизом в качестве анодов использовали ОРТА, электроосажденный

диоксид свинца, графит, стеклографит. Катод – нержавеющая сталь. Электроды располагались горизонтально, анод под катодом.

Опыты проводили с модельными растворами ванн улавливания (РВУ) с содержанием Ni^{2+} от 4,6 до 7,5 г/л и H_3BO_3 3,5 г/л, что соответствует составу РВУ после гальванического никелирования.

Процесс окисления описывается реакциями:



При электролизе растворов NaCl с целью получения окислительного раствора установлено, что по величине BT_{NaClO} исследованные анодные материалы располагаются в ряд: ОРТА > PbO_2 > стеклографит > графит. Из практических соображений (небольшие время электролиза и C_{NaCl}) рекомендовано вести приготовление раствора NaClO электролизом раствора NaCl (20 г/л) при i_a 1–3 А/дм², Q 1–3 А·ч/л, i_v 3–9 А/л с анодом ОРТА (ВТ около 67 %) или из электроосажденного PbO_2 (ВТ около 56 %). Щелочь в раствор NaClO рекомендуется вводить после электролиза.

Со всеми окислителями при взаимодействии с РВУ получены черные осадки СГН. Рентгенофазовым анализом установлено, что в состав осадка входят $\beta\text{-NiOOH}$ и $2\text{NiOOH} \cdot \text{Ni}(\text{OH})_2$.

Ни с одним из окислительных растворов не было получено 100 %-ной окисленности $\text{Ni}(\text{OH})_2$, поэтому использовать окислительную переработку РВУ как способ получения чистого NiOOH не представляется возможным. Однако окислительную переработку РВУ предлагается использовать как способ ускорения седиментации суспензий $\text{Ni}(\text{OH})_2$. Специальными опытами было установлено, что замена 20–50 процентов суспензии $\text{Ni}(\text{OH})_2$ на суспензию СГН (с той же концентрацией твердой фазы) увеличивает степень уплотнения осадка в 1,15–1,62 раза.

С учётом того, что положительный эффект от наличия NiOOH в суспензии проявляется уже при небольших концентрациях, предлагается следующая технология переработки РВУ (рис.).

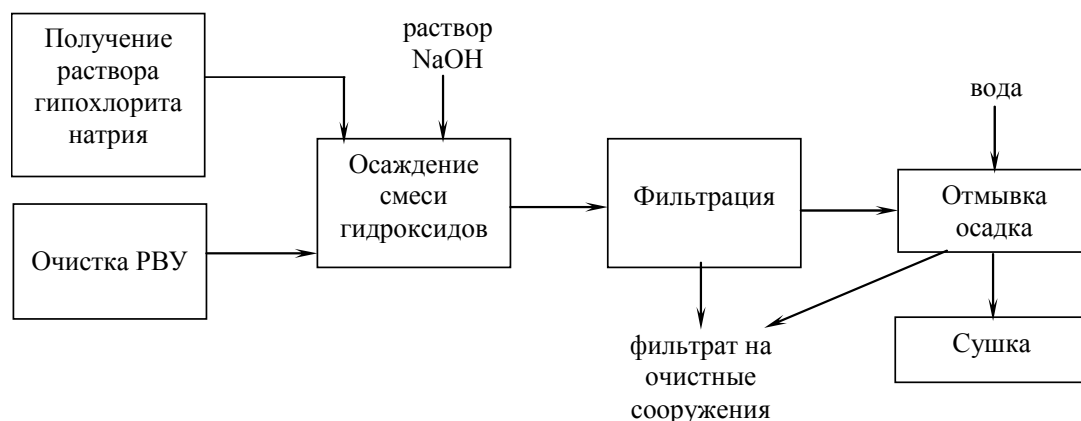


Рис. Принципиальная схема окислительно-осадительной переработки РВУ

Предварительно РВУ должен быть очищен от ионов меди, цинка, железа с помощью известных методик. При осаждении СГН рекомендуемое соотношение массы гипохлорита натрия к массе никеля в РВУ находится в пределах $1:14 \div 1:7$ (то есть 10 – 20 % никеля окисляется по реакциям 1 и 2 с целью ускорения последующей фильтрации). Полученная СГН после фильтрации, отмывки от водорастворимых солей, сушки и растворения в серной кислоте может быть использована для корректировки ванн никелирования.

Термодинамические расчеты показали возможность окисления соединений Ni (II) также и озоном. Были проведены опыты по озонированию с использованием озонаторов, разработанных на электротехническом факультете ВятГУ под руководством проф. В.И. Пантелеева. Установлено, что при озонировании МРВУ окисления никеля не происходит. После обработки МРВУ раствором NaOH полученные суспензии $\text{Ni}(\text{OH})_2$ (рН 9 – 11) при озонировании постепенно чернели. Окисленность полученных осадков оказалась около 3 %, но они отличались от осадка $\text{Ni}(\text{OH})_2$ более высокой скоростью седиментации, что может иметь практическое значение. Остаточная концентрация никеля после озонирования суспензий с рН 11 была в пределах 0,013 – 0,19 мг/л.

Самостоятельной областью утилизации СГН может быть их использование в составе активной массы оксидноникелевых электродов ламельной конструкции для щелочных аккумуляторов. Специальными опытами было показано, что СГН, полученные с использованием различных окислителей, способны принимать заряд и отдавать полученную емкость.

Аналогичные эксперименты были проведены с отработанными растворами химического никелирования, содержащими около 20 г/л сульфата никеля, гипофосфит и фосфит натрия, сульфат аммония. При использовании обоих окислителей образование NiOOH не наблюдалось. Причиной этого, по-видимому, является высокая концентрация восстановителей (фосфит, гипофосфит, аммиак), превосходящая концентрацию ионов никеля в десятки раз.

Заключение. Определены режимы получения растворов NaClO (электрохимическим и химическим методами) для использования в окислительной переработке РВУ после гальванического никелирования.

Разработана технология одностадийной окислительной переработки никеля из РВУ в смесь гидроксидов никеля с улучшенной седиментацией осадка.

Установлено, что при озонировании суспензий гидроксида никеля (II) образуется смесь гидроксидов никеля с окисленностью около 3 %.

Список литературы

1. Дин С.В. Технология извлечения никеля из отработанных электролитов никелирования. Автореферат дисс. на соискание уч. степ. канд. техн. наук. – М. – 1994. – 16 с.

ФЛЮОРИТОПОДОБНЫЕ МОЛИБДАТЫ ЛАНТАНА-САМАРИЯ***Чебышев К.А., Селикова Н.И., Новик Т.А., Пасечник Л.В.***

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

Chebyshev.konst@mail.ru

Благодаря комплексу структурных особенностей, долгое время не ослабевают исследования ионных проводников на основе соединений со структурой флюорита. Это высокое соотношение анионов к катионам, преимущественно ионная связь между структурными единицами, легкость дефектообразования и рыхлость упаковки.

Молибдаты редкоземельных элементов $\text{Ln}_5\text{Mo}_3\text{O}_{16+\delta}$ с флюоритоподобной структурой обладают высокой кислород-ионной проводимостью при средних температурах, отсутствием фазовых переходов и соизмеримыми с YSZ значениями коэффициента термического расширения.

Наибольшей величиной проводимости обладает молибдат лантана, но его можно синтезировать только в восстановительных условиях. Стабилизация структуры в окислительных условиях путем гетеровалентного замещения лантана или молибдена на ионы с меньшим зарядом, приводит к снижению кислородной стехиометрии. Однако, может негативным образом сказываться на величине проводимости уменьшение содержания кислорода в структуре. Таким образом были получены молибдаты $\text{La}_5\text{Mo}_2\text{NbO}_{16}$ и $\text{CdLa}_4\text{Mo}_3\text{O}_{16}$. Поэтому является перспективным путь изовалентного замещения лантана на редкоземельный элемент с меньшим ионным радиусом, таким образом, чтобы усредненный ионный радиус редкоземельных элементов был близок к ионному радиусу неодима. Изменение содержания оксида молибдена в системе позволит контролировать кислородную стехиометрию и облегчит формирование флюоритоподобной структуры.

В данной работе было исследовано фазообразование в системе $\text{La}_2\text{O}_3 - \text{Sm}_2\text{O}_3 - \text{MoO}_3$ в области концентраций молибдена 50-54,5 мол.%. Синтез проводили твердофазным методом из стехиометрических смесей оксидов металлов. Конечная температура синтеза составила 1200°C. Методом рентгенофазового анализа установлено, что при соотношении оксидов редкоземельных элементов 1:1 образуется кубическая флюоритоподобная фаза в диапазоне концентраций 51,2-53,4 мол.% MoO_3 . Полученные твердые растворы были исследованы методами сканирующей электронной микроскопии с энергодисперсионным рентгеновским микроанализом, ИК-спектроскопии. Для однофазных образцов кристаллическая структура уточнена методом Ритвельда и измерены электрофизические свойства в температурном диапазоне 300-700°C.

КОАГУЛЯЦИОННЫЙ МЕХАНИЗМ ВЗРЫВНОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ

Александров В.Д., д-р хим. наук,

Фролова С.А., канд. хим. наук, доц., *Зозуля А.П.*

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»,

г. Макеевка, ДНР

zozulyanastya@yandex.ua

На основании термограмм нагревания и охлаждения различных веществ [1] рассмотрены причины перехода от квазиравновесной кристаллизации (КРК), происходящей с практическим отсутствием переохлаждения, к неравновесно-взрывной (НРВК) из переохлажденной жидкости. Показано, что переходы КРК \leftrightarrow НРВК связаны со структурными превращениями, происходящими в жидкой фазе как выше, так и ниже температуры плавления. После слабого прогрева и охлаждения расплава реализуется КРК, а после относительно большого прогрева – НРВК. (рис. 1)

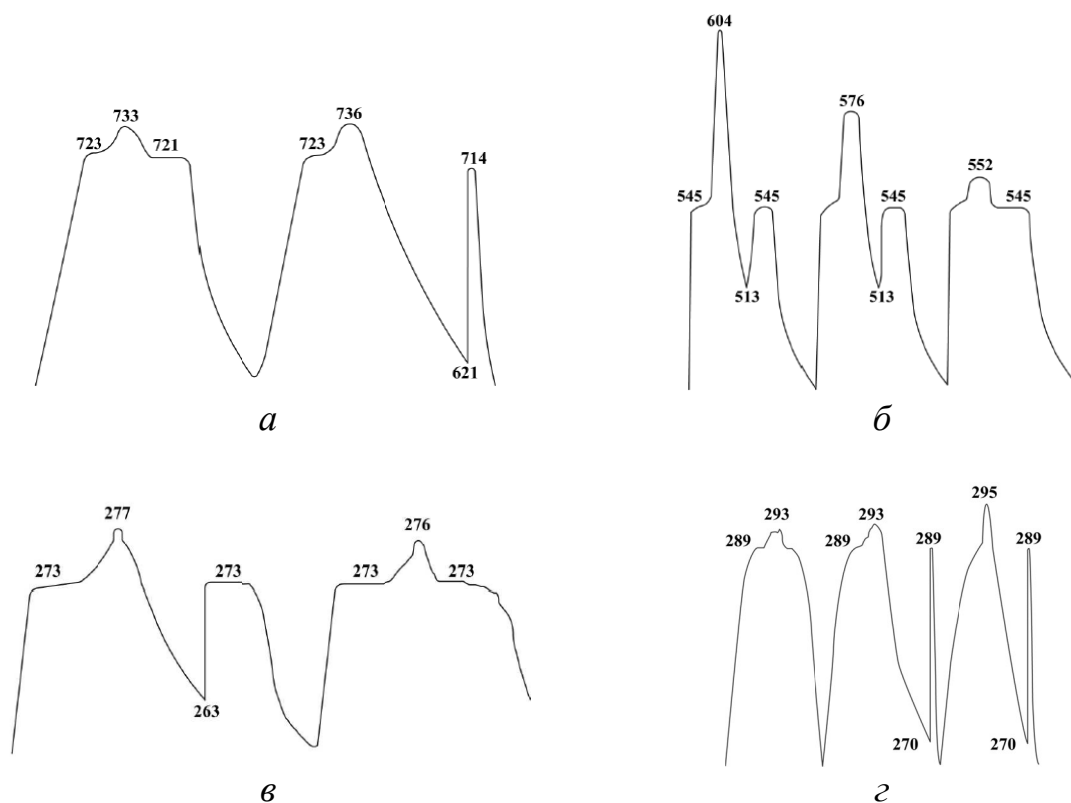


Рис. 1. Термоциклы нагревания и охлаждения теллура (а), висмута (б), воды (в) и уксусной кислоты (г). Температуры даны в градусах Кельвина

Установлено, что при коагуляции даже двух зародышей выделяется энергия эквивалентная квантам электромагнитного излучения, способствующим активации присоединения других зародышей по цепному механизму.

Расчеты показали, что при коагуляции множества зародышей выделяется теплота достаточная для быстрого прогрева вещества из области переохлаждения до температуры плавления.

По аналогии с известной диаграммой теплового взрыва построена и проанализирована подобная диаграмма зависимости тепловыделения и теплоотвода от времени (рис. 2).

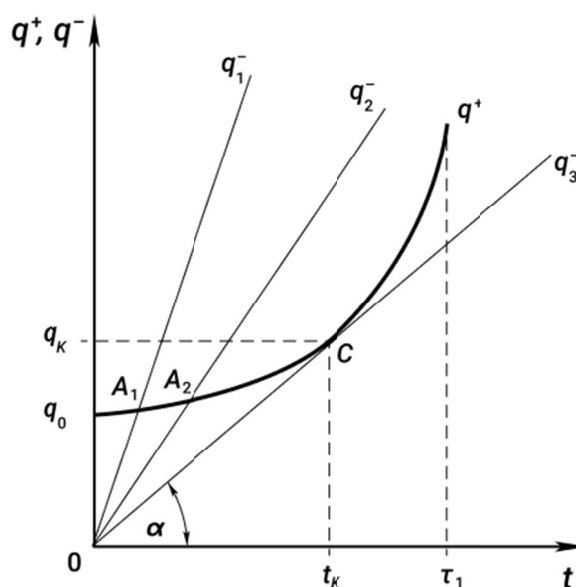


Рис. 2. Зависимость теплоприхода q^+ и теплоотвода q_1^- , q_2^- , q_3^- от времени t протекания цепной реакции [2]

Найдены критические значения начала взрывного процесса и скорости охлаждения жидкой фазы. Предложен и проанализирован механизм взрывной кристаллизации переохлажденных расплавов, основанный на процессе коагуляции зародышей кристаллов. Результаты трактуются с точки зрения известной теории цепных реакций взрывного типа.

Список литературы

1. Александров В.Д. Кинетика зародышеобразования и массовой кристаллизации переохлажденных жидкостей и аморфных сред / В.Д.Александров // Сборник избранных трудов. – Донецк: Донбасс, 2011. – 590 с.
2. Семёнов Н.Н. Цепные реакции / Н.Н.Семёнов. – Л.: Госхимтехиздат, 1934. – 562 с.

МОДИФИЦИРОВАНИЕ ЧАСТИЧНО ВОССТАНОВЛЕННОГО ОКСИДА ГРАФИТА СОЕДИНЕНИЯМИ ЖЕЛЕЗА

*Алемасова Н.В.¹, канд. хим. наук, Савоськин М.В.¹, канд. хим. наук,
Прокофьева Л.А.¹, Кравченко В.В.¹, Сухова С.Р.¹,
Бурховецкий В.В.², Волкова Г.К.²,*

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

²ГУ «Донецкий физико-технический институт им. А.А. Галкина», г. Донецк, ДНР
alemasova.nv@gmail.com

Введение. Оксид графита (ОГ), вследствие наличия различных кислородсодержащих функциональных групп, представляет собой перспективное сырье для производства композитов на основе оксида графена или восстановленного оксида графена, содержащего наночастицы модифицирующих добавок. Области применения таких комбинированных наноматериалов весьма широки: в качестве материалов суперконденсаторов и литий-ионных батарей, сенсоров, в производстве функциональных полимерных композитов, материалов для адресной доставки лекарств, очистки сточных вод, гетерогенного катализа и др.

Целью работы являлось получение частично восстановленных ОГ, модифицированных наночастицами соединений железа.

Основная часть. В работе использовали ОГ синтезированный по методу Хаммерса [1] из графита Formula BT 2935APH (Superior Graphite Co, USA). Модификацию ОГ соединениями железа проводили двумя способами. В первом, железо(II) сорбировали на поверхности ОГ, а затем восстанавливали водным раствором гидразина. Сорбцию FeSO_4 суспензией ОГ проводили в статических условиях в течение 16 часов при комнатной температуре (концентрация суспензии ОГ 2 мг/мл, концентрация железа(II) 0,04 М, pH 2.8). Для приготовления суспензии к навеске ОГ добавляли дистиллированную воду и обрабатывали ультразвуком в течение 20 мин в ультразвуковой ванне Codyson CD-4800 (рабочая частота 42 кГц, мощность 70 Вт). Восстановление гидратом гидразина (массовое соотношение $\text{ОГ} : \text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ составляло 1 : 8,5) проводили при температуре 90°C в течение 1 часа при перемешивании на магнитной мешалке. Модифицированный восстановленный ОГ многократно промывали дистиллированной водой, отделяли от промывных вод центрифугированием, высушивали при комнатной температуре. Полученный продукт представляет собой мелкодисперсный черный порошок, обладающий магнитными свойствами.

Во втором случае, гексацианоферрат(II) калия первоначально исследовали в качестве восстановителя ОГ. Выбор был обусловлен тем,

что система $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}/[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ используется в качестве редокс-медиатора в сенсорах, как, например, в работе [2]. Однако он продемонстрировал дополнительные интересные особенности – выступил одновременно восстановителем, стабилизатором суспензии и физическим модификатором ОГ. Процедура была следующей: готовили суспензию ОГ концентрацией 4 мг/мл как описано выше, затем добавляли навеску $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (концентрация железа(II) 0,1 М). Восстановление проводили при температуре 80°C в течение 3 часов при перемешивании на магнитной мешалке. Модифицированный восстановленный ОГ многократно промывали дистиллированной водой, отделяли от промывных вод центрифугированием, высушивали при комнатной температуре. Продукт представляет собой черную эластичную пленку.

Изображения поверхности образцов модифицированного соединениями железа восстановленного оксида графита приведены на рис. 1 (сканирующий электронный микроскоп (СЭМ) JSM-6490LV, JEOL, Япония, режимы регистрации вторичных (SEI) и отраженных (BEC) электронов).

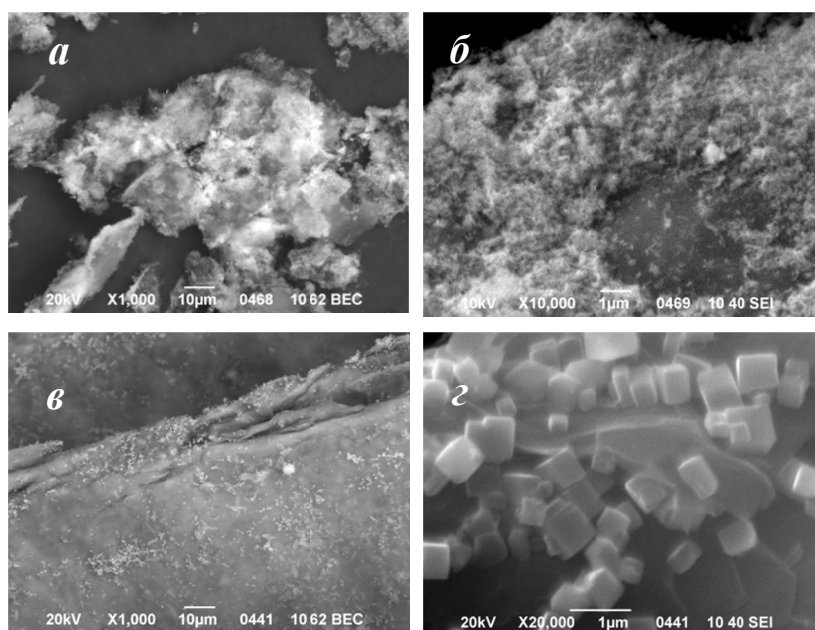


Рис. 1. СЭМ-изображения: а, б – модифицированного ОГ после сорбции железа(II) и восстановления гидратом гидразина; в, г – модифицированного ОГ после восстановления гексацианоферратом(II) калия

Элементным анализом (энергодисперсионный рентгеновский спектрометр INCA Energy-350) установлено, что применение гидразина увеличивает содержание углерода в восстановленном ОГ по сравнению с исходным с 38–40 % до 59–70 %, гексацианоферрат(II) калия – до 59–62 %. Содержание железа в модифицированном сорбцией восстановленном ОГ составляет 6–8 %, в модифицированном $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 4–18 %. Такой разброс

данных связан с тем, что при сорбции железо распределяется неравномерно по поверхности ОГ. Это видно на СЭМ-изображениях (рис. 1 а, б) – поверхность рыхлых частиц восстановленного ОГ покрыта «пухом» оксида железа. Рентгенофазовый анализ (дифрактометр «ДРОН-3», излучение CuK_α $\lambda_\alpha = 1,54181 \text{ \AA}$, $U = 30 \text{ кВ}$, $I = 20 \text{ мА}$) полученного модифицированного ОГ свидетельствует, что железо находится на поверхности ОГ в форме Fe_3O_4 .

При восстановлении ОГ $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ происходит механический захват окисленной, и, вероятно, частично восстановленной форм гексацианоферрата калия. При этом многократная промывка дистиллированной водой восстановленного ОГ не приводит к полному вымыванию восстановителя. После высыхания модификатор-восстановитель кристаллизуется в виде мелких кристаллов размером 0,3-0,5 мкм (рис. 1 в, г). Связано это с тем, что гексацианоферрат калия стабилизирует суспензию восстановленного ОГ. Так, в дополнительном эксперименте при применении 0,02 М раствора $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ для восстановления ОГ, отделить центрифугированием восстановленный ОГ не удалось, суспензия оставалась стабильной при стоянии в течение 2 недель.

На дифрактограммах обоих восстановленных ОГ отсутствуют пики характерные для графитовой фазы ($2\theta 26,6^\circ$), наблюдаются только гало в диапазоне $2\theta 20,8\text{--}22,8^\circ$. Это свидетельствует о частичном восстановлении ОГ, а также о разупорядочивании его листов. Однако это обстоятельство имеет положительный практический аспект – меняя глубину восстановления ОГ можно получать материалы с разной электропроводностью.

Заключение. Предложена методика синтеза частично восстановленного ОГ модифицированного наночастицами Fe_3O_4 . Предложен новый реагент для восстановления ОГ – гексацианоферрат(II) калия, варьируя концентрацию которого можно получать композит частично восстановленного ОГ, содержащего кристаллы $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]/\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ размером 0,3–0,5 мкм или стабильную суспензию восстановленного ОГ.

Список литературы

1. Hummers W.S. Preparation of graphitic oxide / W.S. Hummers, R.E. Offeman // J. Am. Chem. Soc. – 1958. – Vol. 80, № 6. – P. 1339-1339.
2. Алферов В.А. Биотопливные элементы на основе наноуглеродных материалов / В.А.Алферов, Р.Г. Васильев, С.П. Губин и др. // Радиоэлектроника. Наносистемы. Информационные технологии. – 2014. – Т. 6, № 2. – С. 187–208.

ПРОДУКТЫ РАДИКАЛЬНОГО ОКИСЛЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ФЕНОЛКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ

Белая Н.И., канд. хим. наук, доцент,

Белый А.В., канд. хим. наук, доцент

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

nat.iv.belaya@gmail.com

Реакционная способность и токсичность вторичных продуктов радикального окисления природных фенолов (хинонов, димерных соединений, хинолидных пероксидов и т.д.) во многом определяет биологическую активность исходного вещества и возможность его применения в качестве биологически активной добавки или пищевого антиоксиданта (АО).

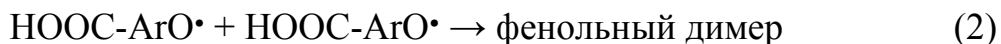
Цель настоящей работы – спектрокинетическое и квантово-химическое исследование вторичных продуктов превращения природных гидроксибензойных кислот (НООС-АгОН) в реакции с модельным радикалом 2,2'-дифенил-1-пикрилгидразилом (DPPH[•]) в диметилсульфоксиде при температуре 293±2К.

В качестве АО использовались растительные фенольные соединения группы моно- и дигидроксибензойных кислот. Реакция НООС-АгОН с DPPH[•] исследовалась методом фотоколориметрии при $\lambda_{\text{max}}=520$ нм.

По кинетике расходования DPPH[•] в реакции с НООС-АгОН установлено, что реакция протекает в две стадии. Первой стадии, в которой образуется феноксильный радикал НООС-АгО[•] (реакция 1), соответствует начальный резко убывающий линейный участок кривых.



Затем следует второй участок – медленное расходование радикала, обусловленное, по-видимому, участием в реакции вторичных продуктов превращения фенолоокислот – димерных соединений, способных проявлять антирадикальные свойства.



Влияние предполагаемых продуктов радикального окисления кислот на стехиометрию исследуемого процесса было изучено путем определения частного и общего порядка реакции на разных участках кинетических кривых по величине начальной скорости реакции (v) или по времени превращения радикала на определенную долю (τ). Установлено (таблица), что порядок реакции по радикалу увеличивается с $n_{\text{DPPH}^{\bullet}}^v=1$ (на начальной стадии) до $n_{\text{DPPH}^{\bullet}}^{\tau}=4$ (на поздней стадии), вероятно, за счет димеров, способных проявлять антирадикальные свойства.

Рекомбинация НООС-АгО[•] происходит в две стадии: на первой, обратимой, стадии образуется кетодимер, а затем на второй стадии

возможна быстрая енолизация кетодимера с образованием димерного фенольного соединения.

Возможность реализации такого процесса была показана квантово-химическим методом. С этой целью термодинамические характеристики реагентов и продуктов реакции рассчитывали полуэмпирическим методом PM6 в газовой фазе (программа Gaussian 09).

Таблица

Порядки реакций природных фенолокислот HOOC-ArOH с DPPH• в среде ДМСО, а также валентные и деформационные колебания фенольных OH-групп HOOC-ArOH до и после реакции при T=293±2K

Гидроксibenзойная кислота	$\nu_{DPPH^{\bullet}}$	$\tau_{DPPH^{\bullet}}$	Частота колебаний в ИК-спектре*, см ⁻¹	
			HOOC-ArOH	HOOC-ArOH+DPPH•
2-гидроксibenзойная	1,01	3,9	3595 (1410)	3510 (1410)
3-гидроксibenзойная	1,02	3,9	3600 (1400)	3500 (1400)
4-гидроксibenзойная	1	3,5	3600 (1410)	3510 (1410)
3,4-дигидроксibenзойная	1,02	4,1	3595 (1420)	3500 (1420)
3-метокси-4-гидроксibenзойная	1,01	3,9	3610 (1400)	3490 (1400)
2,5-дигидроксibenзойная	1,05	3,8	3595 (1410)	3480 (1410)

*В скобках приведены деформационные колебания.

Установлено, что процесс димеризации является экзоэргичным и экзотермичным. Анализ величин $\Delta_r H_{298}$ и $\Delta_r G_{298}$ позволил установить, что наиболее стабильными структурами являются о,п-СС-димеры.

Для наиболее стабильных димеров были рассчитаны адиабатические потенциалы ионизации как характеристики их электродонорных свойств, отвечающих за антирадикальную активность (АРА) вещества. Установлено, что димеры имеют меньший потенциал ионизации, чем исходный антиоксидант. По-видимому, этим и объясняется наличие у них АРА, что проявляется в увеличении порядка реакции по радикалу на более поздней стадии реакции.

Указанные выше димерные соединения идентифицировали методом ИК-Фурье-спектроскопии. Была установлена (таблица) широкая полоса при 3650–3590 см⁻¹, принадлежащая валентным колебаниям фенольных групп индивидуальных кислот, которая в спектрах их смесей с радикалом смещается в область меньших частот 3550–3450 см⁻¹, что характерно для димерных фенольных соединений. Обнаружение группы О-Н в области функциональных частот подтверждается наличием соответствующих деформационных колебаний при 1410–1310 см⁻¹. При этом такие колебания, (в отличие от валентных) не чувствительны к присутствию димерных фенолов.

СТРУКТУРНАЯ РЕОРГАНИЗАЦИЯ И СТАБИЛИЗАЦИЯ НИТРАТА ГРАФИТА ПРИ ОБРАЗОВАНИИ ЕГО СОЕДИНЕНИЙ СОИНТЕРКАЛИРОВАНИЯ

*Давыдова А.А.¹, Ракша Е.В.¹, канд. хим. наук,
Берестнева Ю.В.², канд. хим. наук, Осколкова О.Н.¹, Гнатовская В.В.¹,
Сухов П.В.¹, Волкова Г.К.³, Вдовиченко А.Н.¹, канд. хим. наук,
Савоськин М.В.¹, канд. хим. наук,*

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

²Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного
лесоразведения Российской академии наук, г. Волгоград, РФ

³ГУ «Донецкий физико-технический институт им. А.А. Галкина», г. Донецк, ДНР
ww-52007@yandex.ru, elenaraksha411@gmail.com

Нитрат графита и соединения его соинтеркалирования являются перспективными предшественниками для генерирования наночастиц различной морфологии путем расслоения графитовой матрицы в жидких средах [1]. Нитрат графита, образующийся при взаимодействии графита с концентрированной (98 %) азотной кислотой, является очень неустойчивым, и последующая его обработка органическими соединениями ведет к образованию соединений соинтеркалирования нитрата графита (ССНГ) и стабилизации реорганизованной структуры [1].

Новые бинарные и тройные ССНГ получены при внедрении в нитрат графита органических веществ: 1 – этилформиата, 2 – этилацетата, 3 – диметилового эфира диэтиленгликоля, 4 – N,N-диметилацетамида, 5 – ацетона, 6 – 1,4-диоксана, 7 – ацетонитрила, 8 – уксусной кислоты и 9 – муравьиной кислоты. Общая схема получения ССНГ приведена на Рис. 1. В качестве исходного взят графит марки ГТ-1 Завальевского месторождения, Украина.

Методом рентгенофазового анализа (РФА) установлено, что для нитрата графита характерным является наличие двух форм – α -фазы, когда нитрат-анионы расположены под углом к графеновым слоям, и более стабильной β -фазы – нитрат анионы в этом случае параллельны графеновым слоям (рис. 1). Полученные ССНГ по данным РФА также представляют собой соединения IV стадии (α -фаза) и II стадии (β -фаза) интеркалирования. Из дифрактограмм нитрата графита и ССНГ определены величины периода идентичности (I_C) и высоты заполненного интеркалантом слоя (d_i).

Изучена способность полученных соединений к терморасширению: коэффициент вспучивания (K_V) составляет $125 - 355 \text{ см}^3 \cdot \text{г}^{-1}$ для бинарных и $240 - 380 \text{ см}^3 \cdot \text{г}^{-1}$ для тройных ССНГ. Отметим, что дополнительная

обработка двойного ССНГ на основе этилформиата вторым интеркалантом в большинстве случаев (кроме диметилового эфира диэтиленгликоля и N,N-диметилацетамида) ведет к увеличению величины K_V ($K_V^{(отн)} = K_V / K_V^{(этилформиат)} > 1$), что косвенно указывает на повышение мольного содержания интеркаланта в образующихся тройных ССНГ.

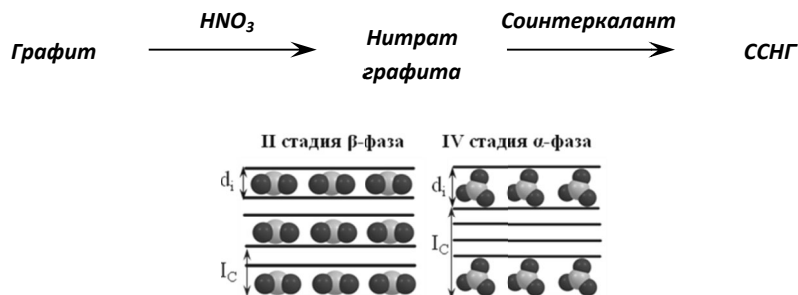


Рис. 1. Общая схема получения и структура нитрата графита и ССНГ

Установлено, что коэффициенты вспучивания K_V и $K_V^{(отн)}$ бинарных и тройных ССНГ, одним из соинтеркалантов в которых является этилформиат (рис. 2, 3), коррелируют с величиной сродства к протону интеркаланта ($PA_{(exp)}$) [2]. Это позволяет предположить, что первая сольватная оболочка нитрат-аниона представлена положительно заряженными частицами — молекулами органических веществ, протонированными азотной кислотой.

Получена зависимость коэффициента вспучивания бинарных ССНГ от величины изменения энтальпии реакции ($\Delta_r H^0$) образования протонированных соинтеркалантов при взаимодействии с азотной кислотой. Термодинамические характеристики частиц для расчета $\Delta_r H^0$ получены методом B3LYP с базисным набором 6-31G, реализованном в программном комплексе Gaussian 09.

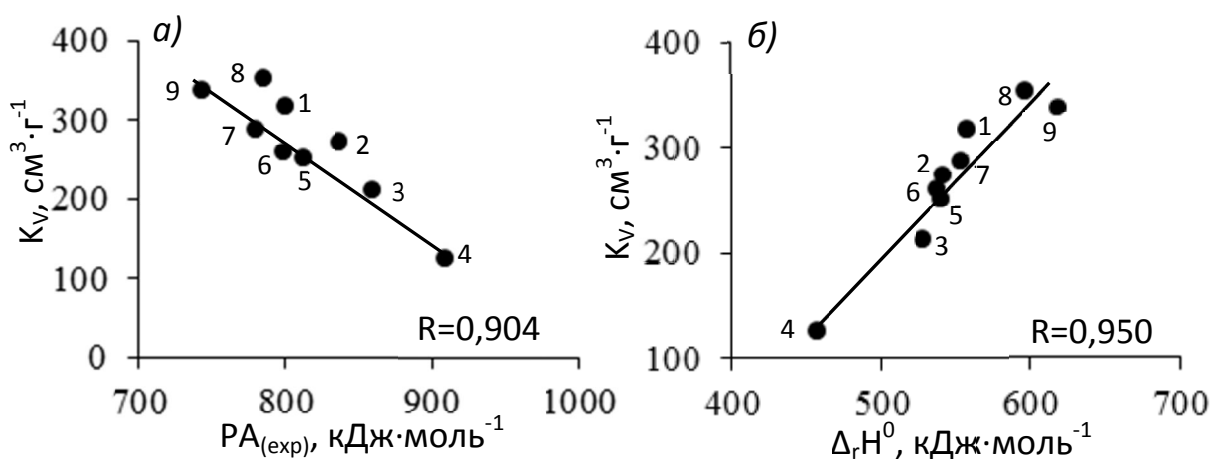


Рис. 2. Зависимость коэффициента вспучивания бинарных ССНГ от экспериментальных значений сродства к протону (а) и расчетных значений изменения энтальпии реакции протонирования (б)

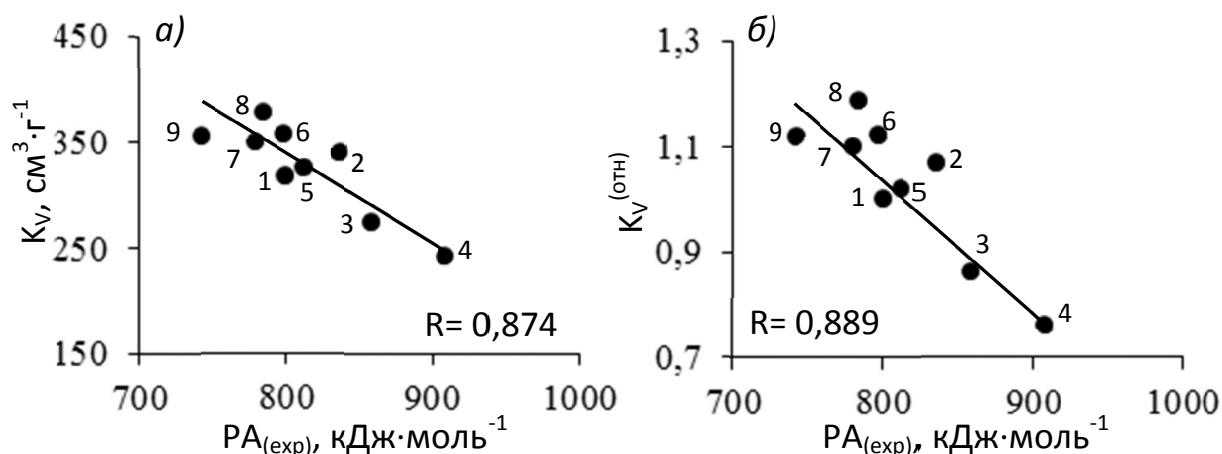


Рис. 3. Зависимость коэффициента вспучивания (а) и относительного коэффициента вспучивания (б) тройных ССНГ от величины сродства к протону соинтеркаланта (1 – этилформиат, 2 – 9 – второй соинтеркалтант)

Для серии ССНГ, где одним из соинтеркалтантов является этилформиат, получена линейная зависимость коэффициента вспучивания и $K_V^{(отн)}$ (рис. 4) от высоты заполненного слоя (d_i), характеризующей соединение IV стадии интеркалирования. Это указывает на возможность регулирования силы межмолекулярных взаимодействий в образующихся структурах за счет варьирования природы соинтеркалтантов.

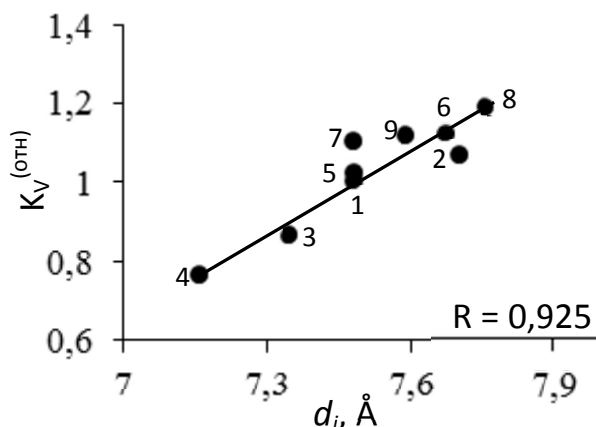


Рис. 4. Зависимость относительного коэффициента вспучивания тройных ССНГ от высоты заполненного интеркалантом слоя (IV стадия)

Таким образом, образование двойных и тройных ССНГ ведет к изменению стабильности/лабильности нитрата графита и может быть использовано для генерирования углеродных наночастиц путем расслоения структурно реорганизованной графитовой матрицы в жидких средах.

Список литературы

1. Ракша Е.В. Тройные соединения соинтеркалирования нитрата графита / Е.В.Ракша, Ю.В.Берестнева, В.Ю.Вишневский // Вестн. Луганск. нац. ун-та. им. В. Даля. – 2018. – Т.11, № 5. – С. 191-197.
2. E.P. Hunter, Sh.G. Lias "Proton Affinity Evaluation" / in: NIST Chemistry WebBook, NIST Standard Reference Database Number 69, Eds. P.J. Linstrom and W.G. Mallard, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg MD, 20899, <https://doi.org/10.18434/T4D303>, (retrieved September 16, 2019).

ВЛИЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ НА СВОЙСТВА ПВХ-КОМПОЗИЦИЙ

Карманова О.В., д-р. техн. наук, *Калмыков В.В.*, канд. техн. наук,

Воротягин А.Ю., *Казакова А.С.*, канд. техн. наук

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»,
г. Воронеж, РФ
kaftpp14@mail.ru

Введение. Изготовление эластичных детских игрушек из пластизолой поливинилхлорида (ПВХ) включает ряд операций, которые осуществляются при высоких скоростях сдвига и повышенной температуре [1-2]. При получении ПВХ-композиций требуется обеспечить не только равномерное распределение ингредиентов, но и устойчивость композиции при хранении, так как вязкостные характеристики пластизола подвержены температурному влиянию. Актуальной задачей является использование растительных масел и исследование их влияния на термостабильность ПВХ-композиций, а также на формирование пластика и его технических характеристик.

Цель работы – оценка влияния природных масел: подсолнечного, пальмового, соевого на реологические свойства и термическую устойчивость ПВХ-пластизолой, наполненных гидрофобизированным мелом.

Основная часть. Объектами исследования являлись пластизолы с различным содержанием масел, приготовленные на основе эмульсионного ПВХ и гидрофобизированного мела. Известно [2], что мел является прекрасным стабилизатором ПВХ, обеспечивающий взаимодействие с выделяющимся хлористым водородом в процессе деструкции ПВХ, поэтому при изготовлении композиций специальный стабилизатор не использовали.

Реологические свойства композиций исследованы с помощью вискозиметра ВЗ-4. Термические свойства композиций изучали на дифференциальном сканирующем калориметре NETZCH STA 449 F3 STA 449F3A–1348–М в диапазоне температур 30–420 °С.

Предложен новый технологический режим получения ПВХ-композиций. На первом этапе при интенсивном перемешивании готовили сухую смесь, в которую постепенно вводили вначале растительное масло, затем целевые добавки, мел и пластификатор диоктилфталат (ДОФ). В процессе такого смешения поверхность ПВХ обогащалась растительным маслом, которое выполняло роль вторичного пластификатора. В итоге предварительное набухание ПВХ уменьшалось, вследствие чего вязкостные характеристики композиции стабилизировались [3].

Авторами [4] показана возможность получения наполненных пластизолой с содержанием мела до 40 % масс. Использование нового

технологического режима приготовления композиций позволило получить композиции, наполненные 50 % масс. мела.

В результате исследования установлено, что вязкость пластизолов по мере наполнения постепенно возрастает, а при достижении дозировки мела 40-50 % масс. практически не изменяется и находится в пределах, допустимых для переработки в изделия по применяемой технологии. Добавки растительного масла препятствуют проникновению пластификатора ДОФ в ПВХ, в результате чего вязкостные характеристики стабилизируются и практически не изменяются, что позволяет значительно расширить временной интервал хранения ПВХ-композиций.

Исследования ранее разработанных композиций без масла и мела показала, что термическая стойкость композиции находится в области 224–320 °С, что связано с широким молекулярным массовым распределением ПВХ. Поэтому использование ПВХ с узким ММР в композиции, наполненной мелом, характеризует присутствие экзотермического эффекта в области 270–356 °С с пиком при 324 °С за счет действия стабилизирующих систем.

Установлено, что основная деструкция начинается в области 271–356 °С, что свидетельствует об улучшении термостабильности ПВХ-композиций при наполнении гидрофобизированным мелом.

Исследования термостойкости композиции, модифицированных различными растительными маслами, показали, что с увеличением количества пальмового масла в композиции температурный пик сдвигается и лежит в диапазоне 253–367 °С. Для композиций на основе подсолнечного масла деструкция начинается в области 291–369 °С. Анализ термогравиметрической кривой показал плавное снижение массы до 220 °С, то есть деструкционные процессы смещаются в область более высоких температур. Наиболее высокие значения температур деструкции показали композиции, содержащие соевое масло.

Таким образом, установлено что добавление растительных масел в ПВХ-пластизол повышает его термостойкость, обеспечивает хорошие реологические свойства и стабильность при хранении композиций в производстве детских игрушек.

Список литературы

1. Руководство по разработке композиций на основе ПВХ / Под ред. Гроссмана Р.Ф. Пер. с англ. под ред. Гузеева В.В. – СПб.: Научные основы и технологии, 2009. – 608 с.
2. Уилки Ч., Саммерс Дж., Даниэлс Ч. Поливинилхлорид / Под ред. Г.Е. Заикова. – СПб.: Профессия, 2007. – 728 с.
3. Шварц О., Эбелинг Ф. В., Фурт Б. Переработка пластмасс / Под общ. ред. А.Д.Паниматченко. – СПб.: Профессия, 2005. – 320 с.
4. Эйкхольц Г. Руководство по ПВХ-пастам / Г.Эйкхольц, Д.О.Мартин. – М.: Русвинил, 2012 – 100 с.

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ КОКСОВАНИЯ НА КОКСОХИМИЧЕСКИХ ЗАВОДАХ ДОНБАССА

Купич В.А., Бутузова Л.Ф., д-р хим. наук

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, ДНР
decanat@feht.donntu.org

Введение. В последние годы в Донбассе наблюдается острый дефицит коксующихся углей и рост цен на их импорт из России, Польши, США, Австралии и других стран. В то же время хорошо спекающиеся высокосернистые угли Донбасса применяются только в качестве топлива для тепловых электростанций, несмотря на огромный химико-технологический потенциал.

Цель настоящей работы: изучить практику составления шихт на коксохимических заводах Донбасса в настоящее время. Основываясь на результатах лабораторных опытов и промышленного коксования, предложить возможные пути оптимизации состава шихт на основе отечественного сырья с минимальным включением импортных углей.

Основная часть. Ведущей тенденцией XXI века в области первичных энергоносителей является дальнейшее укрепление позиций угля, как органического источника энергии, с одной стороны, и естественного органического сырья для химической и коксохимической промышленности – с другой. На действующих шахтах Донбасса запасы угля оцениваются в 8,7 млрд. т. (6,5 млрд. т. промышленные) [1].

Однако, качественные характеристики угля – зольность, влажность, сернистость, гранулометрический состав и др., постоянно ухудшаются из-за уменьшения доли остродефицитных коксующихся, малозольных, малосернистых углей и увеличения добычи малометаморфизованных и бурых углей [2]. Так, отечественное сырье характеризуется повышенной влажностью $\approx 10,5\%$, зольностью $\approx 18,3 - 25,5\%$ и высокой сернистостью – $0,5 - 9,3\%$. Выход летучих веществ также завышен и составляет $31 - 32\%$. [1].

Большую проблему в ДНР представляет использование углей с повышенным содержанием серы, т. к. их количество в общем балансе составляет примерно 70% . Однако, кокс, получаемый из таких углей, считается неконкурентоспособным на европейском и мировом рынках [3]. Соответственно, возникает проблема рационального использования коксующихся углей с повышенным содержанием серы.

Если рассмотреть структуру геологических запасов углей в Донецком бассейне [4], то при существующей технологии слоевого коксования для этих целей можно использовать только около 39% углей, залегающих в недрах. Структура их (по маркам) примерно следующая, %: Г – 57, ГЖ – 9,5, Ж – 13,5, К – 8, ОС – 9,5, Т – 2,5. Как видим, удельное

значение наиболее ценных для коксования углей марок К, Ж и ОС в запасах этого бассейна невелико и составляет около $\frac{1}{3}$.

В таблице 1 показано изменение марочного состава угольных шихт на заводах Донбасса по годам. Как видно из таблицы, просматривается четкая тенденция к сокращению участия в шихте хорошоспекающихся марок отечественных углей.

Таблица 1

Изменение марочного состава угольных шихт коксохимических заводов Донбасса, %

Марка угля	Изменение марочного состава углей по годам						
	1940	1950	1960	1970	1980	2007	2012
Г	7,5	14,2	23,9	32,1	39,3	15,9	24,0
Ж	51,3	45,6	37,6	32,6	27,8	41,6	32,0
К	22,2	22,3	22,0	14,4	17,1	32,2	22,0
ОС	19,0	17,9	15,3	20,2	12,9	–	4,0
Т	–	–	1,2	0,7	2,9	–	–
другие марки	–	–	–	–	–	10,3	18,0

Усиление роли импортных углей свидетельствует о нерациональном подходе в эксплуатации отечественного угольного комплекса (табл. 2).

Таблица 2

Марочный состав шихт украинских КХЗ, %

Марка угля	Страна производитель	Годы	
		2007	2012
Г	укр.	16	14
	рос.	–	10
Ж	укр.	42	32
К	укр.	32	22
ОС	рос.	–	4
КСН	рос.	9	–
СС	рос.	1	–
ВЛК	США	–	14
НЛК	США	–	4

По данным УХИНа, для получения прочного кокса из донецких углей содержание в шихте спекающихся углей марок Ж, К и ОС должно быть не менее 68 %, а газовых – не более 32 %. В этих исследованиях не рассматривали возможность участия в коксовой шихте сернистых углей.

В настоящей работе в качестве объектов исследования использовали изометаморфные пары углей Донецкого бассейна разных генетических типов по восстановленности (тип а и в), отличающихся по содержанию

серы. Образцы восстановленных и слабовосстановленных углей отбирали от сближенных угольных пластов в одной и той же шахте.

В ходе работы было проведено лабораторное коксование шихт и приведены результаты исследования нетрадиционных шихт, составленных из газовых и жирных углей разных генетических типов по восстановленности. Марка Ж представляет базовые незаменимые компоненты шихты, а марка Г – компоненты с пониженной спекаемостью. Соотношение углей разных марок в составляемых шихтах ($Ж : Г = 70 : 30$) подобрано по аналогии с «классическими» шихтами, используемыми в промышленности. Для оценки влияния сернистости углей на процесс термической деструкции определяли выход продуктов термофльтрационного центрифугирования и характеристики лабораторного коксования вышеуказанных смесей.

В результате исследований показано, что замена в модельной шихте слабовосстановленного жирного угля на восстановленный уголь существенным образом влияет на ход процессов спекания и коксообразования, а именно: происходит увеличение выхода кокса на $\sim 1\%$ по сравнению с модельной шихтой; увеличивается толщина пластического слоя с 18,5 мм до 20 мм; улучшаются прочностные показатели кокса, но и возрастает содержание в нем серы.

Заключение. Анализ современных тенденций составления шихт на коксохимических заводах Донбасса показывает, что доля дефицитных хорошо спекающихся топлив снижается и возникает необходимость увеличения доли слабоспекающихся, в том числе газовых углей и углей с повышенным содержанием серы. Проведенные исследования показали, что использование сернистых жирных углей резко увеличивает спекаемость шихт и прочностные характеристики кокса.

Список литературы

1. Огаренко Ю. Проблеми вугільної промисловості України та викиди парникових газів від видобутку й споживання вугілля / Ю.Огаренко. – Київ: Національний екологічний центр України.
2. Дроздник И.Д. К вопросу обеспечения металлургического комплекса коксующимися углями необходимого качества / И.Д.Дроздник // Сб. Збагачення корисних копалин. – 2005. – вып. 23 (64). – С. 8-12.
3. Долгий В.Я. Содержание общей серы в угольных пластах на шахтах Украины / В.Я.Долгий, А.А.Кривченко, М.Д.Шамало, В.А.Долгая // Уголь Украины. – 2000. – № 1. – С. 44-46.
4. Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР. / Под ред. И.И.Аммосова и др. – М.: Госуд. научно-технич. изд.-во литературы по геологии и охране недр, 1963. – Т.1. – 1210 с.

**SYNTHESIS OF $\text{NaYF}_4\text{:Yb,Er@SiO}_2$ CORE-SHELL
NANOPARTICLES DECORATED BY AG NANOPARTICLES AND
METHYLENE BLUE DYE FOR MULTIMODAL BIO-IMAGING**

***Linnik D.S.¹, Arzumanyan G.M.^{2,3}, PhD in Physical and Mathematical Sciences,
Korsun A.A.⁴, Kahramon M.Z.², Vorob'eva M.Yu.², Glazunova V.A.⁵,
Jevremoć A.⁶***

¹Donetsk National University, Donetsk,

²Joint Institute for Nuclear Research, Dubna

³Dubna State University, Dubna

⁴Donetsk National Medical University named after M.Gorkiy, Donetsk

⁵Donetsk Institute for Physics and Engineering named after O.Galkin, Donetsk

⁶University of Belgrade – Faculty of Physical Chemistry, Belgrade

linnikus_911@mail.ru

With the advent of solid-state lasers of near infrared (NIR) range as an efficient excitation of the nonlinear system it was proposed to use an up-conversion material based on pairs of Yb-Er, Yb-Tm and Yb-Ho. It was proposed to use such fluorides as SrF_2 , LaF_3 , LiLuF_4 , BaYF_5 etc. as the guest matrix, but the best indicators for implementing the up-conversion processes is known to be NaYF_4 . Narrow luminescence and absorption bands in the range of maximum transparency of biological tissues (700-1100 nm), relatively large shift of the wavelength of the exciting radiation (600 nm), long lifetime up-conversion luminescence and high photostability makes up-conversion particles extremely attractive for in vitro and in vivo applications. The use of NIR lasers allows not only to improve the quality and depth of the biological imaging, but also to obtain the contrast images with high separation signal/noise ratio and to minimize autofluorescence phenomenon photodamage tissues.

A significant drawback of fluoride materials, in particular NaYF_4 , is their tendency toward the hydrolysis, which leads to quenching the luminescence. Also, surface defects of nanoparticles lead to a decrease in luminescent parameters. Therefore, protective shells of silicon oxide, titanium, etc. are formed on the surface of the nanoparticles. The incorporation of metal particles into the structure of core-shell nanoparticles (CSNPs) leads to enhanced luminescence due to the plasmon amplification. Formation of mesoporous silica shell allows to modify the surface chemically and to receive CSNPs multifunctional nanomaterials. This work is devoted to the synthesis of CSNPs containing silver nanoparticles in their structure for enhance luminescence and an organic dye-sensitizer – methylene blue for CARS bioimaging along with UCL bio-imaging and possible use for photodynamic therapy of cancer.

Luminescent nanoparticles were obtained by the thermolysis of REE and sodium trifluoroacetates. Particle size was controlled by varying the synthesis

time and precursor concentration, as well as by microligation with divalent metals. The phase composition was changed by varying the temperature and the REE: Na ratio. Silica shell was formed by modified Stöber method. Along with the process of shell formation, a dye-sensitizer and silver nanoparticles were introduced into its structure. The latter are characterized by cluster structure that allows to vary their size by changing the polarity of the solvent medium (fig.1a).

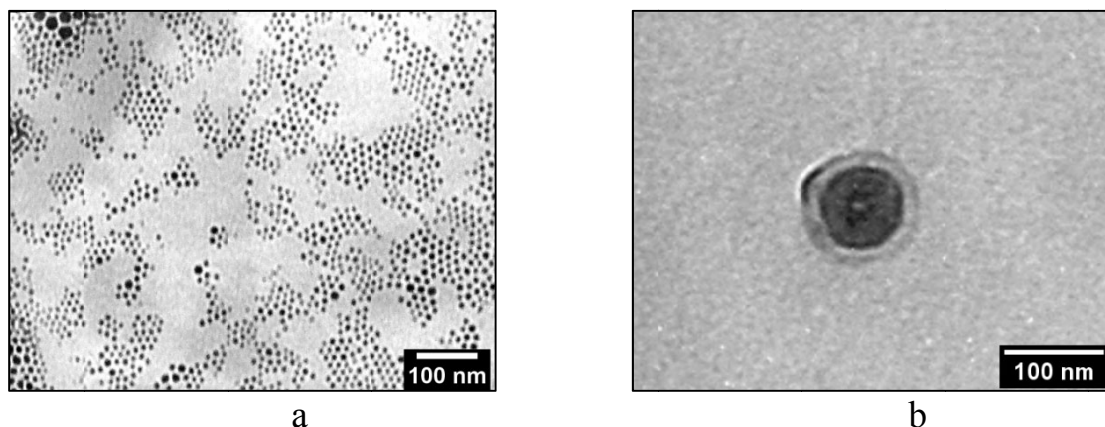


Fig.1 TEM-images of Ag NPs (a) and NaYF₄:Yb,Er@SiO₂-MB,Ag CSNPs (b)

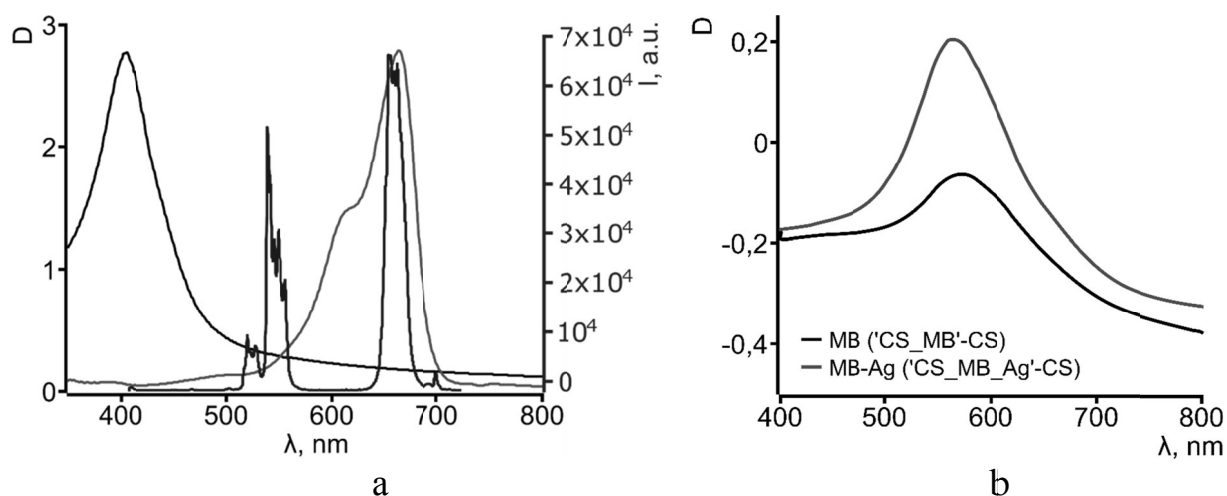


Fig.2 Absorption spectra of MB (red) and Ag NPs (black) with emission spectra of NaYF₄:Yb,Er NPs (blue) (a) and absorption spectra of CSNPs NaYF₄:Yb,Er@SiO₂-MB decorated (red) and undecorated (black) by Ag NPs (b)

The obtained CSNPs (fig.1b) can be modified chemically since Ag NPs and the dye-sensitizer are physically bonded in shell volume, rather than chemically, on the surface of the shell. Choice of dye is caused by a complete overlap of the red and partially overlap of green luminescence bands of NaYF₄:Yb, Er NPs (fig.2a). It was confirmed that the obtained structures include dye molecules as well as Ag NPs (fig.2b). It should be noted that the introduction of AgNPs led to a significant enhance of luminescence. Thus, for CSNPs with a

shell thickness of 5 nm, the increase in luminescence indices is 85 times, and 14 nm, 29 times compared with CSNPs without Ag NPs.

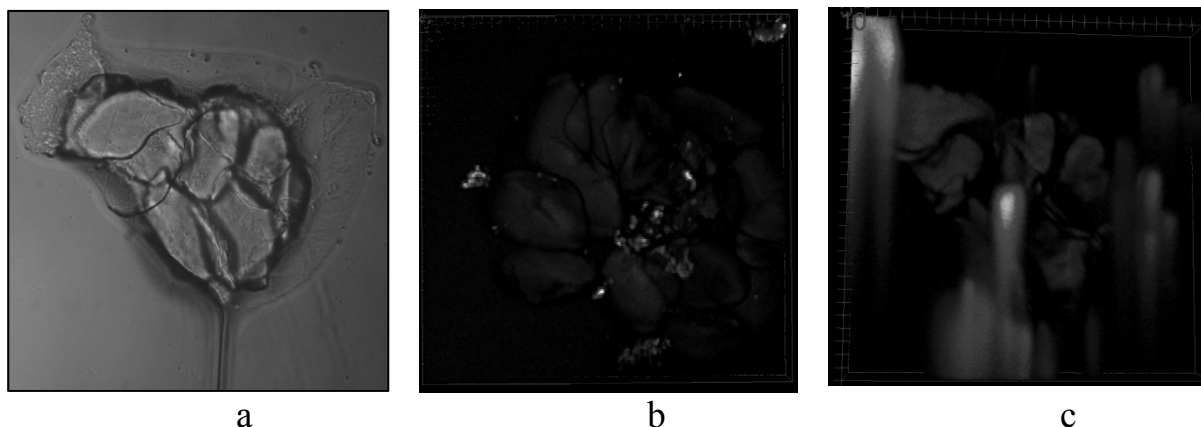


Fig.3 Microphotography of single banana's cell (a) and their CARS (b) and UCL (c) 3D-images obtained using NaYF₄:Yb,Er@SiO₂-MB,Ag CSNPs

The obtained CSNPs were studied for their use for multimodal bio-imaging. The presence of dye allows visualization by Raman mapping or CARS microscopy to be conducted. Since the sensitizer is not chemically bound to the silica-shell, its partial diffusion into the cytoplasm volume and dye adsorption by cell organelles are possible (fig.3b). At the same time, the use of UCL-imaging allows one to study the mechanism of NPs insertion into the cell, in particular through the plasmodesmata.

УДК 544.02

INVESTIGATING FEATURES OF STRUCTURAL ORGANIZATION OF GEL-POLYMER ELECTROLYTES BASED ON CROSS-LINKED EPOXY-AMINE MATRIX BY SANS AND XRD METHODS

**Linnik D.S.¹, Mikhal'chuk V.M.¹, Doctor of Chemical Science, Professor
Islamov A.Kh.², Doroshkevich A.S.², Turchenko V.A.², Nabiyeu A.A.^{2,3}**

¹ Donetsk National University, Donetsk,

² Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Russia

³ ANAS Institute of Radiation Problems, Baku, Azerbaijan

linnikus_911@mail.ru

This work is devoted to research of gel polymer electrolytes based on cross-linked epoxy-amine matrix for a new type of lithium-ion batteries. Current trends in modern energy are development of solid-state electrolytes for lithium-ion batteries. In this paper we have proposed to use epoxy polymers containing various branches of glycidyl ethers as an electrolyte which greatly reduce the glass transition temperature of the polymer matrix. This has a positive effect on

the conductivity of the final gel-electrolyte obtained by swelling polymers in solutions of lithium salts. The focus is on systems containing grafted fluorinated units (monoepoxide FG-2) in their chemical structure due to their high segmental mobility. The resulting electrolytes have higher conductivity than ones containing aliphatic, polyester and quaternized monoepoxides. Undoubtedly, an additional contribution to the conductivity is made not by the polymer cross-linking density but by the very nature of an monoepoxide.

Polymers containing FG-2 have microphase separation (polymers become opaque), which was confirmed using SEM and TEM. The bundle reveals as globularization of polymeric matrix structure. This is explained by the different affinity of fluorinated branches to the mesh of the polyester polymer.

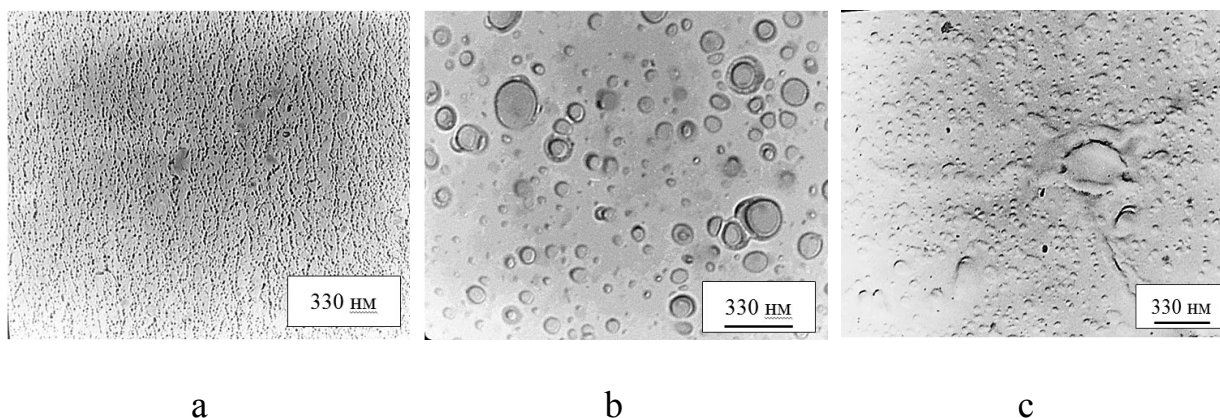


Fig. 1 TEM images of microphase separation in polymers:
a – TT0, b – TT5, c – TT25

The globules size varies with the content of FG-2, the unit length of both epoxy resin and amine hardener. The bundle size varies from 10 to 60 nm on cleaved of polymers (but not linearly with increasing FG-2 content. Thus when the content of FG-2 is about 3 wt. %, the size of polymer globules on the surface of the cleavage is 50-60 nm and is about 10 nm when fluoroepoxy content is 5.5 wt. %. When the content of FG-2 is more than 7.5 wt. %, the size varies slightly and is about 20-30 nm. Decreasing size of the globules followed by its increasing is due to the inversion of the orientation of fluorinated groups in relation to the globule. However, it is impossible to determine the real size of the globules by microscopy as polymer is cross-linked and only a certain region of the bundle is observed. Actual size of the globules may be defined only by SAXS and SANS methods. The latter can give a detailed information about the nature of the polymer structure globularization, namely:

- is polymer matrix rejected by fluorinated units or not;
- real size of the globules and the distance between them;
- polymer matrix structure in the border area to the inversion of the orientation of the fluorinated groups;
- the effect of the length of the polymer network links on the orientation of the fluorinated groups, the size and shape of the bundle.

These problems should be solved in order to clarify a considerable increase of conductivity in the gel electrolyte upon introduction of fluorinated monoepoxide. Using other monoepoxides mentioned above doesn't lead to the formation of microphase separation, and doesn't have a similar effect on the conductivity of gel-electrolytes.

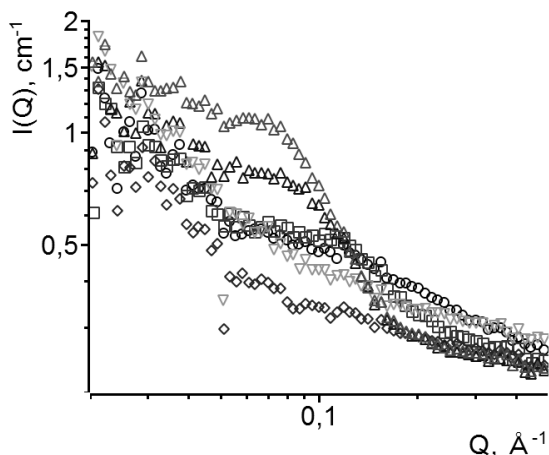


Fig. 2 SANS curves of polymers in D₂O:
 ○ – DG5, □ – DG25, ◇ – UPM5,
 △ – UPM25, ▽ – TT5, ▲ – TT25

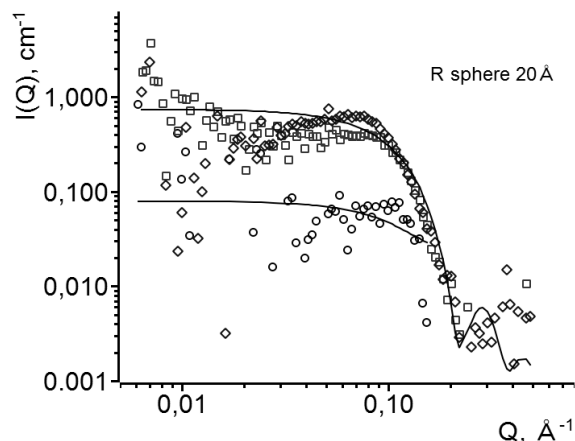


Fig. 3 curves of the difference in the scattering intensity and model fitting by scattering from a spherical object
 ○ – DG5 – DG25, □ – UPM5 – UPM25,
 ◇ – TT5 – TT25

By SANS method were established that the polymers don't have a stratification, which contradicts the data of the TEM. This is due to a large spread in the values of the radii of stratification hemispheres, which is the main exponent of the form factor of the cluster structure. The spread of radial values of hemispheres is more than 700%, while the nuclear contrast of neutron scattering between carbon and fluorine differs by only one order of magnitude. Therefore, the neutron scattering intensity in the polymer does not change with the change in the scattering vector. At the same time, plasticization of the polymer with a polar solvent allows a local increase in the contrast of nonpolar groups, especially if the solvent is deuterated and physically interacts with the polymer matrix. The SANS curves showed in fig. 1. From the data presented, it is seen that with the variation of the scattering vector, the intensity changes, especially for systems with a maximum FG-2 content. Since the scattering occurs on the fluorinated units of the polymer, it is possible to subtract the scattering intensities of the curves with the maximum and minimum content of the modifier (fig. 2). This assumption is confirmed mainly due to an increase in the scattering intensity with an increase in the content of fluorinated groups in the polymer. Thus systems based on polyester amine adduct (DG25) have a lower content of fluorinated groups than systems based on polyamine adducts (UPM25, TT25). Model fitting with scattering from a spherical object gives the best value of χ^2 with a radius of 20 ± 1 Å (GNOM). The shape and morphology of a spherical cluster is modeled in DAMMIF (fig.4).

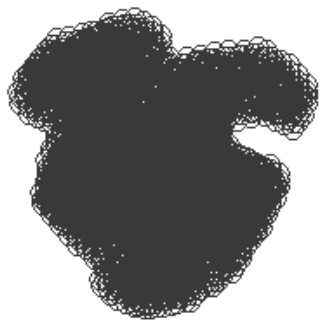


Fig. 4 DAMMIF model shape of cluster for curve TT25 – TT5

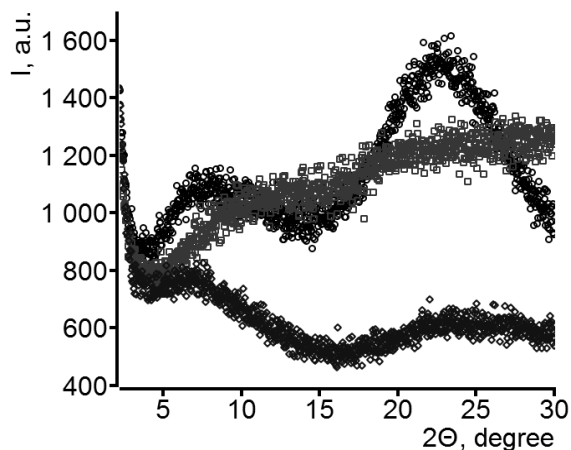


Fig. 5 XRD curves of polymer TT15 systems
○ – TT15, □ – TT15 (H₂O), ◇ – semi-dry TT15

XRD data further confirm the above structure of the polymer matrix containing the fluorinated units (fig. 5). On polymer sample TT15, we see two peaks of X-ray diffraction. The first peak is due to a quasi-cellular of polymer matrix with an average link length near 12 Å (polyether units). The second peak is due to the average cell size of the polymer network (polyamine units) to which the fluorinated branches are chemically grafted. With the addition of water, the first peak disappears, indicating an increase in the disorder in the swollen polymer. The second peak shifts toward higher degrees due to the compression of the cell due to the pressure by polymer-water polar medium on the low-polar cluster region of amine fluorinated units. This also indicates that the fluorinated units are located outside the quasi-cell polymer matrix, since the peaks from the quasi-cells of the matrix for any concentration of fluorinated units are located at the same degrees, which gives the same size.

UDC 678.6

SOL-GEL EPOXY-OXIDE COMPOSITES OF AMINE CURING: OBTAINING AND PROPERTIES

Lyga R.I., PhD in Chemistry,

Mikhal'chuk V.M., Doctor of Chemical Science, Professor,

Linnik D.S., Sayfutdinova M.V.

Donetsk National University, Donetsk, DPR

lygarita@mail.ru

A special position is occupied by the sol-gel method of obtaining oxide nanoparticles. Traditional methods of realization of sol-gel synthesis of metal oxide materials are based on the use of appropriate alkoxides or inorganic salts. Using inorganic precursors, it is difficult to gain control over the properties of

the resulting material. For this goal achievement, it is necessary to introduce organic complexing ligands, which requires the use of high-temperature treatment for the subsequent removal of the organic component. The use of alkoxides allows to control the properties of materials successfully. The resulting oxides are characterized by high purity, developed specific surface, ordered porous structure, given the phase composition and morphology [1].

In this work, the methods of obtaining of amine cured film epoxy composites filled with titanium dioxide, silica or zirconium dioxide were developed and improved. The thickness of the samples was $200 \pm 10 \mu\text{m}$. The polymer matrix of the composites was obtained on the basis of dicyclohexylolpropane diglycidyl ether (EPONEX 1510) or diphenylolpropane diglycidyl ether (ED-20) and amine hardener – polypropyleneoxide triamine (Jeffamine T403) or cycloaliphatic polyamine (ANCAMINE 2579).

Titanium oxide or silica fillers of composites in the amount of 0.5–25 wt.% were formed by hydrolytic polycondensation of the corresponding precursor (titanium n-butoxide or tetraethoxysilane). The formation of filler particles occurred directly in the original composition (epoxy resin/hardener). The amine hardener was the source of water for the partial hydrolysis of the precursor.

For obtaining the ZrO_2 filler (1–50 wt.% in composites), zirconyl hydroxide $\text{ZrO}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, prepared by precipitation from zirconium oxychloride $\text{ZrOCl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ with 20 % aqueous ammonia NH_4OH solution, was used. Thermogravimetric found that the content of total water in zirconyl hydroxide was 30 wt.%. The particles size of the zirconyl hydroxide was 2–3 nm.

The thermomechanical properties of the obtained composites were studied. Some oxide fillers have a reinforcing effect on the epoxy polymer matrix, increasing the glass transition temperature of the samples. The resistance to thermal-oxidative degradation of composites was studied. For example, it was found that with an increasing of silica content in composites more than 12.5 wt.% the beginning of the main stage of thermooxidative destruction of samples was shifted by more than 100°C towards higher temperatures. It is shown that composites based on epoxy resins and oxide fillers are more thermostable and resistant to oxidation processes compared to unmodified epoxy polymer. The synthesized inorganic filler has an inhibitory effect on the oxidation of composites.

SEM and TEM studies were carried out: it was established that epoxy-titanium and epoxy-silica composites have a globular structure (Fig. 1).

Scanning electron microscopy and energy dispersive elemental analysis does not detect “pure” particles SiO_2 or TiO_2 with a clear filler/matrix interface. Only a local increased content of Si or Ti atoms was determined in comparison with the total volume of the composite. Therefore, it is most likely that polymer globules form around primary titanium oxide or silica particles. And the formation of the inorganic component of the composites occurs before the formation of the polymer network. This is evidenced by inorganic aerogels obtained after high-temperature combustion of film samples of composites (Fig 2).

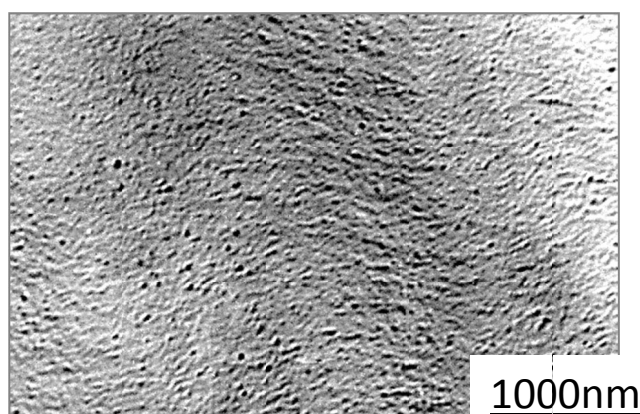


Fig. 1. TEM micrograph of epoxy composite with 1.5 wt.% TiO_2

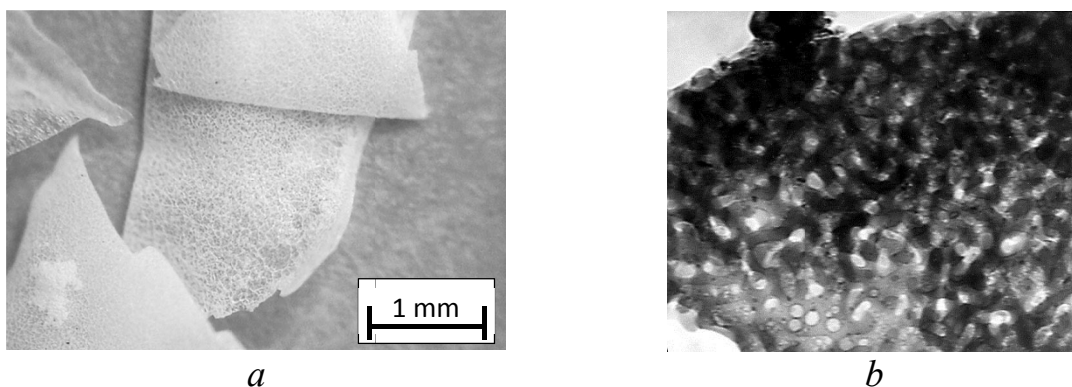


Fig. 2. Micrographs (*a*, *b*) of aerogel SiO_2

Reference

1. Harrison S. Kibombo. Versatility of heterogeneous photocatalysis: synthetic methodologies epitomizing the role of silica support in TiO_2 based mixed oxides // Catal. Sci. Technol. – 2012. – Vol. 2. – P. 1737-1766.

УДК 541.127-128:546.215:546.264:547.379.1

АКТИВАЦИЯ ПЕРОКСИДА ВОДОРОДА АЦЕТОНИТРИЛОМ В РЕАКЦИЯХ ОКИСЛЕНИЯ ТИОЭФИРОВ. КИНЕТИКА И МЕХАНИЗМ РЕАКЦИЙ

Любимова А.К., Безбожная Т.В., канд. хим. наук,

Лобачев В.Л., д-р хим. наук

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

г. Донецк, ДНР

annasigaeva14@gmail.com

Окисление органических сульфидов (RSR') широко используется в разложении активных компонентов пестицидов и отравляющих веществ, обессеривании углеводородного сырья и топлив, синтезе биологически активных соединений и лекарств. Среди многочисленных окислителей,

используемых для окисления RSR' , наиболее экологически чистым и дешевым является пероксид водорода, который, однако, имеет низкую активность в окислении сульфидов, что требует его активации (превращение в более активные пероксокислоты или генерирование на его основе гидроксильных радикалов).

Крайне низкая растворимость большинства органических сульфидов в воде ограничивает использование водных растворов H_2O_2 и его активированных форм для окисления RSR' . Для повышения растворимости сульфидов часто используют водно-спиртовые смеси [1].

В этом плане особый интерес представляют растворы вода/ацетонитрил. Использование смеси $H_2O/MeCN$ должно приводить к увеличению растворимости RSR' . Кроме того, известно, что нитрилы (RCN) способны активировать пероксид водорода в реакциях окисления алкенов, аминов и сульфидов за счет образования активных короткоживущих пероксиимидных кислот, $RC(O_2H)=NH_2$, или пероксиимидатов, $RC(O_2H)=NH^-$ [2].

В настоящей работе с целью установления механизма реакций и природы активных частиц изучена кинетика окисления Et_2S пероксидом водорода в растворах $H_2O/MeCN$ в широкой области изменения pH.

Согласно данным [1], реакция окисления диэтилсульфида пероксидом водорода в воде имеет первый порядок как по Et_2S , так и по H_2O_2 в области изменения pH от 9 до 12. В растворах $H_2O/MeCN$ порядок реакции по субстрату (n) зависит от кислотности среды и изменяется от первого при pH = 8,06 до нулевого при pH = 11,02 (табл.). Поэтому для анализа кинетических данных в растворах $H_2O/MeCN$ при различных pH и сравнения их с данными в воде мы использовали значения начальных скоростей реакции W_0 .

По данным [1], в водных растворах в области pH 8 – 12 окисление Et_2S пероксидом водорода протекает по двум параллельным маршрутам с участием $HOON$ и HOO . В этом случае выражение для зависимости начальной скорости убыли диэтилсульфида ($W_0^{H_2O}$) от кислотности имеет вид:

$$W_0^{H_2O} = W_0^{HOON} + W^{HOO} = \left(\frac{k_{HOON}[H^+] + k_{HOO}K_a}{[H^+] + K_a} \right) [PH]_0 \cdot [Et_2S]_0, \quad (1)$$

где $[PH]_0$ и $[Et_2S]_0$ – исходные концентрации H_2O_2 и диэтилсульфида соответственно; K_a – константа кислотной ионизации H_2O_2 .

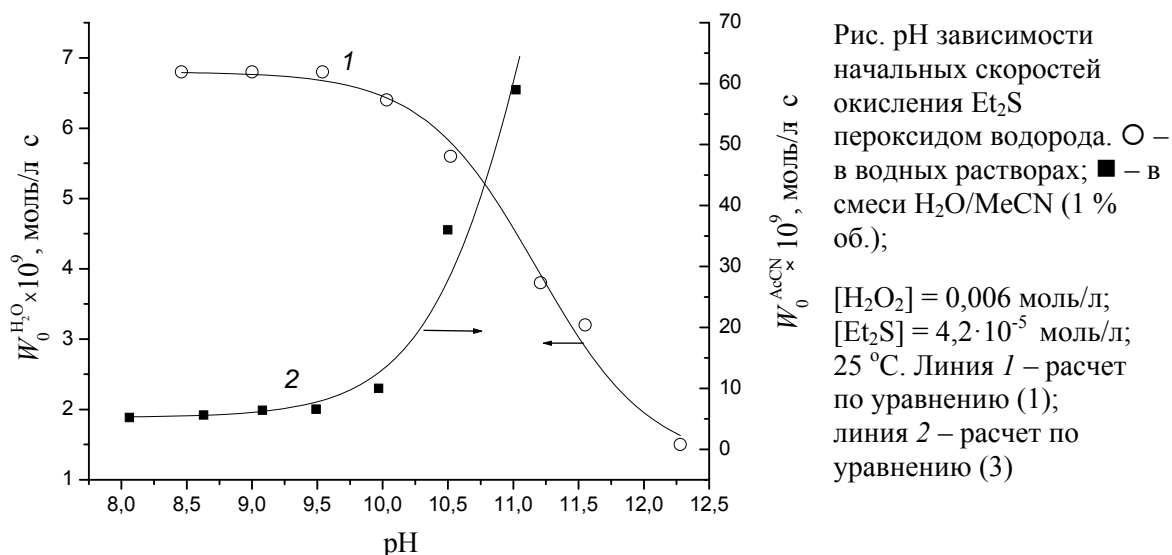
Как показано на рисунке, линия 1, уравнение (1) хорошо описывает экспериментальные данные при значениях $k_{HOON} = 2,7 \times 10^{-2}$ л/(моль·с), $k_{HOO} = 0,41 \times 10^{-2}$ л/(моль·с) и $pK_a = 11,5$.

В отличие от водных растворов скорость реакции в смеси $H_2O/MeCN$ (1 % об.) при pH ≥ 10 резко возрастает и при pH 11 более, чем в 10 раз превышает скорость окисления в воде.

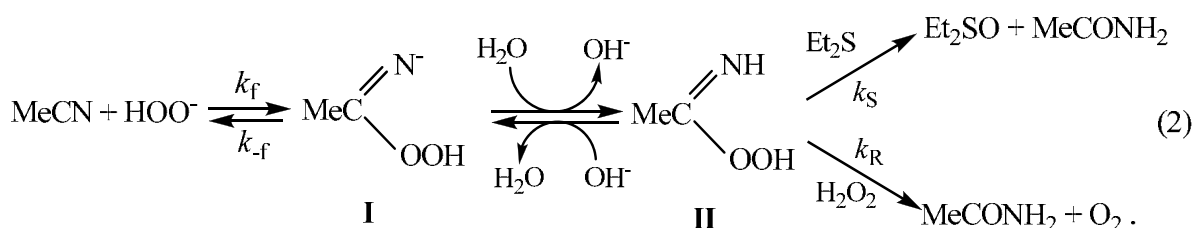
Таблица

Зависимости начальных скоростей (W_0) окисления Et_2S и порядка реакции по субстрату (n) от pH среды в растворах $\text{H}_2\text{O}/\text{MeCN}$ (W_0^{MeCN}) и в воде ($W_0^{\text{H}_2\text{O}}$);
 $[\text{H}_2\text{O}_2] = 0,006$ моль/л; $[\text{Et}_2\text{S}] = 4,2 \cdot 10^{-5}$ моль/л; 25°C

$\text{H}_2\text{O} / \text{MeCN}$ (1 % об., 0,19 моль/л)			H_2O	
pH	$W_0^{\text{MeCN}} \times 10^9$, моль/(л·с)	n	pH	$W_0^{\text{H}_2\text{O}} \times 10^9$, моль/(л·с)
8,06	5,2	1,0	8,46	6,8
8,63	5,6	0,95	9,00	6,8
9,08	6,4	0,54	9,54	6,8
9,49	6,6	0,30	10,03	6,4
9,97	10	0,15	10,52	5,6
10,5	36	0	11,21	3,8
11,02	59	0,1	11,55	3,2
			12,28	1,5



Представленные в таблице результаты (данные о порядках реакции и о зависимости скорости от pH среды) позволяют предположить, что при $\text{pH} < 9$ основным маршрутом в окислении Et_2S является реакция с H_2O_2 . Рост скорости реакции при $\text{pH} \geq 10$ свидетельствует о том, что в этих условиях основной вклад в окисление Et_2S вносит маршрут с пероксиимидной кислотой II, которая образуется при взаимодействии HOOC^- с MeCN [2, 3] с дальнейшим протонированием пероксиимидата I:



Согласно данным [3] $k_S \gg k_R \gg k_f$, т.е. медленной стадией реакции является образование пероксиимидата I, что согласуется с наблюдаемым нулевым порядком реакции по Et_2S при $\text{pH} \geq 10$. В этом случае выражение для начальной скорости окисления Et_2S в растворах $\text{H}_2\text{O}/\text{MeCN}$ в изученной области pH имеет вид:

$$W_0 = W_0^{\text{H}_2\text{O}} + W_0^{\text{MeCN}} = \left(\frac{k_{\text{HOON}}[\text{H}^+]_a[\text{Et}_2\text{S}]_0 + k_f K_a[\text{MeCN}]}{[\text{H}^+] + K_a} \right) [\text{PH}]_0. \quad (3)$$

Как показано на рисунке, линия 2, уравнение (3) удовлетворительно описывает экспериментальную зависимость скорости реакции W_0 от кислотности среды при значениях $k_{\text{HOON}} = 2,7 \times 10^{-2}$ л/(моль·с), $k_f = 1,6 \times 10^{-4}$ л/(моль·с).

Таким образом, ацетонитрил при $\text{pH} \geq 10$ является одним из наиболее эффективных активаторов H_2O_2 в реакции окисления органических сульфидов.

Список литературы

1. Лобачев В.Л. Кинетика окисления диэтилсульфида пероксидом водорода и пероксиборатами в водно-спиртовых растворах / В.Л.Лобачев, Л.М.Дятленко, Г.П.Зимцева // Теорет. и эксперим. химия. – 2012. – Т. 48, № 3. – С. 168-173.
2. Gillitt N.D. Oxidation of thioanisole by hydrogen peroxide: activation by nitriles / N.D.Gillitt, J. Domingos, C.A. Bunton // J. Phys. Org. Chem. – 2003. – V.16. – P. 603-607.
3. Reactivity and Selectivity in the Oxidation of Aryl Methyl Sulfides and Sulfoxides by Hydrogen Peroxide Mediated by Acetonitrile / D. Bethell [et al.] // J. Chem. Soc. Perkin Trans. 2. – 1993. – P. 2161-2162.

УДК 544.623 + 675.043.42

ВЛИЯНИЕ ИОННОЙ СИЛЫ НА МИЦЕЛЛООБРАЗОВАНИЕ БИНАРНЫХ СМЕСЕЙ КОЛЛОИДНЫХ ПАВ

Мастюкова Т.В., канд. техн. наук, доцент, **Селезнева К.Д.**

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

г. Воронеж, РФ

mastukovatv@yandex.ru

В задачу настоящих исследований входило изучение влияния ионной силы раствора на мицеллообразование коллоидных ПАВ олиата натрия и неонола в их бинарных смесях.

Выбор ПАВ основан на разной способности к мицеллообразованию исследуемых веществ, а также диссоциации их в растворе. Неонол (АФ 9–10) – оксиэтилированный нонилфенол, техническая смесь изомеров на основе триммеров пропилен (C₉H₁₉C₆H₄O(C₂H₄O)_nH), является

неионогенным поверхностно-активным веществом, в растворе не подвергается диссоциации. Олеат натрия – натриевая соль олеиновой кислоты ($\text{NaC}_{18}\text{H}_{33}\text{O}_2$), является анионным ПАВ и полиэлектролитом [1].

Критическую концентрацию мицеллообразования индивидуальных ПАВ определяли по изотермам поверхностного натяжения, методом наибольшего давления в пузырьке [2]. Значение ККМ олеата натрия и неонола в водном растворе при температуре $18 \pm 2^\circ\text{C}$ составило $1,3 \times 10^{-3}$ моль/дм³, и $0,15 \times 10^{-3}$ моль/дм³, соответственно, что согласуется с литературными данными. Влияние концентрации электролита (хлорида калия, сульфата цинка) в растворе на ККМ ПАВ и их бинарных смесей определяли кондуктометрически. Для этого были получены изотермы электрической проводимости бинарных смесей ПАВ в зависимости от ионной силы раствора [3].

Установлено понижение ККМ олеата натрия от 1,3 до 0,4 моль/м³ с увеличением ионной силы среды до 2 моль/м³, дальнейшее увеличение концентрации KCl в растворе до $c = 10$ моль/м³ снизило концентрацию мицеллообразования до ККМ = 0,1 моль/м³. В растворах с добавкой неонола подобный эффект не установлен, незначительное снижение ККМ вызвано вследствие эффекта дегидратации мицелл [4].

В значительной степени на ККМ влияет состав бинарной смеси. Незначительное увеличение концентрации неонола в бинарном растворе приводит к резкому снижению ККМ. Например, для бинарного раствора с мольной долей неонола $x = 0,25$ ККМ = 0,049 моль/м³. Возможно, увеличение концентрации неонола приводит к увеличению олеофильности системы, в результате усиливаются гидрофобные взаимодействия, и проявляется синергетический эффект мицеллообразования смеси ПАВ, приводящий к понижению ККМ [5].

Список литературы

1. Jiang J. Q. The role of coagulation in water treatment / J.Jiang // Current Opinion in Chemical Engineering. – 2015. – Т. 8. – С. 36-44.
2. Бондарева Л.П. Физическая и коллоидная химия (Теория и практика) / Л.П.Бондарева, Т.В.Мастюкова. – Воронеж: ВГУИТ, 2019. – 287 с.
3. Алейнер Г.С. Электропроводность мицеллярных растворов ионных ПАВ и поверхностная проводимость мицелл / Г.С.Алейнер, О.Г. Усъяров // Коллоидный журнал. – 2010. – Т. 72. – № 5. – С. 580-586.
4. Холмберг К. Поверхностно-активные вещества и полимеры в водных растворах / К.Холмберг, Б.Йенссон, Б.Кронберг. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 528 с.
5. Вережников В.Н. Коллоидная химия поверхностно-активных веществ: Учебное пособие / В.Н.Вережников, И.И.Гермашева, М.Ю.Крысин. – СПб.: Издательство «Лань», 2015. – 304 с.

ЭПОКСИДНЫЕ КОМПОЗИТЫ АМИННОГО ОТВЕРЖДЕНИЯ, НАПОЛНЕННЫЕ ТЕРМОРАСШИРЕННЫМ ГРАФИТОМ И УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ

Несговорова В.О., Лыга Р.И., канд. хим. наук,
Михальчук В.М., д-р хим. наук, профессор,
Сайфутдинова М.В.

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

Основная причина повышенного интереса к графиту это положительное влияние на физические и химические свойства композитов (трещиностойкость, огнестойкость и теплосоппротивление полимерных матриц). К настоящему времени получены интересные результаты по использованию в составе полимерных композитов углеродных нанонаполнителей разной морфологии (сферической, трубчатой и слоистой). Однако на данный момент не проведены систематические исследования, направленные на изучение закономерностей формирования, структуры и свойств эпоксидно-графитовых композитов, и не проведена сравнительная оценка композитов, содержащих разные углеродные наполнители.

Целью данной работы было получение композитов на основе терморасширенного графита (ТРГ) и углеродных нанотрубок (УНТ), а также изучение их физико-химических и защитных свойств. Получены стеклообразные эпоксидно-углеродные композиты аминного отверждения на основе смолы ЭД-20 и модифицированного циклоалифатического полиамина ANCAMINE 2579. Содержание наполнителей составляло 0,5 – 2 масс.%. При этом применяли ультразвуковое диспергирование в течение 3 минут. С целью введения больших количеств терморасширенного графита в состав полимерных композитов, были также получены образцы с 5 и 10 масс.% ТРГ (в этом случае время диспергирования составляло 75 мин). С использованием сканирующей электронной микроскопии изучена морфология эпоксидно-графитовых композитов и композитов, содержащих УНТ.

Установлено снижение густоты сшивания эпоксидной полимерной матрицы композитов аминного отверждения, полученных при использовании ультразвука для диспергирования ТРГ и УНТ: снижаются значения температуры стеклования и температуры завершения перехода в высокоэластическое состояние. В введение углеродсодержащих соединений в эпоксидный полимер в количестве до 2 масс.% незначительно влияет на устойчивость полимерной матрицы к термоокислительной деструкции. Особо отмечена неэффективность использования низких концентраций ТРГ. Только при 10 масс.% ТРГ максимальная скорость деструкции композита снизилась в 2 раза.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СЕРЫ ПО ПРОДУКТАМ ГИДРООЖИЖЕНИЯ СЕРНИСТЫХ БУРОГО И ДЛИННОПЛАМЕННЫХ УГЛЕЙ

Осипов А.М., канд. хим. наук, доцент,

Грищук С.В., Бойко З.В.

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

г. Донецк, ДНР

sgrishchuk@yandex.ru

Сера относится к главным токсичным компонентам ископаемых углей. Она существенно снижает возможности и эффективность их промышленного использования в основных крупномасштабных направлениях – сжигании и коксовании. В то же время высокое содержание серы в углях не является препятствием для переработки их методами деструктивной гидрогенизации или гидропиролиза в жидкие моторные топлива. Выделяющийся сероводород обладает каталитическими и сульфидирующими свойствами [1].

Полученную на начальной стадии «угольную нефть» (УН) уже можно применять вместо мазута как добавку к углю на ТЭС, как жидкий заменитель кокса или перерабатывать в моторные топлива. Подсчитано, что стоимость переработки угля до УН примерно в 3 раза ниже стоимости его переработки до моторных топлив [2]. Недостатки процесса (кроме относительно высоких температур – 430–450 °С и давлений – 14–18 МПа): 1) потребление большого количества H_2 (до 6–8 % от органической массы угля) для ожижения и обессеривания; 2) для получения 1 т синтетического жидкого топлива необходимо затратить не менее 3–5 т угля. Однако термический КПД процесса равен 45–60 %, в то время как при сжигании углей он составляет 33–45 %. Одним из вариантов удешевления производства УН является со-ожижение углей с отходами пластмасс с высоким содержанием водорода (до 14 мас. % в полиолефинах) [3].

Сера в углях находится в неорганических и органических (S_o) формах. Неорганические формы представлены обычно сульфидами с пиритом (S_p) в качестве основного компонента в большинстве углей. Соединения органической серы главным образом входят в состав макромолекулярной структуры угля и их невозможно выделить без деструкции угольной сетки с помощью термического или химического воздействия. Наиболее устойчивыми являются ароматические соединения (тиофены) [4].

Процесс термического разложения пирита с выделением H_2S происходит с образованием нестехиометрического (пирротин) и стехиометрического (троилит) сульфидов железа и элементной серы, которая реагирует с доступным водородом. Показано, что энергия активации разложе-

ния пирита зависит от размера его частиц (гранул). В интервале размеров от 150 до менее 5 мкм она изменяется от 176,25 до 87,92 кДж/моль. Энергия активации превращения S_0 в H_2S составляет 92,11 кДж/моль [5].

Таким образом, количество H_2S , выделившегося в газовую фазу, зависит от формы нахождения серы в угле, стадии его углефикации, состава минеральной части, температуры, давления H_2 , времени процесса и т. д.

Исследовали бурый уголь Александрийского месторождения Днепроовского бассейна (Б) и образцы длиннопламенных углей Старобельского месторождения Северного Донбасса (Д). В буром угле основная масса серы представлена органической (85 % от общей), а в длиннопламенных преобладает пиритная (61–81 % от общей). Зола бурого угля на 90 % состоит из оксидов Ca, Fe, Mg, Si и Al, а в минеральной части углей Д преобладают соединения Fe (30–60 % оксида железа от суммы всех оксидов), Si, Ca, Al.

Гидроожижение угля, измельченного до менее, чем 250 мкм, проводили во вращающемся автоклаве периодического действия объемом 500 см³. 10 или 50 г угля и такое же количество тетралина нагревали до конечной температуры со скоростью нагрева 5 °С/мин. Конечная температура поддерживалась указанное время (таблица). Начальное («холодное») давление H_2 составляло 5 МПа, рабочее давление равнялось 12–16 МПа в зависимости от угля и условий процесса. Степень конверсии угля определяли по зольности сухого остатка после экстракции гидрогенизата спирто-бензолом (выделялась «угольная нефть»). В качестве катализаторов применяли цеолит и сухие отходы Днепроовского алюминиевого завода (ДЗ). Отходы ДЗ в пересчете на оксиды содержат (мас. %): Fe_2O_3 44,8; Al_2O_3 22,3; SiO_2 9,3 и CaO 6,6. Количество H_2S , выделившегося в газовую фазу, определяли классическим методом (по Губен-Вейлю) [6, 7].

В таблице представлены данные распределения серы по продуктам гидроожижения (в % от общей серы угля S_t^d). Наиболее существенное количественное отличие бурого угля от длиннопламенных – в выделении H_2S и содержании S в остатках. Из угля Б более половины общей серы (в среднем 53,4 %) выделяется в виде H_2S . При этом практически не влияют добавки полиэтилена, цеолита и катализатора ДЗ и удаление воска. Такую большую долю образования H_2S можно объяснить относительно низкой энергией активации. Для углей Д среднее значение равно 20,8 % (разброс от 13,1 до 35,2 %), что связано с малой долей S_0 и переменной долей мелкозернистого пирита. Доля S_t^d в остатках определяется зольностью исходного угля и природой металлов в золе. Соединения Fe и Ca образуют термически устойчивые сульфиды, переходящие в остаток. Полученные данные о переходе общей серы в «угольную нефть» позволяют предположить, что чем больше значение исходной S_t^d бурого и длиннопламенных углей, тем меньший ее процент переходит в УН.

Таблица

Распределение исходной общей серы углей по продуктам гидроожижения

№ опыта	Уголь (индексы условные)	S_t^d	Температура, °C	Время, ч	Степень конверсии, %	Распределение серы, % от S_t^d		
						H ₂ S	«угольная нефть»	остаток
1.	Б	2,8	420	1	91,3	46,2	19,2	34,6
2.	Б ¹⁾	2,8	430	1	64,5	41,7	26,0	32,3
3.	Б	2,8	380	2	62,6	50,0	11,6	38,4
4.	Б ²⁾	2,8	420	1	79,1	61,6	7,5	30,9
5.	Б	2,8	420	1	79,6	60,6	7,9	31,5
6.	Б	2,8	400	1	70,6	57,5	8,8	33,7
7.	Б ¹⁾	2,8	420	1	86,9	56,1	9,4	34,5
8.	Д ₁	8,1	420	2	89,9	28,8	2,0	69,2
9.	Д ₂	3,4	420	1	83,9	15,0	5,0	80,0
10.	Д ₃ ³⁾	8,2	430	1	76,2	16,8	2,0	81,2
11.	Д ₃ ⁴⁾	8,2	430	1	82,2	13,1	2,8	84,1
12.	Д ₃ ¹⁾	8,2	450	1	75,6	19,6	1,2	79,2
13.	Д ₃ ⁵⁾	8,2	430	1	77,2	17,8	2,4	79,8
14.	Д ₄	5,3	420	2	85,0	20,8	3,2	76,0
15.	Д ₅	4,2	420	2	74,0	35,2	4,0	64,8
16.	Д ₆	7,0	420	2	79,1	19,9	4,9	75,2

Примечания. ¹⁾ – опыты с добавлением полиэтилена, ²⁾ – остаток угля после извлечения воска; ³⁾ – опыт с добавлением катализатора ДЗ; ⁴⁾ – опыт с добавлением полиэтилена и катализатора ДЗ; ⁵⁾ – опыт с добавлением цеолита.

Список литературы

1. Глубокая переработка бурых углей с получением жидких топлив и углеродных материалов: монография / 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.
2. Производство жидких заменителей кокса – перспективный путь переработки бурых углей / В.И. Большаков, Н. . Можаренко, А.Д. Джигота, А.Ф. Попов, А.М. Осипов, С. И. Шахадынец, Т. В. Барна // Уголь Украины. – 1997. – № 7. – С. 24-25.
3. Влияние условий совместного ожижения сернистых углей Украины и полиолефинов на выход и состав продуктов / А. М. Осипов, З. В. Бойко, С. В. Гришук, М. И. Чернышова, Т. Г. Шендрик // Химия тверд. топлива. – 2011. – № 2. – С. 23–28.
4. Calkins W. H. The chemical forms of sulfur in coal: a review / W. H. Calkins // Fuel. – 1984. – Vol. 73, No. 4. – P. 475-484.
5. Sugawara, T. Kinetics of change in sulphur forms in hydropyrolysis of coals / T. Sugawara, K. Sugawara, H. Ohashi // Fuel. – 1989. – Vol. 68, No. 8. – P. 1005-1011.
6. Влияние состава сернистых углей Украины на выделение сероводорода при гидроожижении / А. М. Осипов, С. Н. Ляшук, З. В. Бойко, С. В. Гришук // Химия тверд. топлива. – 2003. – № 5. – С. 68-75.
7. Осипов А.М. Влияние минеральных компонентов сернистых углей Донбасса на процесс их гидроожижения / А.М. Осипов, С.В. Гришук, З.В. Бойко // Вестн. Луганского национального университета имени Владимира Даля. – 2019. – № 7 (25). – С. 252-258.

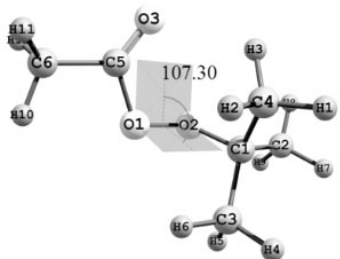
ИК-СПЕКТРОСКОПИЯ ТРЕТ-БУТИЛПЕРОКСИАЦЕТАТА

Туровский Н.А., канд. хим. наук, доцент,
Баикова М.В.

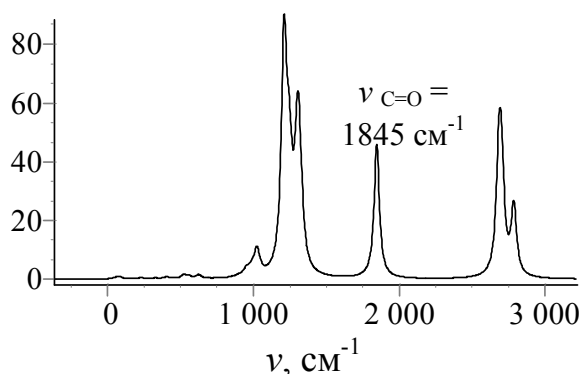
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
 na.turovskij@gmail.com

Широкое распространение органических пероксидов как высокоэффективных инициаторов полимеризации, их применение в разных технологических процессах требует разработки надежных и экспрессных методов их идентификации. Одним из основных физико-химических методов исследования органических пероксидов является колебательная (в первую очередь ИК-) спектроскопия. Развитие квантовой химии и рост вычислительных мощностей привели к тому, что современные методы полуэмпирической, DFT и неэмпирической квантовой химии позволяют рассчитывать поверхность потенциальной энергии исследуемого соединения с высокой точностью. Это дает возможность надежного теоретического предсказания силовых постоянных молекулы и частот нормальных колебаний. Сравнение экспериментальных и расчетных колебательных спектров существенно упрощает корректное отнесение полос к определенному типу колебания. Целью работы является установление закономерностей связи

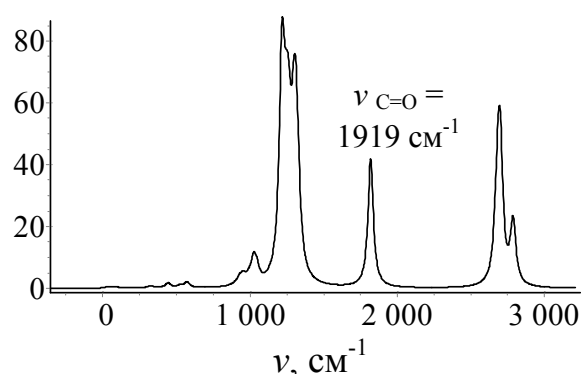
экспериментальных и полученных методами квантовой химии ИК-спектров *трет*-бутилпероксиацетата.



Поверхность потенциальной энергии и ИК – спектры $\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{OOC}(\text{CH}_3)_3$ получены в приближении RM6 метода полуэмпирической квантовой химии.

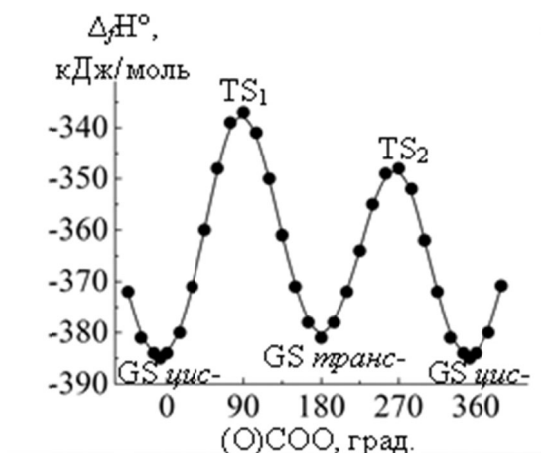


ИК- спектр цис- конформера



ИК- спектр транс- конформера

На ППЭ внутреннего вращения ацилокси группы *трет*-бутилпероксиацетата локализовано два конформера – *цис*- конформер ((O)COO = 0 град.) и *транс*-конформер ((O)COO = 180 град.), GS_{цис}- и GS_{транс}- конформеры, соответственно. Конформационные переходы требуют преодоления двух седловых точек: TS₁ – (O)COO = 90 град. и TS₂ – (O)COO = 270 град. Барьеры конформационных переходов GS_{цис}...TS₁...GS_{транс}-, GS_{транс}...TS₁...GS_{цис}-, GS_{цис}...TS₂...GS_{транс}-, GS_{транс}...TS₂...GS_{цис}- равны 48.2, 43.0, 36.7, 31.5 кДж/моль соответственно. Таким образом, свободное внутримолекулярное вращение ацилокси молекулярного фрагмента относительно пероксидной связи при 298.15 К невозможно, так как барьеры внутреннего вращения значительно выше, чем RT.

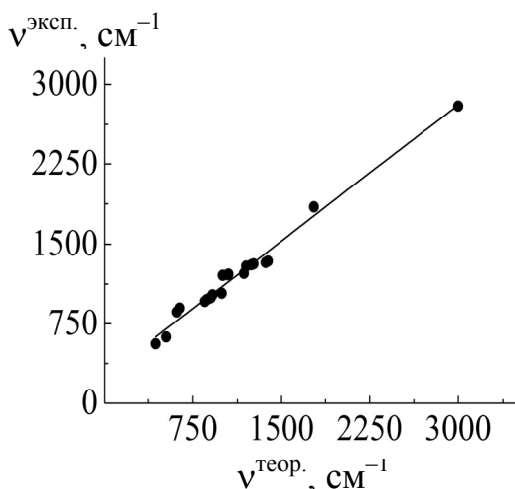


Разности стандартных энтальпий (ΔH) и энтропий (ΔS) образования GS_{цис}- и GS_{транс}- конформеров *трет*-бутилпероксиацетата, которые определяют количественный состав смеси двух конформеров, а также константа конформационного равновесия (K_{кр}) и молярные доли (n_{цис}- и n_{транс}-) *цис*- и *транс*- конформеров CH₃C(O)OOC(CH₃)₃ приведены ниже.

ΔH, кДж/моль	ΔS, Дж/(моль·К)	K _{кр}	n _{транс} -	n _{цис} -
-5.2	-10.5	2.3	0.30	0.70

Исследуемый объект является смесью *цис*- и *транс*- конформеров, в которой *цис*-конформера более 70 % .

Основной ИК– спектральной особенностью *цис*- и *транс*-конформеров *трет*-бутилпероксиацетата является спектральный отклик карбонильной группы. Частоты валентного колебания C=O связи *цис*- и *транс* – конформеров различаются на 74 см⁻¹.



Зависимость частот нормальных колебаний экспериментально полученного (ν^{эксп.}) и рассчитанного (ν^{теор.}) ИК-спектра *цис*- конформера CH₃C(O)OOC(CH₃)₃ в диапазоне от 600 см⁻¹ до 3000 см⁻¹ линейна и описывается уравнением линейной регрессии 1.

$$\nu^{\text{эксп.}} = (-275 \pm 45) + (1.15 \pm 0.03)\nu^{\text{теор}}, n=21, r = 0.991, (\text{PM6 метод}) \quad (1)$$

DFT методы квантовой химии являются перспективными методами компьютерной структурной химии пероксидных соединений, поскольку с достаточной точностью воспроизводят параметры молекулярной геометрии и дипольные моменты пероксидов. Выявление особенностей влияния базисного набора функций B3LYP DFT метода на частоты нормальных колебаний является необходимым шагом методологии расчета ИК спектра *трет*-бутилпероксиацетата.

Таблица

Влияние базисного набора функций B3LYP DFT метода на частоты нормальных колебаний O–O и C=O групп ИК–спектра *трет*-бутилпероксиацетата

B3LYP/базис	E _{tot} , а. е.	μ, D	ν, см ⁻¹		Δν, см ⁻¹	
			O-O	C=O	O-O	C=O
Эксперимент		2.7	850	1782	0	0
6-311G(d,p)	-461.60015	2.44	916	1855	66	73
6-311+G (d,p)	-461.60877	2.79	912	1837	62	55
6-311++G(d,p)	-461.60893	2.79	912	1837	62	55
6-311+,++G(d,p)	-461.64279	2.70	923	1838	73	56
cc-pVDZ	-461.49140	2.30	919	1861	69	79
cc-pVDZ	-461.64707	2.55	922	1842	72	60

Показано, что использование поляризационных базисных функций оказывает влияние на величину рассчитанных частот валентного колебания как пероксидной так и карбонильной группы *трет*-бутилпероксиацетата.

В работе обсуждаются результаты исследования рассчитанных и экспериментально полученных ИК-спектров *трет*-бутилпероксиацетата. Показано, что CH₃C(O)OOC(CH₃)₃ являются смесью цис- и транс-конформеров, в которой более 70 % цис- конформера. Установлено, что свободное внутримолекулярное вращение ацилокси молекулярного фрагмента относительно пероксидной связи при 298 К ограничено величиной барьеров внутреннего вращения.

Список литературы

1. Turovsky A. A. Non-Valency Interaction in Organic Peroxides Homolysis Reactions / A.A. Turovsky, L.I. Bazylyak, A.R. Kytsya, N. A. Turovsky, G. E. Zaikov / New York: Nova Science Publishers, Inc. – 2012. – 250 p.
2. Semiempirical and DFT Modeling of the IR Spectra of Benzoyl Peroxide Derivatives / N.A. Turovskij, Yu.V. Berestneva, E.V. Raksha, E.N. Pasternak, I.A. Opeida, E.Ktodzińska, G.E. Zaikov // in: On the borders of physics, chemistry, biology, medicine and agriculture. Research and development. Volume II. Edited by Oleg V. Stoyanov, Ewa Ktodzińska, Gennady E. Zaikov. -Toruń, Poland: Institute for Engineering of Polymer Materials and Dyes. –2014. – P. 131-143.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОБОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕЙ И НЕФТИ В ПРОТИВОКОРРОЗИОННЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Шевченко О.Н., канд. техн. наук, доцент,

Сохина С.И., канд. хим. наук, доцент

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»,

г. Макеевка, ДНР

shevchenko6767@mail.ru

Неблагоприятная экологическая ситуация в регионе Донбасса вызвана возрастающими масштабами накопления промышленных отходов. Загрязнение окружающей среды, повышение ее агрессивности наносит огромный ущерб экономике. В частности, в результате коррозии сталебетонных и металлических конструкций нередко аварийные ситуации, которые усугубляют опасность возникновения экологической обстановки с несчастными исходами.

В связи с этим, поиск способов утилизации отходов в качестве противокоррозионных материалов, в том числе ингибиторов коррозии и защитных покрытий, одновременно снизит экологическую напряженность и даст экономический эффект в результате ресурсосбережения и расширения сырьевой базы народнохозяйственного комплекса. Решение этих вопросов и предопределило цель настоящей работы.

В качестве основы для противокоррозионных материалов использованы модифицированные инден-кумароновые смолы [1], полученные полимеризацией смолообразующих компонентов тяжелой фракции бензола при переработке каменных углей (инден, кумарон, стирол), а также кубовые остатки (фракция C_{20} и выше) производства синтетических жирных кислот (СЖК) [2], полученные при переработке нефти.

В качестве ингибирующих добавок в композициях использованы смолистые олигомерные нитро-аминосодержащие отходы Крымского ПО «Химпром», а в качестве наполнителя-пигмента – пылевидные отходы мартеновского производства, алюминиевая пудра, сырая резина.

Для оптимизации составов противокоррозионных композиций ПМИС использовался метод полного факторного эксперимента. При этом в качестве функции отклика рассматривался обобщенный коэффициент качества покрытия (A_3), который учитывает относительные оценки степени различных видов разрушений.

Для прогнозирования времени жизни защитных покрытий на основе разработанных композиций ПМИС использованы все функциональные зависимости программы Curve Expert 1.3. Для изученных композиций ПМИС оптимальной оказалась квадратичная зависимость $A_3=a+bt+ct^2$, что

позволило наиболее точно определять долговечность исследуемых покрытий.

Исследования антикоррозионной активности низкомолекулярных функционально-замещенных производных стирола в механических смесях с пленкообразующим, а также их высокомолекулярных аналогов, моделирующих по структуре и функциональному набору химически активных групп исследуемые отходы, проводили потенциостатическим методом.

При разработке новых противокоррозионных материалов значительное внимание уделялось расчетно-экспериментальной оценке срока службы защитных покрытий на основе результатов ускоренных испытаний, позволяющих повысить конкурентоспособность за счет гарантированных показателей долговечности.

В соответствии с рекомендациями стандарта прогнозируемый срок службы защитных покрытий при выполнении испытаний на стойкость к воздействию климатических факторов рассчитывали по формуле:

$$\tau_{\text{э}} = k_y \cdot \overline{\tau_y},$$

где $\tau_{\text{э}}$ – прогнозируемый срок службы покрытий в условиях эксплуатации в месяцах; $\overline{\tau_y}$ – среднее значение продолжительности ускоренных испытаний в месяцах до достижения покрытием критического состояния; k_y – коэффициент ускоренных испытаний, равный 22 для условий эксплуатации.

По коэффициенту надежности противокоррозионной защиты дана сравнительная оценка времени безотказной работы защитных покрытий.

Заключение. Опытно-промышленное внедрение разработанных композиций подтвердило высокую эффективность использования новых защитных материалов ПМИС в условиях слабо- и среднеагрессивных сред при нанесении на поверхность конструкций установками высокого давления типа 2600Н, 7000Н.

Кроме этого утилизация отходов в виде противокоррозионных грунтовочных композиций позволит улучшить экологическую ситуацию в регионе.

Список литературы

1. Противокоррозионная композиция ИКС-1. Патент Украины N 44050А // Е.В.Горохов, В.П.Королев, Ю.Б.Высоцкий, С.И.Сохина, О.Н.Шевченко, Ю.В.Селютин.
2. Антикоррозионная мастика ПМИС. Патент Украины № 25041 // Е.В.Горохов, Ю.Б.Высоцкий, А.П. Доня, В.П. Королев, С.И. Сохина.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Биофизика

УДК 577.0

ВОЗДЕЙСТВИЕ ПОЛИГОНОВ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ НА СОСТОЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

Беспалова С.В., д-р физ.-мат. наук, профессор,
Романчук С.М., Чуфицкий С.В., Горбунов Р.И.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
ChufitskyiSergey@yandex.ru

Полигоны твердых бытовых отходов являются источниками большого количества загрязнителей. Содержание отдельных элементов в водном фильтрате может в сотни раз превышать предельно допустимые нормы [1]. При попадании таких растворов в подземные и поверхностные воды происходит изменение их физико-химических свойств, что, в свою очередь, приводит к гибели биоты, а также невозможности использования водного ресурса в питьевых и хозяйственных нуждах [2].

Полигон твердых бытовых отходов (ТБО) в окрестностях пос. Ларино расположен в непосредственной близости от русла реки Кальмиус. В ряде исследований было показано негативное воздействие данного полигона ТБО на окружающую среду [3, 4]. Однако, последние мониторинговые исследования проводились в 2010 году. Кроме того, р. Кальмиус подвергается интенсивному антропогенному воздействию на территории г. Донецка [5].

Таким образом, целью исследования являлось изучение воздействия полигона твердых бытовых отходов на состояние поверхностных вод р. Кальмиус.

Для проведения исследования было выбрано пять мониторинговых точек. Мониторинговая точка №1 – исток притока р. Кальмиус, сформированного родниковыми водами; точка №2 – русло реки до полигона ТБО (контрольная точка); точки №3 и 4 располагались на участке русла реки, где предполагалось попадание загрязнителей из полигона ТБО; точка №5 располагалась около населенного пункта Придорожное, ниже по течению относительно полигона ТБО.

Из реки в мониторинговых точках отбирали по 2 дм³ воды.

Флуориметрический анализ проб воды проводили с помощью двух импульсных флуориметров: Phyto-PAM (фирмы Walz, Германия), а также разработанного на базе СКТБ «Турбулентность» макета флуориметра ФС-2. На флуориметре Phyto-PAM проводили измерение содержания хлорофилла в пробах воды, а также базовых показателей флуоресценции:

уровней минимальной (F_0), максимальной (F_m) и переменной ($F_v = F_m - F_0$) флуоресценции хлорофилла, а также квантового выхода флуоресценции ($\Phi_0 = \frac{F_m - F_2}{F_m}$) [6, 7]. Кроме того, производили регистрацию световых кривых флуоресценции хлорофилла.

С помощью флуориметра ФС-2 получали кривые индукции флуоресценции хлорофилла. На основании полученных кривых и параметров ОЖР-теста [7, 8] проводили анализ состояния микроводорослей. Содержание хлорофилла снижалось в мониторинговой точке №4 ($0,58 \pm 0,03$ мг/л), значительно отличаясь от контрольных значений в точке №2 ($0,74 \pm 0,03$ мг/л). Концентрация фотопигмента в точке №3 не отличалась от контрольной ($0,77 \pm 0,03$ мг/л). Показатели F_0 и F_m также достоверно снижались в мониторинговой точке №4 ($55,32 \pm 8,94$ и $339,57 \pm 8,1$ отн. ед. соответственно) в сравнении с контрольными значениями ($62,98 \pm 6,27$ и $380,85 \pm 11,57$ отн. ед. соответственно).

Показатели максимальной скорости электронного транспорта и квантового выхода, полученные с помощью световых кривых флуоресценции хлорофилла не отличались во всех мониторинговых точках. Однако, показатели F_m на световых кривых, полученные для проб из точек № 4 и 5 были значительно ниже, чем в контрольной точке.

Показатели эффективности функционирования фотосинтетического аппарата фитопланктона достоверно не отличались от контрольных значений, также как и показатели скорости электронного переноса энергии возбуждения. Снижение содержания хлорофилла, а также интенсивности флуоресценции в мониторинговых точках № 4 и 5 указывает на возможную гибель клеток фитопланктона в результате негативного воздействия полигона ТБО.

На основании полученных световых кривых и кривых индукции флуоресценции хлорофилла установлено, что изменения показателей, отражающих эффективность функционирования фотосинтетического аппарата не происходит.

Результаты исследования дают возможность предположить, что загрязнители, попадающие из полигона ТБО в русло р. Кальмиус, связываются с клетками фитопланктона вызывая их гибель, что проявляется в снижении концентрации хлорофилла, а клетки на поглотившие поллютант продолжают нормальное функционирование.

Список литературы

1. Vasanthi P. Impact of poor solid waste management on ground water / P. Vasanthi, S. Kaliappan, R. Srinivasaraghavan // Environ Monit Assess. – 2008. – № 143.– 227–238 p.
2. Kamboj N. Impact of solid waste disposal on ground water quality near Gazipur dumping site, Delhi, India / N. Kamboj, M. Choudhary // Journal of Applied and Natural Science. № 5(2). – 2013. – 306-312 p.

3. Миняйло Е.Э. К оценке влияние полигонов твердых бытовых отходов на подземные воды / Е.Э. Миняйло, С.Г. Выборов // Наукові праці ДонНТУ. Серія «Гірничо-геологічна». Вип. 11 (161). – 2010 р. – С. 150-154.
4. Выборов С.Г. Гидрогеохимическая проявленность ореолов техногенного замещения подземных вод в связи с Ларинским полигоном ТБО г. Донецка / С.Г. Выборов, А.С. Лаврушко, Е.А. Рудченко, Е.Э. Миняйло // Наукові праці ДонНТУ. Серія «Гірничо-геологічна». Вип. 6 (125). – 2007. – С. 163-169.
5. Беспалова С.В. Биомониторинг поверхностных вод в условиях антропогенной нагрузки на примере реки Кальмиус / С.В. Беспалова, С.В. Чуфицкий, С.М. Романчук, А.С. Кривякин // Вестник Донецкого национального университета: серия А Естественные науки, 2018, № 3-4. – С100-110.
6. Корнеев Д.Ю. Информационные возможности метода индукции флуоресценции хлорофилла. – К.: Альтерпрес. – 2002. – 188 с.
7. Гольцев В.Н. Переменная и замедленная флуоресценция хлорофилла а – теоретические основы и практическое приложение в исследовании растений / В.Н. Гольцев, М.Х. Каладжи, М.А. Кузманова, С.И. Аллахвердиев. – М.–Ижевск: Институт компьютерных исследований. – 2014. – 220 с.
8. Schreiber U. Chlorophyll fluorescence as a nonintrusive indicator for rapid assessment of in vivo photosynthesis / U.Schreiber, W. Bilger, C. Neubauer // Ecophysiology of photosynthesis. – Springer. – Berlin, Heidelberg, New York. – 1994. – P. 49–70.

УДК 537.634

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНТЕГРАЛЬНОЙ МАГНИТНОЙ ВОСПРИИМЧИВОСТИ МАГНИТНЫХ КЛЕТОК

Беспалова С.В., д-р физ.-мат. наук, профессор,
Легенький Ю.А., Павлов В.Н.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
yu-legen@mail.ru; v.russian@yandex.ru

В процессе проведения экспериментов по исследованию влияния магнитных наночастиц на свойства и возможность использования биоклеток в медицине и биотехнологиях понадобилась методика оценки интегральной магнитной восприимчивости образцов живых клеток в их естественной среде. Методы Квинке и Гуи оказались непригодны, поскольку в первом случае магнитомаркированные клетки собирались в месте наибольшей неоднородности магнитного поля, формируя комок, закупоривающий капилляр. Во втором случае, для формирования образца необходимо было высушить и спрессовать большое количество мёртвых клеток, что в нашем случае неприемлемо.

Цель работы – разработка макета установки и отработка методики измерения магнитной восприимчивости живых клеток.

Схема измерений показана на рис. 1А. Начало координат находится в центре системы, в точке, где рёбра магнитов наиболее близки. Ось Z направлена вверх, по рисунку.

Образец, объёмом 0,1мл помещён в микропробирку, подвешенную к аналитическим весам при помощи держателя (на рисунке не показан). Под действием магнитного поля, в результате магнитофоретического процесса, подобного описанному в [3], на дне микропробирки формируется комок магнитных клеток, диаметр которого составляет примерно 3мм, что и позволяет считать силу, действующую на клетки постоянной. Дно микропробирки расположено в точке, где силовая функция имеет максимум. Сила F , действующая на образец, направлена вниз по рисунку, к началу координат.

Магнитная система, см. рис 1, образована двумя прямоугольными неодимовыми магнитами, расположенными в держателе под углом друг к другу. Такое расположение магнитов позволяет получить неоднородное магнитное поле, имеющее область (в нашем случае примерно 10мм), в которой сила, действующая на образец, относительно постоянна. Экспериментальная зависимость функции $G = \mu_0 \mathbf{H} \nabla \mathbf{H}$ от положения на оси Z , определяющая силу, действующую на образец, представлена на рис. 1Б (сплошная линия).

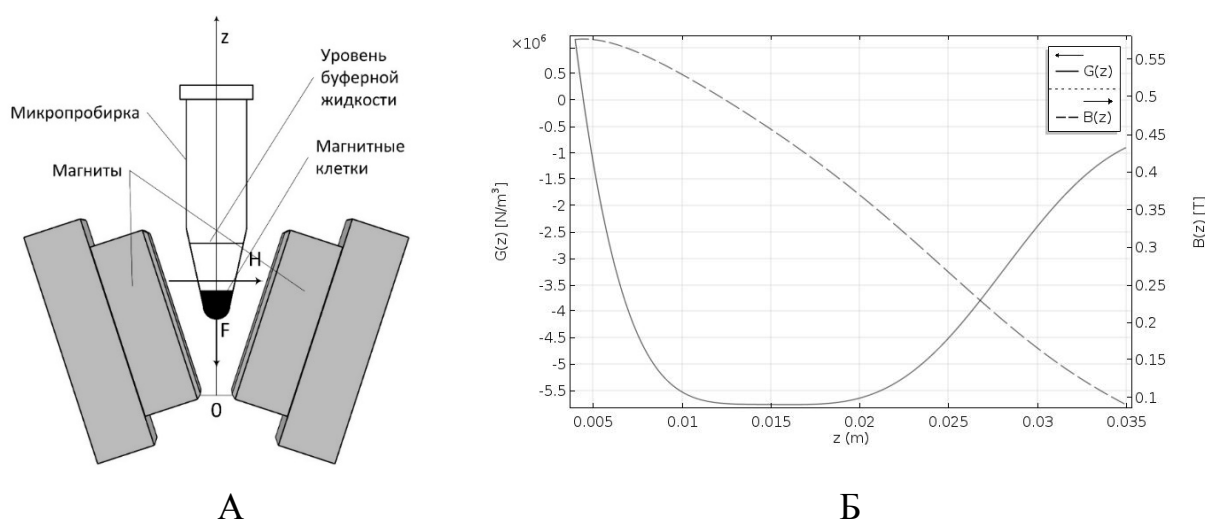


Рис. 1. А) Схема выполнения измерений. Б) Зависимости индукции магнитного поля B и силовой функции G от координаты z

На отрезке между 10 и 20 мм от начала координат по оси Z , $|G|$ можно считать постоянным. Эта зависимость получена после обработки экспериментальной кривой распределения напряжённости индукции магнитного поля вдоль оси Z (пунктирная линия на рис. 1Б).

Методика измерения заключается в определении разницы Δm между кажущейся массой m_2 образца, измеренной в магнитном поле вышеописанной магнитной системы, и истинной массой этого образца m_1 , измеренной без магнитного поля: $\Delta m \cdot g = (m_2 - m_1)g$ – сила, действующая на образец в магнитном поле. Отсюда магнитная восприимчивость образца:

$$\chi = \frac{\Delta mg}{H \nabla H \cdot V} \quad (1)$$

где χ – магнитная восприимчивость образца; Δm – разность масс образца, измеренных в магнитном поле и без него, кг; $H \nabla H$ – произведение напряженности магнитного поля на её градиент A^2/m^3 ; в том месте, где находится образец; V – объем образца, m^3 .

Зная магнитную восприимчивость образца, содержащего измеренное с помощью камеры Горяева количество магнитомаркированных клеток, можно вычислить среднюю магнитную восприимчивость клетки. В объеме образца V находится количество клеток N , которое можно определить с помощью камеры Горяева. Магнитная сила, действующая на клетки, определяется как:

$$F_m = \mu_0 V_k \chi_k N H \nabla H \quad (2)$$

где χ_k – магнитная восприимчивость клетки; V_k – объем клетки, m^3 ; N – число клеток в объеме образца.

Эта сила равна величине определяемой магнитной силы Δmg . Из этого равенства сил находим магнитную восприимчивость клетки χ_k :

$$\chi_k = \frac{\Delta mg}{\mu_0 V_k N H \nabla H} \quad (3)$$

Разработана и собрана магнитная система, имеющая экспериментально определённую постоянную силовую функцию, в том месте где помещается образец. Собрана установка на базе аналитических весов ВЛА 200М, позволяющая измерять интегральную магнитную восприимчивость образцов. Измерена магнитная восприимчивость живых магнитомаркированных дрожжевых клеток, полученных при различной концентрации магнитных наночастиц. Данные представлены на рис. 2.

Рис. 2 показывает, что магнитная восприимчивость магнитомаркированных клеток увеличивается прямопропорционально концентрации наночастиц, сорбированных клеткой в процессе маркировки.

Получена установка на основе рычажных аналитических весов, позволяющая измерять интегральную магнитную восприимчивость живых магнитомаркированных клеток в среде культивирования.

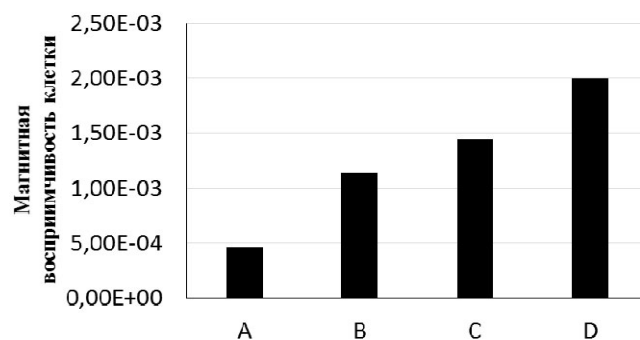


Рис. 2. Зависимость магнитной восприимчивости клеток от концентрации наночастиц.

Шифр названия проб: А – концентрация железа 1,5 пг на клетку, В – 3 пг на клетку, С – 5 пг на клетку, D – 6,5 пг на клетку

Список литературы

1. Чечерников В.И. Магнитные измерения / В.И.Чечерников. – М. Типография МГУ, 1969. – 388 с.
2. Боровик Е.С. Лекции по магнетизму / Е.С.Боровик, В.В.Ерёменко, А.С.Мильнер. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 512 с.
3. Fernando Menegatti de Melo, Sabrina da Nobrega Almeida, Antonio Domingues dos Santos and Henrique Eisi Toma. Magnetophoresis of Superparamagnetic Nanoparticles Applied to the Extraction of Lanthanide Ions in the Presence of Magnetic Field // NanoWorld Journal. – 2017. –Volume 3, Issue 2. – P. 38–43.

УДК 614.8

ОЦЕНКА СОБЛЮДЕНИЯ НОРМАТИВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ РАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ ПЕРСОНАЛА МЕДИЦИНСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ

Горецкий О.С., д-р биол. наук, профессор,
Бондаревский-Колотий В.А.

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

Обеспечение радиационной защиты медицинского персонала, работающего с источниками ионизирующего излучения (ИИИ), является одним из главных условий охраны их здоровья.

Данные научной литературы [1–5] свидетельствуют о том, что эффект радиационного облучения медицинских работников остается плохо изученным.

Существуют доказательства того, что низкие дозы радиации могут быть вредными [5, 6]. Например, выявлен повышенный уровень смертности от рака при средней кумулятивной дозе в диапазоне, получаемом интервенционными радиологами на работе [7].

Установлено, что среди медицинского персонала, работающего с источниками ионизирующего излучения, наблюдаются риски возникновения рака лёгких, кожи, меланомы, молочной железы, лейкемии-лимфомы, щитовидной железы, печени, мочевого пузыря, пищевода, сердечной патологии, гипертонии, неврологических заболеваний [8, 9].

Отмечается, что не все используемые противорадиационные средства индивидуальной защиты (фартуки, перчатки, очки, шапочки или маски) обеспечивают одинаковую степень защиты от действия ионизирующего излучения. Например, защитные перчатки обеспечивают лишь ограниченную радиационную защиту, потому что они должны быть достаточно тонкими, чтобы поддерживать чувствительность пальцев. Они дают ложное чувство безопасности, заставляя радиологов стремиться приблизить руки к рентгеновскому лучу, тем самым увеличивая дозу для рук [5].

Высокий риск возникновения онкологических и других заболеваний различных органов и систем организма у медицинского персонала рентгенодиагностических, рентгено- и гамма-терапевтических кабинетов требует особого внимания, как со стороны врачей-профпатологов, так и со стороны самого персонала, который не всегда использует все доступные средства радиационной защиты.

Цель исследований – провести анализ использования персоналом медицинских учреждений противорадиационных средств индивидуальной защиты.

Для достижения цели было проведено анонимное анкетирование 234 медицинских работников (врачи-рентгенологи, врачи-рентгенохирурги, медицинские сестры), профессионально связанных с облучением ионизирующим излучением.

В соответствии с нормативными требованиями наибольшее количество защитных средств должен использовать персонал, проводящий исследования в кабинетах флюороскопии, урографии и ангиографии. Поэтому, врачи-рентгенологи, врачи-рентгенохирурги, медицинские сестры и другие специалисты, должны применять защитные очки, защитные шапочки, фартуки и жилеты (либо фартук защитный), защитные перчатки и др.

Результаты проведенного анализа использования средств защиты медицинским персоналом, получавшим наибольшие средние годовые индивидуальные эффективные дозы облучения, представлены в таблице.

Таблица

Использование противорадиационных средств индивидуальной защиты медицинским персоналом, работающим с ИИИ

Группы медицинского персонала	Использование защитных средств, %					
	Шапочка	Воротник	Жилет	Очки	Фартук защитный	Юбка
Врачи- рентгенологи	37,9	51,7	14,5	40,7	66,9	6,2
Врачи- рентгенохирурги	43,3	86,7	20,0	33,3	93,3	10,0
Медицинские сестры	20,7	53,3	12,0	6,5	57,6	2,2

Из таблицы видно, что только 33,3 % врачей-рентгенохирургов, используют защитные очки, 56,7 % не надевают защитную шапочку и 13,3 % не используют средства защиты щитовидной железы (воротник). Не все врачи-рентгенологи и медицинские сестры, защищают глаза, щитовидную железу и используют защитные шапочки. Следует отметить, что ни в одной из групп, медицинский персонал не использовал полный комплект средств защиты от действия ИИИ.

Более четверти медицинского персонала (26,3 %) не применяли защитных средств по нескольким причинам: недооценка негативного

влияния ионизирующего излучения, отсутствие достаточного количества защитных средств на рабочем месте или неудобство их использования. Например, во время проведения длительных процедур в интервенционной радиологии медицинские работники, имеющие дефекты зрения не могут одновременно одевать диоптрийные и защитные очки, а использование только защитных очков не позволяет им выполнять основную работу.

Поэтому для оптимизации радиационной защиты персонала медицинских учреждений необходимо:

- обеспечить соблюдение нормативных требований радиационной защиты медицинского персонала, работающего с ИИИ;
- улучшить индивидуальный дозиметрический контроль, в первую очередь в группах врачей-рентгенохирургов и врачей-рентгенологов;
- усилить контроль за наличием и использованием противорадиационных средств индивидуальной защиты;
- улучшить метрологическое обеспечение контроля качества рентгенрадиологической аппаратуры;
- проводить дополнительное обучение медицинского персонала по безопасному использованию оборудования, противорадиационных средств индивидуальной защиты, методам снижения доз облучения пациентов и персонала при проведении различных лечебно-диагностических манипуляций.

Список литературы

1. UNSCEAR. Sources and Effects of Ionising Radiation. United Nations scientific committee on the effects of atomic radiation report to the general assembly with scientific annexes. – New York, 2000. – Vol. I-II: Effects. United Nations. – 649 p.
2. Косарев В.В. Профессиональные болезни / В.В.Косарев, В.С. Лотков, С.А. Бабанов. – М.: Эксмо, 2009. – 352 с.
3. Комлева Ю.В. Заболевания медицинских работников от воздействия ионизирующего излучения и их профилактика / Ю.В. Комлева, М.Н. Махонько, Н.В. Шкробова // Бюллетень интернет конференции.– 2013. – №11.– С.1171–1173.
4. Yurt A. Evaluation of awareness on radiation protection and knowledge about radiological examinations in healthcare professionals who use ionized radiation at work / A.Yurt, B.Cavuşoğlu, T. Günay // Mol. Imaging Radionucl Ther. – 2014. – Vol. 23, № 2. – P. 48–53.
5. Raper V. Interventional radiologists respond to growing pressures to minimise radiation risks / V. Raper // ECR Today 2019. Daily news from Europe's leading imaging meeting. Friday, March 1, 2019 [Электронный ресурс] / ECR.- Электрон. дан. – Vienna, 2019.
6. Ставицкий Р.В. Некоторые вопросы действия «малых» доз ионизирующего излучения / Р.В.Ставицкий, Л.А.Лебедев, А.В.Мехеечев // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 2003. – Т. 48. – № 1.– С. 30–39.
7. Risk of cancer from occupational exposure to ionising radiation: retrospective cohort study of workers in France, the United Kingdom, and the United States [INWORKS] BMJ, 2015 doi: 10.1136/bmj.h5359.
8. Linet M. S. Historical review of occupational exposures and cancer risks in medical radiation workers / M.S.Linet, K.P. Kim, D.L. Miller, R.A.Kleinerman, S.L. Simon, A Berrington de Gonzalez // Radiat Res. – 2010. – № 174(6). – 793–808 p.
9. Монахов М.С. Необходимость повышения эффективности радиационной защиты персонала больницы / М.С.Монахов, Е.В.Жиляков, З.Н.Монахова, П.Я.Шаповалов // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 7-1. – С. 138-142.

ОБРАЗОВАНИЕ МИШЕННЫХ ЗАДЕРЖИВАЮЩИХСЯ МУТАЦИЙ ЗАМЕНЫ ОСНОВАНИЙ ПРИ СКЛОННОМ К ОШИБКАМ ИЛИ SOS СИНТЕЗЕ ДНК, СОДЕРЖАЩЕЙ КАНОНИЧЕСКИЕ ЦИС-СИН ЦИКЛОБУТАНОВЫЕ ЦИТОЗИНОВЫЕ ДИМЕРЫ

Гребнева Е.А., канд. физ.-мат. наук

ГУ «Донецкий физико-технический институт им. А.А.Галкина», г. Донецк, ДНР
grebneva@gmail.com

Обычно мутации появляются сразу после облучения молекулы ДНК. Но иногда они появляются через некоторое, часто значительное время после облучения. Такие мутации называются задерживающимися мутациями. Радиационно-индуцированной нестабильностью генома называются биологические эффекты, которые возникают в потомстве облученных клеток через многие поколения клеточного деления [1]. Таким образом, согласно этому определению, радиационно-индуцированная нестабильность генома включает только задерживающиеся мутации. Их механизмы в настоящее время не вполне понятны [1]. Общепринятая в настоящее время полимеразная парадигма связывает причину образования мутаций исключительно со спорадическими ошибками ДНК-полимераз (см. обзор в [2]). Полимеразная парадигма основана на гипотезе, что причиной мутаций является некомплементарное спаривание оснований. В активных центрах ДНК-полимераз были найдены неканонические пары оснований гуанин – тимин [3] и цитозин – аденин [4], причем одно из оснований в каждой паре находилось в редкой таутомерной форме. Полимеразная парадигма противоречит этим и другим экспериментальным фактам, кроме того она не способна объяснить ни одного явления мутагенеза (см. обзор в [2]).

Поэтому я предложила и развиваю полимеразно-таутомерные модели мишенного ультрафиолетового мутагенеза [2, 5-7], радиационно-индуцированных байстендер эффектов [2, 7, 8] и радиационно-индуцированной нестабильности генома [2, 7, 9, 10]. Эти модели опираются на гипотезу Уотсона и Крика о том, что в основе мутагенеза лежит способность оснований ДНК находиться в различных таутомерных формах [11]. Для обоснования полимеразно-таутомерных моделей мы с К. Б. Толпыго выполнили несколько циклов квантово-механических расчетов, посвященных изучению свойств водородных связей в ДНК [12].

Предлагается механизм образования мишенных задерживающихся мутаций замены оснований, вызванных *цис-син* циклобутановыми цитозиновыми димерами. Я разработала механизм образования редких таутомерных форм оснований ДНК и показала, что цитозин может образовывать семь редких таутомерных форм, которые стабильны, если

соответствующие нуклеотиды входят в состав *цис-син* циклобутановых димеров [5]. Некоторые из них могут приводить к мишенным задерживающимся мутациям, если соответствующие основания входят в состав *цис-син* циклобутановых цитозиновых димеров [10].

Посмотрим, могут ли, при определенных условиях, канонические *цис-син* циклобутановые цитозиновые димеры приводить к каким-либо мишенным мутациям. Это очень важный вопрос, поскольку, как правило, 88-95% *цис-син* циклобутановых пиримидиновых димеров не приводят к мутациям. Для этого, сделаем структурный анализ и выясним, какие канонические основания могут образовывать водородные связи с молекулами цитозина. Разумеется, цитозин может образовывать пару с

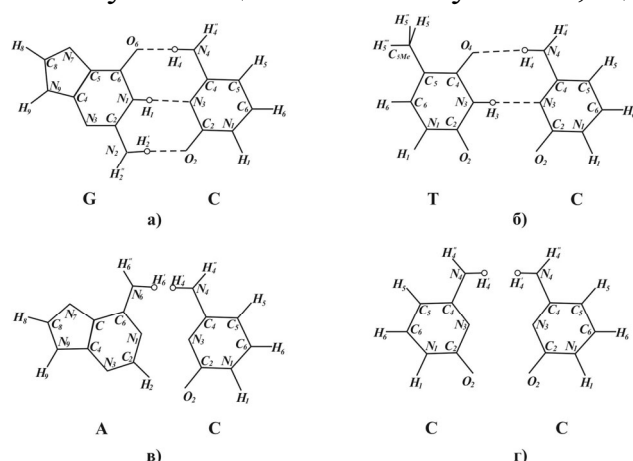


Рис. Структурный анализ возможности спаривания канонического цитозина с каноническими основаниями ДНК. а) – Уотсон-Криковская пара гуанин-цитозин; б)– г) структурный анализ возможности спаривания цитозина с каноническими основаниями ДНК: б) с тиминном; в) с аденином; г) с цитозином

гуанином (рис. 1а). Цитозин в канонической таутомерной форме не может образовывать водородные связи с каноническим аденином (рис. 1в) или с каноническим цитозином (рис. г). Но, цитозин в канонической таутомерной форме может образовывать водородные связи с каноническим тиминном (рис. б). Если синтез ДНК, содержащей *циссин* циклобутановый димер ТТ, идет с помощью ДНК-полимераз со сравнительно высокой точностью синтеза, мутации не появятся. Но, если в дальнейшем в синтезе ДНК будут участвовать ДНК-полимеразы, обладающие низкой

корректорской точностью, могут появиться мишенные задерживающиеся мутации замены оснований. Причем, они могут образоваться через много циклов репликации после повреждения ДНК.

Оказалось, что даже канонические *цис-син* циклобутановые цитозиновые димеры могут приводить к мишенным задерживающимся мутациям замены оснований. Они могут вызывать только мишенные задерживающиеся трансверсии С-Г→А-Т. Такие мутации могут образоваться только в том случае, когда рядом с каноническим *цис-син* циклобутановым тиминным димером имеется очень много других повреждений ДНК.

Список литературы

1. Little J. B. Genomic instability and bystander effects: a historical perspective // *Oncogene*. – 2003. – Vol. 22. – No 45. – P. 6978–6987.

2. Grebneva H.A. Paradigm change in mutagenesis: polymerase tautomeric models for targeted, delayed and untargeted ultraviolet mutagenesis during error prone and SOS replication of double stranded DNA, containing *cis-syn* cyclobutane thymine dimers or thymine in rare tautomeric forms. Int. J. Mol. Biology: Open Access. – 2019. – 4(1). – 1–15 p.
3. Bebenek K., Pedersen L.C., Kunkel T.A. Replication infidelity via a mismatch with Watson-Crick geometry. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 108, 2011. – 1862–1867 p.
4. Wang W., Hellinga H. W., Beese L. S. Structural evidence for the rare tautomer hypothesis of spontaneous mutagenesis. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 108. – 2011. – 17644-17648 p.
5. Grebneva H.A. A Polymerase-tautomeric model for targeted substitution mutations formation during error-prone and SOS replication of double-stranded DNA, containing *cis-syn* cyclobutane cytosine dimers // Int. J. Molec. Biology: Open Access. – 2016. – Vol. 1. – No. 1. – P. 1-16.
6. Grebneva H.A. Polymerase-tautomeric model for ultraviolet mutagenesis: targeted base substitution and frameshift mutations caused by *cis-syn* cyclobutane thymine dimers. Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2017. – 132 p.
7. Гребнева Е.А. Обзор полимеразно-таутомерных моделей мишенного ультрафиолетового мутагенеза при склонном к ошибкам и SOS синтезе двунитевой ДНК, содержащей *цис-син* циклобутановые тиминовые димеры. Физика и техника высоких давлений, т. 28, № 3, , 2018. – С. 98–121
8. Grebneva H. A. A polymerase–tautomeric model for radiation-induced bystander effects: a model for untargeted substitution mutagenesis during error-prone and SOS replication of double-stranded DNA containing thymine and adenine in rare tautomeric forms // Int. J. Mol. Biology: Open Access. – 2017. – Vol. 2. – No 2. P. 1-14.
9. Гребнева Е. А. Полимеразно-таутомерная модель радиационно-индуцированной нестабильности генома: мишенные задерживающиеся мутации замены оснований при склонном к ошибкам и SOS синтезе двунитевой ДНК, содержащей *цис-син* циклобутановые тиминовые димеры // ФТВД. – 2017. – Т. 27. – № 3. – С. 131–148.
10. Grebneva H.A. A polymerase-tautomeric model for radiation-induced genomic instability: targeted delayed substitution mutations during error-prone and SOS replication of double-stranded DNA, containing *cis-syn* cyclobutane cytosine dimers // Int. J. Mol. Biol. Open Access. – 2018. – Vol. 3. – No. 3. – P. 125–141.
11. Watson J. D., Crick F.H.C. 1953. The structure of DNA. Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol. – 18. – P. 123–131.
12. Гребнева Е. А. Теория тепловой релаксации энергии возбуждения водородных связей в ДНК. Ее вклад в ультрафиолетовый мутагенез. Saarbrücken, Germany. LAP LAMBERT Academic Publishing. – 2019.– 345 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ФОРМЫ КРИВОЙ ПЕРЕМЕННОЙ ФЛЮОРЕСЦЕНЦИИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ТОКСИКАНТА

Губарев А.А., Перебейнос В.В., Готин Б.А.

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

Gubarev_A_A_@mail.ru

Эффективным методом экспресс диагностики состояния водных систем является анализ флуоресценции хлорофилла фитопланктона, в особенности получение и исследование кривой переменной флуоресценции (КПФ). Под воздействием токсиканта изменяется форма КПФ. В частности, КПФ испытывает более быстрый рост на начальном этапе [1]. Детальные модели фотосистемы фитопланктона задаются большим числом обыкновенных дифференциальных уравнений. При этом значения большей части параметров изменяются в широком диапазоне или известны с невысокой точностью. Для предварительного анализа механизмов приводящих к изменению формы КПФ можно использовать редуцированную модель работы [2]. В [2], помимо вывода модели, приведены значения ряда параметров найденные авторами в различных источниках.

Актуальность (социальная значимость) выбор наиболее информативных характеристик (тестовых функций) важен как для проведения биотестирования, так и для мониторинга водных систем.

Целью настоящего исследования было: исследование в рамках редуцированной модели [2] возможности описания изменений под действием токсиканта формы КПФ, полученных 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*. В качестве токсиканта использована соль CuSO_4 с концентрацией 2.2 мг/л (двойное превышение предельно допустимой концентрации) и 5.5 мг/л (пятикратное превышение предельно допустимой концентрации).

При анализе экспериментальных результатов по влиянию токсиканта обнаружена слабая зависимость решений уравнений редуцированной модели от значений параметров K_1 , K_2 , K_3 , k_{F_1} , k_{F_2} , k_{PQ_1} , k_{PQ_2} модели, поэтому значения этих параметров не варьировались и были положены равными известным из литературных источников значениям: $K_1 = 100$, $K_2 = 10^8$, $K_3 = 200$, $K_{5x} = 14$, $K_{5y} = 1$, $k_{PQ_1} = k_{PQ_2} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ мс}^{-1}$,

$k_{F_1} = k_{F_2} = k_{F_3} = 6.7 \cdot 10^4 \text{ мс}^{-1}$, $k_{d_1} = k_{d_2} = k_{d_3} = 1 \text{ мс}^{-1}$. Наиболее чувствительны решения к значениям констант k_{L_1} , k_{L_2} , k_{L_3} и K_{4x} , K_{4y} , K_{4z} .

Рис. 1–2 демонстрируют хорошее согласие решения модели и экспериментальных данных.

Линии на рис.: 1 — x/D_x , 2 — y/D_y , 3 — z/D_z , 4 — $V(t) = x/D_x + y/D_y + z/D_z$, выражения D_x , D_y и D_z приведены в [2]. Для получения согласия результатов экспериментов и решения системы уравнений с увеличением концентрации токсиканта потребовалось уменьшить значения констант K_{4x} , K_{4y} , K_{4z} . Эти константы равновесия определяют соотношение скоростей прямой и обратной реакции перехода тирозина из однозарядного состояния в нейтральное. Результаты показывают, что формирование минимума между пиками J и P в первую очередь связано с увеличением состояний с однозарядным вторичными хинонами (Q_B^{1-}).

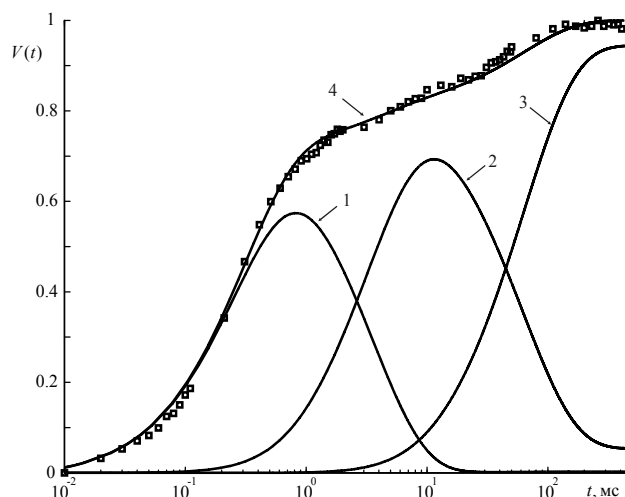


Рис. 1. Экспериментальные данные (символы) и результат решения системы уравнений (линии) при равной нулю концентрации токсиканта

Таблица

Значения параметров детальной модели ФС II

Обозначение параметра	Значения параметра при различных концентрациях токсиканта, г/л		
	0	0.0022	0.0055
K_{4x}	9.4	7.1	6.4
K_{4y}	62	56	53
K_{4z}	100	92	88
k_{L_1}	3.3	3.3	3.3
k_{L_2}	0.3	0.12	0.1
k_{L_3}	0.03	0.015	0.013

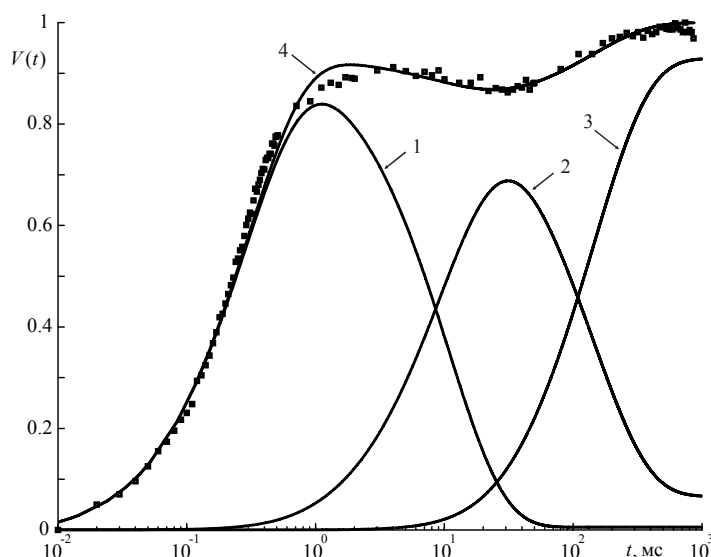


Рис. 2. Экспериментальные данные (символы) и результат решения системы уравнений (линии) при равной 0.0055 г/л концентрации токсиканта

Список литературы

1. Губарев А.А. Аппроксимация кривой переменной флуоресценции линейной комбинацией экспонент / А.А.Губарев, С.В.Чуфицкий, В.В.Перебейнос, Б.А.Готин // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2018. – № 3-4. – С.160-166.
2. 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.

УДК 577.3

МЕХАНИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

Калаев В.Н.¹, д-р. биол. наук, профессор, **Корниенко В.О.²**

¹ ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», г. Воронеж, РФ

² ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
kornienkovo@mail.ru

Механическая устойчивость зеленых насаждений к статическим и динамическим нагрузкам определяется несколькими основными факторами: морфологией и архитектоникой кроны и корневой системы [1-4, 7], а также биомеханическими свойствами тканей [4-6, 12, 13].

Биомеханические свойства древесных растений в значительной мере определяют их экологические свойства, например, распространение вибрационных сигналов животных, топически связанных с ними [8-9];

вибрационные параметры деревьев, которые отражаются на взаимодействии деревьев с грунтом [10]; освещенность под древесным пологом, величина которой отражается на формировании экологической структуры фитоценоза [11]; способность дерева удерживать собственную массу и противостоять внешним нагрузкам, например, действию ветра и осадков, особенно в виде снега и наледи [5, 6]. Тем не менее, малоисследованными остаются вопросы механической устойчивости деревьев в условиях антропогенно-трансформированной среды.

Исследования выполнены в период с 2015 по 2019 гг. на территории города Донецка. Контрольными считались древесные растения, произрастающие в дендрарии Донецкого ботанического сада (Южный массив), экспериментальными – насаждения, произрастающие в условиях влияния автомагистралей города. Для вычисления модуля упругости тканей, расчета механической устойчивости растений к нагрузкам по параметрам P_{cr} (критическая нагрузка), RRB (относительное сопротивление изгибу), m_{cr} (критическая масса), H_{cr} (критическая высота), EI (жесткость на изгиб) использовались общепринятые методы, описанные в работах [12-14].

В результате мониторинговых исследований установлено, что в условиях городской среды древесные растения *Acer negundo* L., *Acer saccharinum* L., *Betula pendula* Roth, *Tilia cordata* Mill. имеют недостаточную механическую устойчивость с общим баллом 4 из 12. Высокой устойчивостью обладают следующие виды: *Populus nigra* L. (12 б.), *Robinia pseudo-acacia* L. (12 б.), *Fraxinus excelsior* L. (11 б.), *Fraxinus lanceolata* Borkh (11 б.), *Ulmus laevis* Pall. (11 б.), *Aesculus hippocastanum* L. (10 б.), *Quercus robur* L. (10 б.), *Acer pseudoplatanus* L. (9 б.), *Gleditschia triacanthos* L. (9 б.), *Populus bolleana* Lauche. (9 б.). Выявлены адаптивные стратегии механической устойчивости деревьев связанные с модулем упругости тканей.

Список литературы

1. Read J. Plant biomechanics in an ecological context / J.Read, A.Stokes // American journal of botany, 2006. – Vol. 93. – №10. – P. 1546-1565. DOI: 10.3732/ajb.93.10.1546
2. Sellier D. Crown structure and wood properties: influence on tree sway and response to high winds / D.Sellier, T.Fourcaud // American Journal of Botany, 2009. – N 96. – P.885–896. DOI: 10.3732/ajb.0800226
3. Niklas K.J. Plant Allometry: the scaling of form and process / K.J.Niklas. – Chicago: University of Chicago Press, 1994. – 365 p.
4. Niklas K.J. Plant biomechanics: an engineering approach to plant form and function / K.J.Niklas. – Chicago: University of Chicago Press, 1992. – 622 p.
5. Корниенко В.О. Криоскопия влаги и температурная зависимость модуля упругости древесины / В.О.Корниенко, М.В.Нецветов // Вісті Біосферного заповідника «Асканія-Нова», 2014. – Т. 16. – С. 88-94.
6. Корниенко В.О. Влияние отрицательных температур на механическую устойчивость дуба красного (*Quercus rubra* L.) / В.О.Корниенко, М.В.Нецветов // Промышленная ботаника, 2013. – Вып. 13. – С. 180–186.
7. Dahle G.A. A review of factors that affect the static loadbearing capacity of urban trees / G.A. Dahle et al. // Arboriculture & Urban Forestry, 2017. – Vol. 43(3). – P. 89–106.

8. Cocroft R.B. The behavioral ecology of insect vibrational communication / R.B.Cocroft, R.L.Rodríguez // *BioScience*, 2005. – Vol. 55 (4). – P. 323–334.
9. Fowler–Finn K.D. et al. Local population density and group composition influence the signal-preference relationship in *Enchenopa* treehoppers (Hemiptera: Membracidae) / Fowler–Finn K.D. et al. // *Journal of Evolutionary Biology*, 2017. – Vol. 30. – P. 13–25.
10. Нецветов М.В. Передача энергии ветра по радиалам лесных биогеоценозов и ее значение в процессах почвообразования / М.В.Нецветов // *Экологія та ноосферологія*, 2011. – Т. 22., №3-4. – С. 99–108.
11. Нецветов М.В. Вплив вітру на освітленість піднаметового простору *Acer saccharinum* L. та *A. pseudoplatanus* L. / М.В.Нецветов // *Український ботанічний журнал*, 2012. – Т. 69. – № 1. – С. 46–53.
12. Корниенко В.О. Влияние температуры на биомеханические свойства древесных растений в условиях закрытого и открытого грунта / В.О. Корниенко // *Сибирский лесной журнал*, 2018. – №6. – С. 91-102. DOI: 10.15372/SJFS20180608
13. 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.
14. 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.

УДК 544.77.03

МАГНИТНЫЕ И ЭЛЕКТРОННО-МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МАГНИТНЫХ НАНОЧАСТИЦ Fe₃O₄ С АЛЬБУМИНОВЫМ ПОКРЫТИЕМ

Капшуков Р.А., Ткаченко Д.С., Симонова Е.О.

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

В последнее время проводятся интенсивные исследования в области синтеза различных наночастиц, а также оценки возможностей их дальнейшего применения в медицине. В частности, отмечается, что одним из направлений, где могут найти применение магнитные наночастицы, является конструирование магнитоуправляемых наносистем для векторной доставки лекарственных препаратов к клеткам-мишеням [1]. Исходя из анализа литературных источников, можно отметить, что на практике чаще всего используют магнитные наночастицы, покрытые оболочками из органических соединений, в качестве которых применяют жирные кислоты, такие как декстран, крахмал поливиниловый спирт, а также различные белки.

Одним из перспективных материалов для создания таких оболочек является альбумин, который не обладает токсичностью многих полимерных носителей, связывает высоколипофильные соединения и обеспечивает транспорт сорбированного лекарственного вещества в клетку, например,

при использовании противоракового препарата [2]. Также отмечается, что альбуминовые носители размером 10 нм неспецифически связываются с клеткой, обеспечивая интрацеллюлярную доставку препарата. Основным преимуществом альбумина является способность к активному транспорту лекарственных препаратов внутрь эндотелиальной клетки. Последующий экзоцитоз через базолатеральную часть клетки обуславливает активную доставку связанного с альбумином препарата в интерстиций опухоли [3].

Цель – исследовать магнитные свойства наночастиц Fe_3O_4 с различной концентрацией альбумина, определить методами растровой электронной микроскопии присутствие белковой фракции в коллоидных растворах, оценить возможность их применения для магнитной маркировки клеток.

Для синтеза магнитных наночастиц использовалась следующая методика. Навески солей $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ и $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ растворялись в 80 мл дистиллированной воды. Затем, емкость с раствором устанавливали на магнитную мешалку, в процессе перемешивания вносили 20 мл 25 % раствора аммиака. После осаждения магнетита проводили трёхкратную промывку дистиллированной водой для удаления остаточных количеств солей и аммиака. К полученному коллоиду добавляем 40 мл цитратного буфера (pH 4,0). Синтезированный по указанному методу коллоидный раствор в дальнейшем выступал в качестве контрольного образца. С целью получить коллоидные растворы с различным содержанием сывороточного альбумина человека разливали полученный коллоидный раствор в разные емкости по 10 мл. В работе применялся 10% сывороточный альбумин человека. Исследования проводились на следующих образцах: № 1 – добавляли Tween-80 (15 мкл); № 2 – добавляли Tween-80 (15 мкл) и альбумин (100 мкл); № 3 – добавляли Tween-80 (15 мкл) и альбумин (100 мкл), а также глутаровый альдегид (1мл); № 4 – добавляли Tween-80 (15 мкл) и альбумин (5 мкл), а также глутаровый альдегид (1 мл).

Относительный сравнительный анализ магнитных восприимчивостей полученных коллоидов наночастиц проводили с помощью метода магнитных весов. Наличие альбуминового покрытия на поверхности магнетита определялось косвенным образом, по изменению концентрации железа и углерода. Исследования, в которых необходимо было проанализировать полученные коллоидные растворы на содержание железа и углерода проводились на растровом сканирующем микроскопе JSM 6490 LV, в отраженных и вторичных электронах. Линейные размеры магнитных наночастиц определяли на электронном просвечивающем микроскопе. В результате анализа химического состава исследуемых коллоидных растворов были получены следующие экспериментальные зависимости (рис.).

Таким образом, в образцах, в которых проводилась сшивка глутаровым альдегидом, наблюдается повышенное содержание углерода, что может говорить о формировании альбуминового покрытия на

поверхности коллоидных частиц синтезированных указанным выше методом. Исследование суспензии магнитных наночастиц и определение их линейных размеров при помощи электронного просвечивающего микроскопа показали, что размеры отдельной наночастицы колеблются в пределах 6-10 нм. В результате измерения магнитной восприимчивости синтезированных нами коллоидов было установлено, что после покрытия альбумином, магнитная восприимчивость синтезированных наночастиц Fe_3O_4 уменьшается, но это уменьшение составляет не более 25 %.

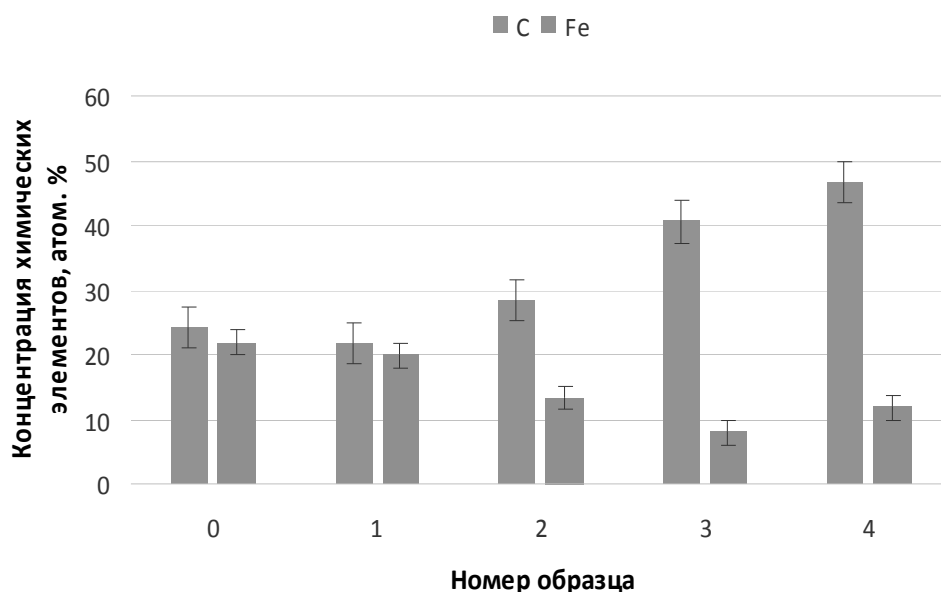


Рис. Диаграмма распределения железа и углерода в зависимости от состава образца: 0 – контрольный образец; 1 – образец № 1; 2 – образец № 2; 3 – образец № 3; 4 – образец № 4

В настоящей работе получены устойчивые коллоиды магнетитовых наночастиц с альбуминовым покрытием. Методами растровой электронной микроскопии установлено различие концентрации углерода в исследованных коллоидных растворах наночастиц, что косвенным образом подтверждает формирование альбуминовой оболочки на наночастицах Fe_3O_4 .

В заключение можно отметить, что полученные наночастицы, с альбуминовым покрытием прошли апробацию на базе отдела ФМЯ и ВТСП. Эти наночастицы были использованы для магнитной маркировки дрожжевых клеток. Дрожжевые клетки после магнитной маркировки сохраняли свою жизнеспособность и обладали парамагнитными свойствами.

Список литературы

1. Бычкова А.В. Свободнорадикальное сшивание молекул сывороточного альбумина на поверхности наночастиц магнетита в водной дисперсии / А.В.Бычкова, М.А.Розенфельд, В.Б.Леонова и др. // Коллоидный журнал. – 2013. – Т.75, №1. – С.9-16
2. Desai N. Increased antitumor activity, intratumor paclitaxel concentrations, and endothelial cell transport of cremophor-free, albumin- bound paclitaxel, ABI- 007, compared with cremophor-based paclitaxel / N.Desai, V.Trieu, Z.Yao, et al. // Clin. Cancer Res, 2012. – Vol.14. – P. 1317–1324.

3. Аляутдин Р.Н. Связанный с альбуминовыми наночастиц аминоксилатоксел – первые шаги нанотехнологий в клиническую практику / Р.Н.Аляутдин, Б.К.Романов, В.К.Лепехин и др. // Безопасность и риск фармакотерапии, 2014. – Т.2. – С. 10-17.

УДК 57.022

ОБЗОР СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НИЗКИХ ЧАСТОТ НА ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ И МЕТАБОЛИЗМ КЛЕТОК

Кольченко О.Р.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет» г. Донецк, ДНР
daniaua411@gmail.com

Искусственные низкочастотные (до 1 кГц) электромагнитные поля (ЭМП) стали важной частью биосистемы. Воздействие низкочастотных ЭМП сильно возрастает во всем мире в результате увеличения распределения и использования электроэнергии и электроприборов. Существует мнение, что данные поля могут быть опасны для здоровья, так как было замечено повышение частоты заболевания раком у людей, проживающих вблизи линий электропередач. В ходе многочисленных исследований на клетках и тканях Всемирная организация здравоохранения отнесла ЭМП к классу возможных канцерогенов. Однако до сих пор нет общего согласия относительно точных биологических эффектов частоты и мощности ЭМП, о физических механизмах, которые могут стоять за этими эффектами, или о том, в какой степени эти эффекты могут быть вредны для человека.

Имеется большое количество гипотез влияния низкочастотного магнитного поля на клеточные структуры. Так, известно [1], что энергии ЭМП 50 Гц не достаточно, чтобы нарушить химические связи в клетках. Часть исследователей показывает, что клеточная мембрана является наиболее вероятной мишенью для воздействия ЭМП. Имелись обсуждения о связывании лиганда с мембранными рецепторами и распределении мембранных белков, на которые могут влиять поля, но первичное молекулярное взаимодействие до сих пор не ясно.

Активно ведутся дискуссии о канцерогенном потенциале ЭМП. Известно, что модуляция сигнальных каскадов осуществляется окислительным стрессом. Регуляторные пути могут привести к изменениям в росте и контроле роста, что в конечном итоге может привести к патологическому (раковому) развитию. Напрямую ЭМП низкой частоты не вызывают повреждение ДНК. Однако, ЭМП способно индуцировать биологические процессы, приводящие к образованию свободных радикалов.

Образовавшиеся свободные радикалы способны изменять окислительно-восстановительный гомеостаз. Это, в свою очередь, может привести к повреждению ДНК. Эти повреждения могут быть вызваны прямым взаимодействием между активными формами кислорода и ДНК или косвенно индуцированными или активированными путями.

Имеется множество исследований влияния ЭМП на узкоспециализированные клетки одноклеточных организмов и клеток организма человека. Однако для более полноценного понимания влияния низкочастотных ЭМП необходимо исследовать их воздействие на целостный организм. Наиболее удобным организмами для этой цели является культура клеток дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*.

Подобные исследования были описаны в работе [2]. ЭМП имело частоту 50 Гц и индукцию 10 МТл с временем экспозиции от 0 до 24 мин. В ходе эксперимента наблюдалось значительное уменьшение количества дрожжей примерно через 20 мин после начала экспозиции. В дальнейшем все проведенные эксперименты данного исследователя показали ингибирующее действие на рост клеток дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* после воздействия на них магнитного поля. Также, автор предположили, что влияние магнитного поля может зависеть от выбранного штамма дрожжей.

Исследователями [3] доказано, что электромагнитное поле может как ингибировать, так и стимулировать образование биопленки дрожжами *Saccharomyces cerevisiae*, которая является важным компонентом для выживания микроорганизмов. Это влияние зависит от интенсивности электромагнитного поля и времени воздействия.

Исследователь Iwasaka [4], подвергая клетки дрожжей воздействию статического магнитного поля (9-14 Тл) также заметил снижение скорости пролиферации дрожжей после 16 ч инкубации. Имеется предположение, что ингибирование роста было обусловлено изменением магнитноизмененных газотранспортных процессов и гидростатического давления, действующего на дрожжи. Но использование индуцированных статических и синусоидальных магнитных полей с частотой 50 Гц и индукцией 0,35 и 2,45 МТл не вызывают изменений в росте дрожжей у работавших других исследователей [5].

Активно ведутся исследования по влиянию ЭМП на раковые клетки, с целью дальнейшей возможности ингибирования их роста. Так исследование [6] показало, что ЭМП низкой интенсивности может ингибировать рост раковых клеток меланомы B16F10.

Исследования Бакнера [7] показали, что воздействие ЭМП может изменять проницаемость кальциевых каналов Т-типа, вызывая неадекватный приток ионов Ca^{2+} , который способен снизить жизнеспособность злокачественных клеток.

Одним из удобных объектов исследований также являются клетки лимфоцитов. Имеются многочисленные сообщения, указывающие на то,

что силовые частотные (50 Гц) магнитные поля индуцируют ответные реакции на клеточном уровне, особенно в периферических лимфоцитах.

Исследование Rajendra [8] проводилось при очень низкой дозировке магнитных полей (5, 50 и 100 мкТ; 50 Гц). Было отмечено, что при воздействии 5, 50 и 100 мкТл в течение 16 ч наблюдалось дозозависимое повышение жизнеспособности лимфоцитов по отношению к контрольной группе.

В лейкоцитах человека, подвергнутых воздействию магнитных полей частотой 50 Гц, наблюдается дозозависимое увеличение разрывов одной нити ДНК. Экспериментальные исследования свидетельствуют о снижении апоптоза в первичных лимфоцитах, подвергнутых воздействию 100 мкТл (50 Гц) в течение 16 ч в отсутствие мутагенов, что способствует повышению жизнеспособности клеток. Возможно, репрессия апоптоза в первичных лимфоцитах достигается путем ингибирования каспазы, одного из важных стресс-индуцированных инициаторов каспаз.

Хорошо задокументировано, что воздействие ЭМП может привести к косвенным вредным воздействиям через повреждение ДНК, разрывы ДНК и окислительный стресс, что вновь отсылает к возникновению свободных радикалов при воздействии на клетки ЭМП низкой частоты [9].

Таким образом, данная область исследований является малоизученной в связи с противоречивыми данными полученных исследований, что делает ее, на сегодняшний день.

Список литературы

1. Simkó M. Cell Type Specific Redox Status is Responsible for Diverse Electromagnetic Field Effects / M. Simko // *Current Medicinal Chemistry*. – № 14. – 2007. – 1141–1152 p.
2. Novak Jan. Effects of low-frequency magnetic fields on the viability of yeast *Saccharomyces cerevisiae* / Jan Novak et al // *Bioelectrochemistry*. – № 70. – 2007. – 115–121 p.
3. Miernik A. The effect of alternating magnetic field on biofilm formation by *Saccharomyces cerevisiae* yeast / A. Miernik et al. // *IEEE*. – 2017.
4. Iwasaka M. Strong static magnetic field effects on yeast proliferation and distribution / M Iwasaka, M. Ikehata, J. Miyakoshic, S. Ueno // *Bioelectrochemistry*. – № 65. – 2004. – 59–68 p.
5. Ruiz-Gómez M.J., I. Prieto-Barciab, E. Ristori-Bogajoc, M. Martínez- Morillo, Static and 50 Hz magnetic fields of 0.35 and 2.45 mT have no effect on the growth of *Saccharomyces cerevisiae* / M.J. Ruiz-Gómez et al. // *Bioelectrochemistry*. – № 64. – 2004. – 151–155 p.
6. Jing-Yau Tang. Effects of extremely low-frequency electromagnetic fields on B16F10 cancer cells / Jing-Yau Tang et al. // *Electromagnetic biology and medicine*. – 2019.
7. Buckner C. A. Inhibition of cancer cell growth by exposure to a specific time-varying electromagnetic field involves T-type calcium channels / C. A. Buckner // *PLoS One*. – 2014.
8. Rajendra P. Viability of unstimulated lymphocytes exposed to extremely low frequency electromagnetic fields is dependent on intensity / P. Rajendra // *BioDiscovery*. – 2012.
9. Kocaman A. Genotoxic and carcinogenic effects of non-ionizing electromagnetic fields / A. Kocaman // *Environmental Research*. – № 163. – 2018. – 71–79 p.

ОЦЕНКА ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ ВДОЛЬ АВТОМАГИСТРАЛЕЙ г. ДОНЕЦКА

Корниенко В.О., Дощечкина Э.А.

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

Акустический шум является важным экологическим фактором в окружающей среде. В городских условиях акустические шумы характеризуются большим многообразием источников техногенного происхождения связанных с деятельностью человека. Наиболее распространенными источниками являются энергетические подстанции, тяжёлая строительная техника и автотранспорт.

Цель работы – исследование состояния древесных растений при воздействии вибрационно-акустического шума.

Исследование вибрационно-акустического шума проводилось вдоль ул. Артема г. Донецка на 3х кварталах. Территория исследований представлена на рисунке 1. На каждом квартале было 6 точек измерений. Измерения зашумленности проводились с помощью цифрового шумомера Benetech GM1351 (рис. 2). Жизненное состояние оценивали по 8 бальной шкале Л.С. Савельевой [1].



Рис. 1. Территория исследования по улице Артема города Донецка



Рис. 2. Внешний вид цифрового шумомера Benetech GM1351

По улице Артема г. Донецка на исследуемых участках интенсивность движения в среднем составляла 806 ± 54 ед./час в будние дни (табл.). Основной вклад в транспортный поток вносят пассажирские легковые автомобили иностранного производства (63 %), а также легковые

отечественного производства (22 %), и внедорожники иностранного производства (13 %).

Таблица

Средние значения интенсивности движения автотранспорта по ул. Артёма г. Донецка в будние дни

Параметры движения	Вид автотранспорта					Муниципальный транспорт, троллейбус №2
	Грузовые		Пассажирские Легковые			
	Тяжелые	Легкие	1	2	3	
интенсивность, ед./час	<1	<1	536±26	204±16	145±12	12

Примечания: 1 – иномарки легковые; 2 – легковые отечественные ВАЗ, Lanos и т.д.; 3 – иномарка внедорожник

Вибрационно-акустический шум возле автомагистрали на исследуемой территории составляет в среднем – 81 ± 5 дБА; в 1 ряду насаждений – 75 ± 2 дБА; во втором ряду насаждений – 68 ± 4 дБА и при удалении на 15 м – 64 ± 5 дБА (рис. 3).

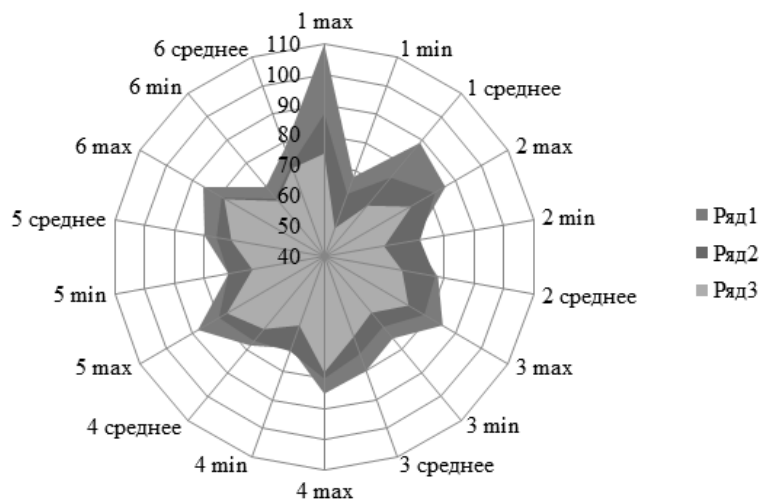


Рис. 3. Значения акустического шума на исследуемых участках по ул. Артёма, дБА
Примечания: max – максимальное значение шума, min – минимальное значение шума

Жизнеспособность древесных растений в возрасте 45-50 лет по основным видам – озеленителям оценена в 4-6 б. Так для вяза гладкого она оценена в 4 балла, для тополя болле 4 балла и для клена остролистного в 6 баллов (рис. 4). Преобладающей породой является тополь болле и клена остролистного 36-37 % (рис. 5).

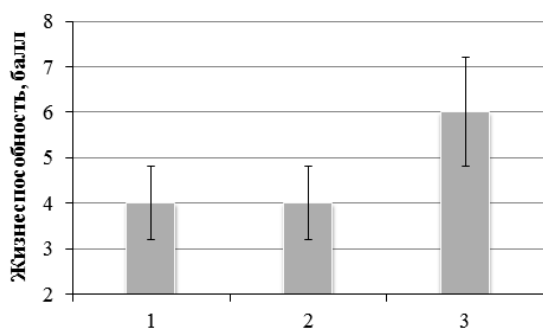


Рис. 4. Жизнеспособность древесных растений на исследованных территориях
Обозначения: 1 – *Ulmus laevis* L., 2 – *Populus bolleana* Lauche, 3 – *Acer platanoides* L.

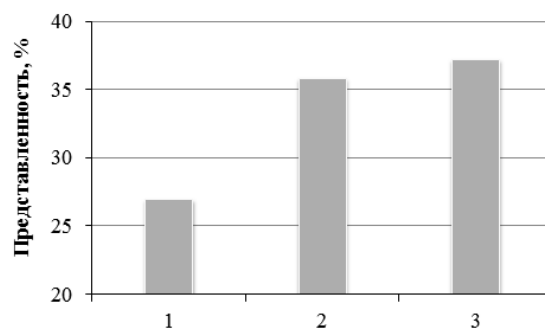


Рис. 5. Представленность древесных видов на исследованных территориях

Список литературы

1. Савельева Л.С. Устойчивость деревьев и кустарников в защитных лесных насаждениях / Л.С. Савельева. – М.: Лесн. пром-сть, 1975 – 168 с.

УДК 577.0

ИНДИКАЦИЯ ИЗМЕНЕНИЙ СОСТОЯНИЯ ФИТОПЛАНКТОНА В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ ФЛУОРЕСЦЕНТНЫМ МЕТОДОМ

Куприч О.Н., Чуфицкий С.В.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет» г. Донецк, ДНР
kuprich17@gmail.com, ChufitskyiSergey@yandex.ru

Высокое содержание тяжелых металлов в окружающей среде может привести к их накоплению в растительных организмах и при некоторых концентрациях – к ингибированию роста и развития растений [1, 2]. Несмотря на большое количество литературных источников, посвященных неблагоприятному воздействию тяжелых металлов на фотохимические и физиологические процессы [3–5], все еще нет четкого механизма воздействия тяжелых металлов на протекание фотосинтетических процессов.

Фитопланктон, как основной первичный продуцент органического вещества в морской экосистеме, является ключевым элементом стабильности экосистемы, поэтому условия, критические для фитопланктонного сообщества, остаются таковыми и для экосистемы в целом [4]. Водоросли очень чувствительны к присутствию металлов в окружающей среде. Для них самыми токсичными являются соединения серебра и меди [5].

Таким образом, целью исследования являлось изучение изменения параметров флуоресценции клеток *Chlorella vulgaris*, *Pleurochloris magna* и природного фитопланктона при воздействии ионов меди (II).

Объектами исследования служили культуры микроводорослей *Chlorella vulgaris* и *Pleurochloris magna*, а также пробы природного

фитопланктона отобранные в прудах, расположенных в Центральном парке культуры и отдыха имени А.С. Щербакова.

В качестве источника меди использовали сульфат меди (CuSO_4) с концентрацией 0,1 мг/л. Измерения флуоресценции контрольных и опытных проб производили непосредственно после добавления меди и через 5, 10, 15 и 30 минут. Выбор данного временного промежутка обусловлен литературными данными.

Уровень флуоресценции клеток фитопланктона регистрировали с помощью импульсного флуориметра Phyto-PAM (WALZ, Германия). Регистрацию кривых индукции флуоресценции хлорофилла выполняли с помощью флуориметра ФС-2 при предварительной пятиминутной темновой адаптации образца. Полученные кривые индукции флуоресценции анализировали с помощью ОЛР-теста [5-7].

В ходе исследований было установлено, что воздействие сульфата меди в исследуемых концентрациях приводило к возрастанию флуоресценции клеток *Chlorella vulgaris*, *Pleurochloris magna* и природного образца в начальный момент времени, а затем приводило к снижению показателей флуоресценции после 10 минут воздействия загрязнителя. При этом в природном образце показатели флуоресценции снижались менее интенсивно, что может указывать на наличие небольших концентраций меди в природной воде, что способствует адаптации клеток фитопланктона к воздействию меди [4].

Полученные результаты ОЛР-теста позволяют сделать предположение, что основной мишенью воздействия ионов меди в фотосинтетическом аппарате являются реакционные центры фотосистемы II. Так же, исходя из полученных результатов, можно предложить ряд параметров, которые будут отображать негативное воздействие загрязнителя. К таким тест-функциям можно отнести показатели функционирования реакционных центров (F_0 – уровень минимальной флуоресценции, F_m – максимальная флуоресценция в момент, F_I – флуоресценция во время фазы), и показатели общего числа доступных электронных переносчиков (Area – площадь над индукционной кривой и S_m – нормированная общая площадь над кривой ОЛР, которые отражают емкость пула электронных акцепторов).

Список литературы

1. Беспалова С.В. Флуориметрия хлорофилла фитопланктона и другие методы в мониторинге водных объектов Донбасса / С.В.Беспалова, С.М.Романчук, А.В.Васильев и др. // Тезисы докладов Всероссийской научной конференции «Мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды. Основные результаты и пути развития». Москва, 20-22 марта 2017 г. – М.: ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН», 2017.
2. Беспалова С.В. Использование метода флуориметрии в биомониторинге водного объекта / С.В.Беспалова, С.М.Романчук, С.В.Чуфицкий // V Съезд биофизиков России. Материалы докладов: в 2 т. – Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2015. – Т. 2. – С. 344.

3. Осипов В.А. Использование флуоресценции хлорофилла «а» для биотестирования водной среды / В.А. Осипов, Г.М. Абдурахманов, А.А. Гаджиев, Л.Б. Братковская, Б.К. Заядан // Юг России: экология, развитие. – 2012. – Т. 7, вып. 2. – С. 93-100.
4. Гольцев В.Н. Переменная и замедленная флуоресценция хлорофилла а – теоретические основы и практическое приложение в исследовании растений / В.Н.Гольцев, М.Х.Каладжи, М.А.Кузманова, С.И.Аллахвердиев. – М.–Ижевск: Институт компьютерных исследований. – 2014. – 220 с.
5. Корнеев Д.Ю. Информационные возможности метода индукции флуоресценции хлорофилла / Д.Ю.Корнеев. – К.: Альтерпрес. – 2002. – 188 с.
6. Maxwell K. Chlorophyll fluorescence – a practical guide / K. Maxwell, G. N.Johnson // J. Exp. Bot. – 2000. – V. 51. – № 345. – P. 659–668.
7. Schreiber U. Chlorophyll fluorescence as a nonintrusive indicator for rapid assessment of in vivo photosynthesis / U. Schreiber, W. Bilger, C. Neubauer // Ecophysiology of photosynthesis. – Springer. – Berlin, Heidelberg, New York. – 1994. – P. 49–70.

УДК 537.632/.636

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА МАГНИТОМАРКИРОВАННЫХ КЛЕТОК, УДЕРЖИВАЕМЫХ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ В ПОТОКЕ ЖИДКОСТИ

Легенский Ю.А., Павлов В.Н.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
yu-legen@mail.ru; v.russian@yandex.ru

Для исследования влияния магнитных наночастиц на свойства магнитомаркированных биоклеток, необходимы измерения количества клеток, которые в состоянии удерживать магнитная система в капилляре при различных скоростях движения потока жидкости в нём. В литературе посвящённой этой тематике, к примеру [1, 2], основное внимание уделяется конфигурации магнитного поля, создаваемого магнитной системой, а также силовому воздействию на частицы, в [3] дополнительно освещён вопрос распределения сил при движении частицы в потоке жидкости. В [4] освещены вопросы моделирования движения и захвата магнитных частиц в сосудистых системах. При этом во время расчётов и в экспериментальных установках использовались круглые капилляры, не позволяющие оценить количество удерживаемых магнитом клеток. Цель работы. Оработка метода измерения количества клеток, захваченных магнитным полем из потока жидкости с регистрацией траекторий клеток.

Для наблюдения и регистрации удерживаемых клеток используется плоский капилляр с жёстко заданными геометрическими параметрами, имеющий прозрачные переднюю и заднюю стенки, через которые осуществляются подсветка, наблюдение, а также фиксация на видеокамеру процессов, происходящих внутри капилляра. Через капилляр с заданной скоростью прокачивается буферная жидкость, содержащая магнитомаркиро-

ванные клетки. На заданном расстоянии от боковой стенки капилляра устанавливается магнит (1), или система магнитов, осуществляющих захват клеток (см. рис. 1). Под действием магнитного поля, клетки начинают собираться у ближайшей к магниту (1) стенки капилляра (2), образуя неправильной формы кластер захваченных клеток (3). Поскольку глубина капилляра жёстко задана, для определения объёма налипших клеток достаточно определить площадь кластера и умножить ее на глубину капилляра.

Как показали исследования площадь кластера, зависит от скорости буферной жидкости, прокачиваемой по капилляру, расстояния до магнита и магнитной восприимчивости клеток (см. рис. 1). Зная объём удерживаемых клеток и их размер, можно вычислить количество налипших клеток.

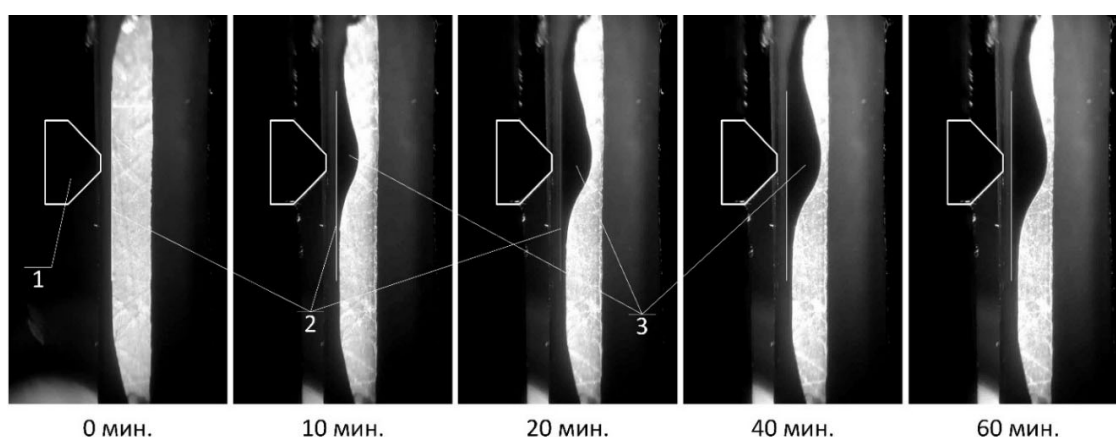


Рис. 1. Изменение со временем размеров кластера, образуемого магнитными клетками в капилляре сечением $(2,7 \times 0,42) \text{ мм}^2$, при скорости потока жидкости $1,91 \text{ мм/сек.}$

1 – Сердечник магнитной системы, расположен на расстоянии 1 мм от левой стенки капилляра, 2 – левая стенка капилляра, 3 – магнитомаркированные клетки, собирающиеся у левой стенки под действием магнитного поля

На рис. 1 подписи внизу показывают время выдержки. Вначале процесса (кадр с меткой 0 мин) – капилляр чист, налипших клеток нет. С течением времени количество налипших клеток возрастает и к концу эксперимента образуется пятно, показанное на кадре с меткой 60 мин. Для получения количественных данных, фотографии калибруются и обрабатываются в графическом редакторе, позволяющем определять площадь замкнутой фигуры. В нашем случае был использован редактор MS Visio.

Собрана установка на базе микроскопа МБС-12, перистальтического насоса МНП-1ДУ, капилляра сечением $(2,7 \times 0,42) \text{ мм}^2$ и магнитной системы на встречных магнитах с начальной индукцией у края сердечника 1.4 Тл. Апробацию установки проводили при измерении захвата магнитомаркированных дрожжевых клеток в диапазоне скоростей от 0.002 м/с до 0.009 м/с. Полученные данные отражены на рисунке 2.

На рис. 2 результаты исследования представлены в виде графиков, отражающих изменение объёма удерживаемых магнитной системой клеток от времени захвата, при разных скоростях прокачки буферной жидкости. Графики построены с использованием вышеописанного метода. Из анализа рис. 2 видно, что с увеличением времени захвата кривые монотонно возрастают с выходом на насыщение при определенном времени захвата, которое уменьшается при увеличении скорости потока.

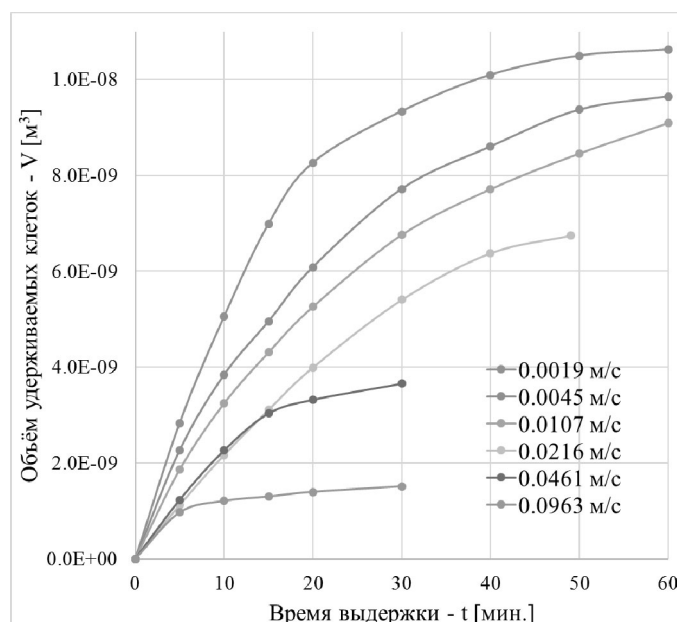


Рис. 2. Зависимость объёма удерживаемых частиц от времени накопления [мин] при изменении скорости потока буферной жидкости

Так же из анализа рис. 2 видно, что при увеличении скорости потока уменьшается количество магнитных клеток, захваченных при выходе представленных кривых на насыщение. Такое поведение процесса захвата согласуется с известными теоретическими представлениями.

Разработан и опробован метод, позволяющий производить количественную оценку объёмов клеток, удерживаемых магнитной системой при различных условиях прокачки буферной жидкости.

Список литературы

1. Anne-Laure Gassner, a Melanie Abonnenc, a Hong-Xu Chen, b Jacques Morandini, c Jacques Josserand, aJoel S. Rossier, d Jean-Marc Busnel and Hubert H. Girault. Magnetic forces produced by rectangular permanent magnets in static microsystems. Lab Chip. – 2009. – V. 9. – P. 2356 – 2363.
2. Кириленко А.В. Анализ силового воздействия высокоградиентного магнитного поля на магнитные наночастицы в потоке жидкости / А.В.Кириленко, В.Ф.Чехун, А.Д.Подольцев // Reports of the National Academy of Sciences of Ukraine. – 2010, №9. – С. 162-172.
3. Кириленко А.В. Движение магнитных наночастиц в потоке жидкости при наложении постоянного магнитного поля / А.В.Кириленко, В.Ф.Чехун, А.Д.Подольцев и др. // Reports of the National Academy of Sciences of Ukraine. – 2012, №2. – С.186-196.

4. Patronis A., Richardson R.A., Schmieschek S., Wylie B.J.N., Nash R.W., Coveney P.V. Modeling Patient-Specific Magnetic Drug Targeting Within the Intracranial Vasculature. // *Frontiers in Physiology*. – 2018.- V. 9. – P. 1–17.

УДК 579.61

МОДИФИЦИРОВАННАЯ МЕТОДИКА СИНТЕЗА НАНОЧАСТИЦ С АЛЬБУМИНОМ ДЛЯ МАГНИТНОЙ МОДИФИКАЦИИ ЖИВЫХ КЛЕТОК

Ткаченко Д.С., Легенький Ю.А.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет» г. Донецк, ДНР
dmitriy.tkachenko.99@mail.ru

Уровень наноматериалов является самым современным в настоящее время, как в научных знаниях, так и в коммерческих целях. Перспективным является использование наночастиц в качестве очень маленьких зондов, которые позволят следить за клеточными процессами без слишком большого вмешательства [1]. Понимание биологических процессов на наномасштабном уровне является сильной движущей силой развития нанотехнологий [2].

Наиболее часто, в исследования применяются наночастицы магнетита Fe_3O_4 , которые мы и использовали в своих экспериментах. Наиболее распространенным способом получения наночастиц магнетита является химическое соосаждение солей железа [3].

Дрожжевые клетки являются диамагнитными, но в результате магнитной маркировки эти клетки могут приобрести парамагнитные свойства. Такая возможность является мощным инструментом как для исследований, так и для медицины. Магнитная модификация живых дрожжевых клеток может привести к образованию магниточувствительных цельноклеточных биокатализаторов. Как прямая модификация клеточных стенок соответствующими магнитными жидкостями на водной основе, так и магнитными микрочастицами и захват целевых дрожжевых клеток в биосовместимые (био) полимерные гели в присутствии магнитных частиц могут быть выполнены простым способом.

Чтобы улучшить поглощение клеток, наночастицы могут быть модифицированы с помощью специального поверхностного покрытия, так что они могут быть легко конъюгированы с лекарственными средствами, белками, ферментами, антителами или нуклеотидами и могут быть направлены на орган, ткань или опухоль [4]. Довольно длительное время в качестве такого покрытия в медицине используется сывороточный альбумин.

Целью данной работы является отработка и апробация модифицированной методики синтеза наночастиц с альбуминовым покрытием для магнитной маркировки живых клеток.

Для исследований синтезировались наночастицы Fe_3O_4 в соответствии с методикой, описанной в работе [5]. Синтез производился холодным методом. Во время синтеза поддерживалась температура жидкости 8-10 градусов Цельсия. После суточной выдержки и последнего отмывания в магнетит вливалось 40 мл цитратного буфера. После приготовления цитратного буфера приготовили краситель, добавив к буферу поверхностно активное вещество tween 80 и краситель бромкрезоловый зелёный. Полученный коллоид наночастиц отделяли центрифугированием: к четырем пробам по 5 мл буфера, вносили по 1 шпателю наночастиц и приливали по 1 мл растворов альбумина 1 %, 5 %, 10 %, 20 %.

К надосадочной жидкости приливали краситель (раствор бромкриазолового зеленого). Поскольку, сывороточный альбумин – слабая кислота, то при его связывании с красителем бромкрезоловым зелёным с образованием комплекса серо-голубого цвета. Увеличение поглощения прямо пропорционально концентрации альбумина [5]. Фотометрическое измерение основывается на наличии пика поглощения с максимумом при длине волны $\lambda=585\text{нм}$ молекулами окрашенного комплекса. При этом, увеличение оптической плотности реакционной смеси прямо пропорционально содержанию альбумина в анализируемом образце.

Магнитную маркировку дрожжевых клеток осуществляли по аналогии с методикой кратковременного высокоэффективного маркирования, описанной в работе [6].

Проверка жизнеспособности производилась дважды, спустя одни и двое суток после магнитной модификации, с помощью метода окрашивания клеток метиленовым синим.

После анализа экспериментальных данных была определена оптическая плотность надосадочной жидкости относительно контроля, содержащего цитратный буфер и краситель. Наибольшая оптическая плотность составляющая 2,442, была определена при 10% концентрации сывороточного альбумина. Близкий, но меньший показатель был получен при 5 % концентрации и составил 1,437. Наименьшие значения были получены при крайних исследуемых концентрациях (1 % и 20 %).

Для определения количества альбумина захваченного частицами были подготовлены контрольные растворы идентичные по составу но не содержащие магнитные частицы. Разница в оптической плотности данных растворов с надосадочной жидкости и отражает степень поглощения альбумина. Гипотеза о наибольшей степени поглощения при 10% концентрации альбумина была подтверждена. Относительная плотность была наибольшей относительно остальных концентраций и составила 2,33.

При определении жизнеспособности наименьший показатель составивший 8,85 млн живых клеток и 2,85 млн мертвых в 1мл смеси, наблюдался при 20 % концентрации альбумина.

Наиболее подходящей для синтеза наночасти с последующей магнитной маркировки дрожжей ними, из четырех исследованных

концентраций является 10 % концентрация сывороточного альбумина человека. Наименее подходящими оказались 1 % и 20 % концентрации. Методика синтеза наночастиц магнетита с альбуминовым покрытием, отработанная в настоящей работе, может быть использована при отработке технологий магнитной маркировки живых клеток для применения в медицине и биотехнологиях.

Список литературы

1. Taton TA. Nanostructures as tailored biological probes. Trends Biotechnol. 2002; 20. – P. 277–279. doi: 10.1016/S0167-7799(02)01973-X.
2. Whitesides GM. The 'right' size in Nanobiotechnology. Nature Biotechnology. 2003;21:1161–1165. doi: 10.1038/nbt872.
3. Martinez-Mera I., Espinosa M.E., Perez-Hernandez R., Arenas-Alatorre Synthesis of magnetite (Fe³⁺O⁴) nanoparticles without surfactants at room temperature. J Mater Lett. 2007;61:4447.
4. Mody V. V., Nounou M. I., Bikram M. Novel nanomedicine-based MRI contrast agents for gynecological malignancies. Adv Drug Deliv Rev. – 2009. – P. 61:795–807
5. Зорин В. Н. Разработка методик синтеза наночастиц с альбумином и определение его содержания / Зорин В. Н., Гареев К. Г., Королёв Д. В., Буканин В. А. / Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина) (СПбГЭТУ «ЛЭТИ»). Санкт-Петербург, 2018. С. 25–29.
6. 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 научной конференции студентов и молодых ученых. – Донецк: Издательство Донецкого национального университета, 2017. – Т. 2 – С. 45–47.

УДК 579.66

МЕХАНИЗМЫ СОРБЦИИ ИОНОВ Cu²⁺ ДРОЖЖЕВЫМИ КЛЕТКАМИ *SACCHAROMYCES CEREVISIA*

Финькова Е.Е.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет» г. Донецк, ДНР
helen_finkova22@mail.ru

Одним из важных экологических факторов, является загрязнение окружающей среды ионами тяжелых металлов. Из-за того, что экология ухудшается с каждым днем, а в воде происходит накопление тяжелых металлов, возрастает опасность для экосистем и здоровья людей, то большую важность играет проблема извлечения металлов из промышленных стоков. Клетки дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* могут извлекать ионы тяжелых металлов из водных сред при помощи процессов

биосорбции. Разработка методов эффективной очистки водных сред от ионов металлов требует знания механизмов взаимодействия биоклеток с этими ионами. Поэтому актуальны исследования по изучению механизмов биосорбции дрожжевых клеток.

Цель – делать обзор научных публикаций по механизмам сорбции ионов Cu^{2+} дрожжевыми клетками *Saccharomyces cerevisiae*.

Одним из сильных загрязнений окружающей среды, является загрязнение тяжелыми металлами. Многие тяжелые металлы принимают участие в разнообразных биологических процессах, поэтому они нужны живым организмам в определенных количествах. Но в больших количествах они наносят вред, особенно когда скапливаются в живых тканях, вызывая заболевания [1]. Источники тяжелых металлов, могут быть природными и техногенными. Большая часть меди, поступающей в атмосферу, имеет антропогенное происхождение. Основными виновниками выбросов являются предприятия по производству цветных металлов и сплавов, нефтепереработки, автомобильный транспорт, химическая промышленность и иные [1]. Такие техногенные загрязнители оказывают негативное влияние на окружающую среду. При этом можно отметить, что одним из факторов миграции и круговорота веществ в природе, являются атмосферные осадки, в которых растворяется значительная часть тяжелых металлов.

Saccharomyces cerevisiae являются одноклеточным микроскопическим грибом. Дрожжи могут аккумулировать на своей поверхности ионы металлов [2, 3, 4]. Биосорбция – это процесс извлечения металлов из растворов с помощью биосорбентов, в основе которой лежат процессы взаимодействия с поверхностными структурами клеток. В биосорбционных технологиях может применяться биомасса, содержащая как живые, так и мертвые микроорганизмы [2, 3, 5, 6]. Сорбция бывает активная (при которой работают метаболические процессы включения металлов) и пассивная (физико-химические взаимодействия ионов металлов с ионообменными группами клеточных мембран). Активная сорбция характерна только для живых клеток и зависит от их метаболической активности [3]. Пассивная сорбция может проходить на поверхности как живых, так и мертвых клеток, и имеет ступенчатый характер. Пассивная сорбция является быстрой (3-20 мин), при ней устанавливается равновесие между процессами сорбции – десорбции. Активный процесс более длительный. Ионы тяжелого металла связываются с функциональными группами клеток, далее устанавливается равновесие процессов сорбции-десорбции и происходит частичная десорбция [2]. Поэтому поглощение ионов живыми клетками значительно эффективнее, чем мертвыми. Биосорбция мертвыми клетками чаще происходит с помощью взаимодействия между клеточной стенкой и веществом. А поглощение металлов живыми клетками является очень сложной комбинацией различных процессов. На эффективность этих процессов сильно влияет

метаболическая активность клеток, например дыхание, поглощение питательных веществ, а также высвобождение метаболита. Живые клетки лучше усваивают ионы Cu^{2+} , чем мертвые, в основном за счет внутриклеточного накопления [5].

Адсорбция положительно заряженных металлов на поверхности клеток связана с присутствием отрицательно заряженных групп анионов трех функциональных групп (карбоксильные, фосфорильные и amino-группы) в клеточных стенках, которые образуют химические связи [7].

Биосорбционное поглощение может осуществляться различными механизмами, которые зависят от определенных условий. Из-за сложности организмов-биосорбентов, а также широкого диапазона разных параметров, которые могут влиять на процесс биосорбции, какие-то конкретные механизмы, отвечающие за сорбцию ионов конкретных металлов в заданных условиях, определить довольно трудно и в настоящее время в мировой науке интенсивно ведутся исследования по данным вопросам [8,9,10].

Механизм сорбции тяжелых металлов и их локализация в клетках зависит от формы нахождения ионов металлов в растворе, проницаемости цитоплазматической мембраны и элементного состава клеток. Биосорбция осуществляется поверхностными структурами клеток и увеличивается с ростом pH и степени их гидролизованности. Можно сделать вывод о том, что механизм процесса поглощения тяжелых металлов дрожжевыми клетками достаточно сложный и сильно непредсказуемый, так как очень много факторов оказывают на него влияние.

Увеличение концентрации дрожжей также влияет на адсорбционную способность связывания ионов металлов. Что касается размера биосорбента, то для биосорбции желательны небольшие размеры клеток. Это увеличит площадь поверхности, на которой происходит сорбция и улучшит параметры сорбции ионов металлов биосорбентом.

Процесс биосорбции зависит от формы нахождения ионов металлов в растворе, проницаемости цитоплазматической мембраны и элементного состава клеток. Биосорбция осуществляется поверхностными структурами клеток и зависит от pH и от иных параметров, поэтому механизм этого процесса довольно сложен. Обзор литературы показывает, что клетки *Saccharomyces cerevisiae* являются универсальным и экономически выгодным биосорбентом тяжелых металлов.

Список литературы

1. Чернова Н.М. Общая экология: Учебник для студентов педагогических вузов / Н.М. Чернова, А.М. Былова. – М.: Дрофа, 2008. – 416 с.
2. Аронбаев С.Д. Клеточные оболочки дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* как сорбенты тяжелых металлов / С.Д. Аронбаев // Научный вестник СамГУ. – 2010. – №3 (61). – С.45-49.
3. Гаранин Р.А. Метод биосорбции тяжелых металлов из промышленных сточных вод с использованием пивоваренных дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* / Р.А. Гаранин // Автореф. дис.... канд. биол. наук. – М., 2011. – 25 с.

4. Tania Mihaiescu, Andreea Stanila, Antonia Odagiu, Radu Mihaiescu Оценка биосорбции меди и свинца из водной среды // University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine – 2016.
5. 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.
6. Кульский Л.А. Устойчивость микроорганизмов к тяжелым металлам / Л.А.Кульский, О.С.Салук, Н.Г.Потапченко // Химия и технология воды. – 1986. – №2. – С. 79-89.
7. Калебина Т.С. Роль белков в формировании молекулярной структуры клеточной стенки дрожжей / Т.С.Калебина, И.С. Кулаев // Успехи биологической химии. – 2001. – Т. 41. – С. 105–130.
8. Yoshihiro Ojima, Shogo Kosako, Maya Kihara, Norikazu Miyoshi, Koichi Igarashi & Masayuki Azuma Recovering metals from aqueous solutions by biosorption onto phosphorylated dry baker's yeast // Scientific Reports. – 2019. № 9. – P. 225.
9. Saba Shamim Biosorption of Heavy Metals/IntechOpen (2018).
10. Jéssica M. do Nascimentoa, Jorge Diniz de Oliveirab, Andrea C. L. Rizzoc , Selma G. F. Leitea Biosorption Cu (II) by the yeast *Saccharomyces cerevisiae* / Biotechnology Reports 20. – 2018.

УДК: 613.647:613.67:355-051

СОМАТИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ВЫСОКОАМПЛИТУДНОГО УЗКОПОЛОСНОГО ИМПУЛЬСНОГО ШУМА НА ВОЕННОСЛУЖАЩИХ

Чуркин Д.В., канд. мед. наук, **Антропова О.С.**, канд. мед. наук, доцент,
Ластков Д.О., д-р мед. наук, профессор, **Мамедов В.Ш.**

ГОУ ВПО «Донецкий национальный медицинский университет им. М.Горького»,
г. Донецк, ДНР
dmichur@mail.ru

В ходе выполнения повседневных и боевых задач военнослужащие подвергаются воздействию шума. При выполнении повседневных задач имеет место влияние низкоамплитудного, широкополосного шума, который может иметь различную продолжительность, при этом звукопроводящий и звуковоспринимающий аппараты успевают адаптироваться к его воздействию, системное воздействие такого типа шума не рассматривается. [1]. Интенсивность шума данного типа может достигать 80 дБ. Источником шума в рассматриваемых случаях являются двигатели военной и специальной техники, автотранспорта, различные инструменты, средства связи.

При выполнении боевых и служебно-боевых задач на военнослужащих воздействует высокоамплитудный узкополосный импульсный шум с максимальной амплитудой в диапазоне 4,0 кГц. Интенсивность шума может достигать 130-150 дБ. Продолжительность шумового

импульса составляет около 2-6 мсек, возможно воздействие серии импульсов, а также комбинированное воздействие узкополосного и широкополосного шумов различной интенсивности. Источником данного типа шума служит боевое применение стрелкового и артиллерийского оружия. При разрывах в непосредственной близости от военнослужащих артиллерийских снарядов различных типов также отмечается воздействие взрывной волны. Длительность шумового импульса и его интенсивность не позволяет обеспечить полноценную адаптацию к его воздействию, что является триггером для ряда патологических кохлео-висцеральных рефлексов.

Считают, что данные рефлексy носят функциональный обратимый характер и их влияние на организм военнослужащего призывного возраста носит минимальный характер [2]. В случае выполнения военнослужащим боевых задач при длительном либо периодическом воздействии артиллерийского огня собственных сил или беспокоящего артиллерийского огня противника могут развиваться состояния близкие к астеническим с наличием соматических жалоб, в первую очередь со стороны сердечно-сосудистой, дыхательной и пищеварительной систем.

Авторы полагают, что имеющиеся жалобы связаны в том числе с экстракохлеарным влиянием высокоамплитудного узкополосного импульсного шума, при этом частота возникновения и интенсивность выраженности жалоб определяется возрастом военнослужащих и функциональным состоянием поражаемых органов и систем [3].

У военнослужащих в возрасте 40-45 лет экстракохлеарные проявления шума выражаются в функциональных расстройствах пищеварительной системы (до $32,7 \pm 2,6$ % по собственным наблюдениям авторов). Преобладает констипационный синдром, реже диспептический [4]. Алиментарный фактор связанный с режимом и рационом питания при выполнении боевых задач дополняет вредное воздействие шума [5].

Сочетанное воздействие алиментарного фактора и шума обуславливают продолжительность функциональных расстройств пищеварительного тракта у военнослужащих, при этом коррекция рациона и режима питания, а также ротация военнослужащего из условий полевого размещения в пункт постоянной дислокации не позволяют скорректировать функциональное состояние желудочно-кишечного тракта ранее чем за $8,5 \pm 1,2$ дня (по собственным наблюдениям авторов).

Представляется рациональным для военнослужащих старше 40 лет, выполняющих боевые и служебно-боевые задачи в условиях полевого размещения выполнять коррекцию рациона с включением пищевых добавок оказывающих регуляторное воздействие на пищеварительную систему, что позволит уменьшить выраженность экстракохлеарных проявлений узкополосного импульсного шума и обеспечит сохранение боеспособности военнослужащих.

Список литературы

1. Гуревич К.Г. Влияние внешних факторов на заболеваемость военнослужащих / К.Г.Гуревич, О.П.Каражелясков // Вестник новых медицинских технологий. – 2015. – № 4. – С. 83–90.
2. 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.
3. Буданова Е.И. Психофизиологические особенности здоровья военнослужащих-контрактников / Е.И.Буданова, Т.Ю.Дюдюн // Армия и общество. – 2013. – № 1. – С.62-67.
4. Абсалямова Л.Р. Сравнительный анализ работы гастроэнтерологического отделения клинического госпиталя МСЧ МВД России по Республике Татарстан / Л.Р.Абсалямова, Л.Ф.Сабилов // Вестник современной медицины. – 2014. – № 1. – С. 21–26.
5. Разгулин С.А. Современные подходы к оценке состояния здоровья работников профессиональных групп с высоким уровнем физической активности / С.А.Разгулин, Д.Ю. Пискарев // Медицинский альманах. – 2011. – № 4. – С. 16–18.

УДК 372.858 : 504 : 581 (477.60)

РЕСУРС НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫХ ЭКСКУРСИЙ ПО КРИТЕРИЯМ ФИТОИНДИКАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА

Абуснайна М.В.

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

В приоритетных направлениях научно-исследовательской работы на биологическом факультете Донецкого национального университета выделяется долгосрочная интегрированная программа по анализу индикационных особенностей представителей биоты Донбасса [1–3], при этом этапы реализации программы включали поиски таких организмов, критерии их выделения, пороговые значения факторов среды для проведения индикации, а также очень важные для возможной экологической стандартизации и сертификации при проведении биомониторинговых заключений. На кафедре ботаники и экологии преимущественно осуществляется изучение растительных организмов в нестабильных экологических условиях промышленного региона [4, 5], а также внедряются все доступные формы и методы осуществления образовательной деятельности [6–8] в связи с полученной региональной научной информацией [9–11].

Цель работы – представить тематический спектр разрабатываемых натуралистических демонстративных экскурсий в Донбассе по данным фитоиндикационного мониторинга.

На основании имеющейся информации и работы научно-исследовательского персонала темы для проведения экскурсий предлагаются следующие:

- 1) растения-индикаторы промышленных территорий Донбасса;
- 2) строение листового аппарата растений в условиях различных экотопов: от красоты до информации;
- 3) дендроиндикационная экологическая экспертиза в парковых рекреационных территориях городов Донецкой Народной Республики;
- 4) пыльца растений Донбасса: экологические опасности и мониторинговое значение;
- 5) арт-дизайнерские конструкции фитокомпозиционного назначения в экологическом мониторинге промышленного региона;
- 6) когда формируются плоды растений: разнообразие в таксономическом и индикационном аспектах;
- 7) по следам экологических карт фитоиндикационного содержания в Донбассе (отдельные населенные пункты);

8) многообразие улиц, дворов и локализация бытовых полигонов г. Донецка по критериям растительных информативных показателей;

9) ландшафтные особенности Донбасса – полигон для ботанико-экологической экспертизы;

10) структурное микрокопирование как элемент экскурсионного дела по сборам растительного материала с различных участков города.

Определение валидности, информационного насыщения и сезонной реализации экскурсии для различных возрастных категорий находится в состоянии разработки.

Таким образом, представленные тематические направления экскурсий сопряжены как с научно-исследовательской работой кафедры ботаники и экологии, так и выполняют функцию интегративного маркера в образовательном процессе.

Список литературы

1. Bespalova S.V. Determination of bioindicators sensitivity thresholds for ecologically unfavourable environmental factors / S.V.Bespalova, O.S. Goretsky, A.Z. Glukhov, et al. // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2010. – № 1(10). – С. 9–25.
2. 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 Z. Glukhov, et al. // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2011. – № 1. – С. 25–43.
3. Bespalova S.V. Conceptual approaches to standardization in system of environmental biomonitoring / S.V. Bepalova, O.S.Goretsky, A.Z.Zlotin, et al. // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2013. – № 1. – С. 8–15.
4. Сафонов А.И. Экспертиза промышленных предприятий Донбасса по состоянию фитокомпонентов / А.И.Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2019. – № 1–2. – С. 35–43.
5. Сафонов А.И. Инвентаризация промышленных объектов Донбасса по фитоиндикационным критериям / А.И.Сафонов // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2019. – № 1. – С. 121–128.
6. 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.
7. 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.
8. Петкогло О.В. Научный ресурс ботанического музея в г. Донецке / О.В.Петкогло, А.И. Сафонов // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: Матер. I Междунар. научн. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – Т. 2. Хим. и биол. науки. – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 139–140.
9. 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.

10. 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.
11. 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, О.А. Гридько // Проблемы и перспективы развития современной ландшафтной архитектуры: Матер. Всерос. научн.-практич. конф. с междунар. участием. – Симферополь: Изд-во КФУ, 2017. – С. 73–75.

УДК 581.5 : 712.4 (477)

ЭКРАНИРУЮЩАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЫЛЕОСАЖДЕНИЯ РЕКРЕАЦИОННЫХ ТЕРРИТОРИЙ г. ЕНАКИЕВО

Авдеева А.В.

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

kf.botan@donnu.ru

Фитоэкранирующий [1, 2] эффект при анализе газовой воздушной смеси антропогенного происхождения имеет существенное значение в снижении техногенного воздействия в урбогеосистемах [3–5], при этом речь идет и об оптимизации загрязненной среды [6, 7], так и о возможности проведения фитоиндикационного эксперимента в открытой системе импактного экологического мониторинга в Донбассе [8–10].

Цель работы – установить пылеосаждающую эффективность фитоэкрана дендропарковых насаждений в г. Енакиево.

Древесные и кустарниковые виды в рекреационных зонах г. Енакиево представлены достаточно разнообразно, что позволяет рассматривать результат зеленой архитектуры промышленного города успешным. Эффективность их оптимизационных структур тесно сопряжена со строением листового аппарата, его формой, размерами, характером скульптурированности, архитектоникой в побегообразовании и общей морфологии кроны, что требует детального изучения на доступных модельных объектах.

Собранный иллюстративный материал и списки видов древесных и кустарниковых растений г. Енакиево представляют собой научный и практический интерес, доказывают наличие больших капиталовложений в зеленую архитектуру промышленно развитого города; большинство посадок являются одновозрастными и на современном этапе не требуют радикальных рубок ухода и санитарной обрезки, то есть способны максимально эффективно выполнять роль фитобарьеров в рекреационных зонах для потоков загрязненного воздуха в промышленном городе.

Максимальная аккумуляция пыли была внутри придорожной посадки и достигала 9-10-кратного увеличения по сравнению с отложением пыли на открытой поверхности. Такие насаждения характеризуются средней плотностью и вертикальной структурой, а также продуваемостью на 40-60 %. Пылеулавливающий эффект наблюдался на расстоянии 10-кратной высоты насаждений с подветренной стороны и 2-кратной – с наветренной стороны насаждения.

Анализ всех данных показал, что метеорологические условия каждого года оказывают существенное влияние на количество пыли, адсорбированной поверхностью дерева. Однако достоверных различий по количеству пылесажения листьями древесных растений в различных типах посадок в одной зоне загрязнения не наблюдалось за все годы исследований. Рассмотренные вопросы считаем важными для использования в школьном экологическом факультативе. По степени пылеулавливания в мониторинговых точках рекреационных территорий города Енакиево растения распределены следующим образом (по возрастанию показателя): *Aesculus hippocastanum* L., *Fraxinus lanceolata* Borkh.; *Lonicera tatarica* L., *Ulmus laevis* Pall.; *Acer platanoides* L.; *Robinia pseudoacacia* L.; *Juglans regia* L., *Populus nigra* L., *Betula pendula* Roth. Установленная устойчивая тенденция такой закономерности потребовала продолжить начатые механо-химические исследования в другой специфике эксперимента – по анализу структурных особенностей листового аппарата в попытке объяснить такую закономерность видоспецифичности в пылесажении.

При сравнении двух видов, обладающих крайними вариантами эффекта пылесажения установлено, что как минимально эффективный вид *Aesculus hippocastanum* L., так и максимально пылесаждающий вид *Betula pendula* Roth. не имеют специфических морфолого-структурных приспособлений в форме отдельных выростов или трихом, чтобы задерживать пыль. Этот факт подтверждает, что пылесаждающий эффект связан в большей степени не с микроморфо-структурными особенностями, а с физиолого-биохимическими процессами на поверхности листового аппарата.

Список литературы

1. 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. студ. и молодых ученых (Донецк, 17-20 октября 2017 г.). – Т. 2. Хим.-биол. науки. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2017. – С. 54–56.
2. 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.

3. 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. научн. конф. студ. и молодых ученых (Донецк, 17-20 октября 2017 г.). – Т. 2. Хим.-биол. науки. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2017. – С.120-122.
4. Литвинова В.А. Ботаническая экспертиза в экологическом мониторинге промышленного региона / В.А.Литвинова, А.В. Авдеева, 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. 314–317.
5. Safonov A.I. Phytoindicational monitoring in Donetsk / A.I. Safonov // Наука. Мысль. – 2016. – № 4. – С. 59–71.
6. 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.Z. Glukhov, A.Z. Zlotin, V.A. Maksimovich, N.V. Govta, N.M. Ljaljuk, T.Yu. Markina, E.N. Maslodudova, A.V. Mashtaler, A.I. Safonov, O.V. Fedotov, A.D. Shtirts // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2011. – № 1. – С. 25-43.
7. 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.
8. Сафонов А.И. Инвентаризация промышленных объектов Донбасса по фитоиндикационным критериям / А.И. Сафонов // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2019. – № 1. – С. 121–128.
9. 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.
10. Сафонов А.И. Экспертиза промышленных предприятий Донбасса по состоянию фитокомпонентов / А.И. Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2019. – № 1-2. – С. 35–43.

УДК 581.4 : 581.15 (477.60)

ИНДИКАЦИОННАЯ ЗНАЧИМОСТЬ *TARAXACUM OFFICINALE* (L.) WEBB EX WIGG. ДЛЯ МОНИТОРИНГА УЛИЦ г. ДОНЕЦКА

Бойко Н.В.

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

В системе индикационно-ботанических исследований в Донбассе [1–3] важное значение имеет подбор актуальных для диагностики видов [4–7] и детальное рассмотрение их структурных особенностей для установления критериев [4, 8–10] локального экологического мониторинга. Из перечня доступных информативных фитоиндикаторов часто выделяются виды растений с широкой экологической амплитудой [1, 5, 8, 11, 12].

Цель работы – по данным репродуктивной организации *Taraxacum officinale* (L.) Webb ex Wigg. установить его индикационную значимость для проведения мониторинговых исследований в экотопах города Донецка.

Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи: проанализировать информацию в научной литературе об исследованиях *T. officinale* в качестве биоиндикатора городской среды; разработать методику сбора и анализа информационных значений *T. officinale*, адаптированных для маршрутных экспедиций в городе Донецк; собрать материал о состоянии тест-объекта в полевых условиях; провести камеральные исследования в лаборатории с установлением структурно-функциональных особенностей *T. officinale* в изученных экотопах; установить ранжированную связь между признаками состояния растения-индикатора и характеристиками экотопа для включения этих данных в мониторинговую программу региона.

Выявленные закономерности трансформации структурной организации пыльцевого материала и эмбриональных частей растений-индикаторов (на примере *T. officinale*) могут быть рекомендованы в альтернативу использования существующим методам оценки среды с повышенными уровнями техногенного и антропогенного риска.

В работе приведен анализ информации, имеющейся в научной литературе об исследованиях *T. officinale* в качестве биоиндикатора городской среды, установлено, что благодаря частоте встречаемости и широкой экологической амплитуде вид можно рассматривать как перспективный для пробного мониторингового эксперимента. Подобрана методика сбора и анализа информационных значений *T. officinale*, адаптированных для маршрутных экспедиций в городе Донецк; выбранные пробные площадки характеризуются разным уровнем антропогенного воздействия на природную среду.

Материал о состоянии тест-объекта в полевых условиях был собран (это пыльца, фиксированная при дальнейшем окрашивании, плоды, которые в дальнейшем использовались в эксперименте с проращиванием и анализе семядольного аппарата). Камеральные исследования в лаборатории с установлением структурно-функциональных особенностей *T. officinale* в изученных экотопах проведены, данные представлены в виде сводных таблиц и полученных оригинальных фотографий.

Установлена ранжированная связь между признаками состояния растения-индикатора и характеристиками экотопа для включения этих данных в мониторинговую программу региона с использованием *T. officinale*: размер пыльцевых зерен, интенсивность их окрашивания, характер орнаментации поверхности пыльцы, характер скульптуры поверхности плодов, степень атипичности и ее разнообразие по семядольному аппарату при проращивании.

Список литературы

1. Сафонов А.И. Индикационная ботаническая экспертиза – основа экологического мониторинга в промышленном регионе / А.И.Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – Донецк: ДонНУ. – 2006. – № 6. – С. 19–31.

2. Глухов А.З. Перспективы проведения фитоиндикационного мониторинга техногенно трансформированных экотопов / А.З.Глухов, А.И.Сафонов // Промышленная ботаника. – 2002. – Т 2. – С. 7–14.
3. Сафонов А.И. Стратегическая потенциализация фитоиндикаторов техногенных загрязнений / А.И. Сафонов // Аграрная Россия. – 2009. – № 51. – С. 58–59.
4. Safonov A. I. Initial screening of seed bank of phytoindicators of technogenic pressure on edaphotopes in Donbass / A. I. Safonov // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2010. – № 1 (10). – С. 92–96.
5. Сафонов А.И. Чек-лист индикаторных признаков сорно-рудеральной фракции урбанofлоры г. Донецка (1998-2018 гг.) / А.И. Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2018. – № 3–4. – С. 67–72.
6. Besspalova S.V. Determination of bioindicators sensitivity thresholds for ecologically unfavourable environmental factors / S. V. Besspalova, O. S. Goretsky, A. Z. Glukhov, et al. // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2010. – № 1(10). – С. 9–25.
7. Besspalova S.V. The criteria of assessment of ecological state of environment on thresholds of sensitivity of bioindicators / S.V. Besspalova, O.S. Goretsky, A.Z. Glukhov, et al. // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2011. – № 1. – С. 25–43.
8. 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.
9. 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.
10. 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.
11. Сафонов А.И. Инвентаризация промышленных объектов Донбасса по фитоиндикационным критериям / А.И.Сафонов // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2019. – № 1. – С. 121–128.
12. 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.

УДК 582.296.32 : 632.15 (477)

МОХООБРАЗНЫЕ г. ХАРЦЫЗСКА: ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ДЛЯ ФИТОИНДИКАЦИИ

Бондарь Е.Н.

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

Степная зона Европы – это своеобразный физико-географический территориальный элемент, для которого изучение мохообразных долгое время не было приоритетным, поскольку их численность заметно меньше

других ведущих таксонов растительного мира. В последние годы в Центральном Донбассе запрос на изучение мохообразных приобрел государственное значение в связи с их многофункциональным использованием в качестве фитоиндикаторов [1–3]: как загрязнения среды [4, 5], так и степени трансформации и нарушенности растительного покрова [6, 7], что требует первоначальной инвентаризации на новых или малоизученных территориях [8, 9].

Цель работы – предоставить список видов мохообразных, произрастающих в г. Харцызске и сопредельных территориях для дальнейших ботанико-экологических разработок мониторингового и индикационного назначения.

Для решения поставленной цели были выбраны 20 пробных площадок (как прототип мониторинговой сетки) с учетом предполагаемой разной антропогенной нагрузки.

Наиболее часто встречающиеся виды: *Bryum argenteum* Hedw., *Bryum caespitium* Hedw., *Barbula unguiculata* Hedw., *Amblystegium serpens* (Hedw.) Schimp., *Brachythecium campestre* (Müll. Hal.) Bruch et al. и *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid.

Общий список видов зарегистрированных мохообразных в летний период 2019 г.: *Homomallium incurvatum* (Schrader ex Brid.) Loeske, *Phascum cuspidatum* Hedw., *Dicranum scoparium* Hedw., *Funaria hygrometrica* Hedw., *Dicranella cerviculata* (Hedw.) Schimp., *Tortula ruralis* (Hedw.) P. Gaerth., B. Mey. & Schreb., *Hymenostomum microstomum* (Hedw.) R. Br. ex Nees & Hornsch., *Didymodon pusillum* (Hedw.), *Orthotrichum elegans* Schwägr. ex Hook. & Grev., *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid., *Ditrichum pusillum* (Hedw.) Hampe, *Didymodon rigidulus* Hedw., *Stroemia obtusifolia* (Brid.) J. Hag., *Syntrichia mucronifolia* (Schwägr.) Brid., *Bryum argenteum* Hedw., *Orthotrichum killiasii* Müll. Hal., *Mnium cuspidatum* (Hedw.) T. Kop., *Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwägr., *Anomobryum lanatum* (P. Beauv.) J. R. Spence & H. P. Ramsay, *Amblystegium riparium* (Hedw.) Schimp., *Leskea polycarpa* Hedw., *Pylaisia polyantha* (Hedw.) Schimp., *Bryum kaernbachii* Müll. Hal., *Bryum turbinatum* (Hedw.) Turn., *Brachythecium campestre* (Müll. Hal.) Bruch et al., *Brachythecium mildeanum* (Schimp.) Schimp., *Brachythecium albicans* (Hedw.) Bruch et al., *Plagiomnium cuspidatum* (Hedw.) T. Kop., *Hylocomium splendens* (Hedw.) Bruch et al., *Brachytheciastrum velutinum* (Hedw.) Ignatov & Huttunen, *Amblystegium serpens* (Hedw.) Schimp., *Anacamptodon splachnoides* (Froel. ex Brid.) Brid., *Niphotrichum canescens* (Hedw.) Bednarek-Ochyra & Ochyra, *Homalothecium lutescens* (Hedw.) Robins., *Platygyrium repens* (Brid.) Schimp.

Среди указанных видов есть представители разных жизненных форм и экологических стратегий, следовательно – занимают разные экологические ниши и могут быть использованы в широком спектре исследований: по природоохранной тематике, токсическому мониторингу, в биотестировании, полевой диагностике при анатомо-морфологическом экспресс-анализе и др.

Список литературы

1. Сафонов А.И. Инвентаризация промышленных объектов Донбасса по фитоиндикационным критериям / А.И.Сафонов // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2019. – № 1. – С. 121–128.
2. Сафонов А.И. Экспертиза промышленных предприятий Донбасса по состоянию фитокомпонентов / А.И.Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2019. – № 1-2. – С. 35–43.
3. Safonov A. I. Phytoindicational monitoring in Donetsk / A. I. Safonov // Наука. Мысль. – 2016. – № 4. – С. 59–71.
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. 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. научн. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – Т. 1. Физ.-мат., техн. науки и экол. – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С.317–318.
6. Сафонов А.И. Мохообразные Донецкой агломерации: иллюстрированный атлас и бриоиндикация / А.И. Сафонов, Е.И.Морозова. – Донецк: ДонНУ, 2018. – 128 с.
7. 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. научн. конф. студ. и молодых ученых (Донецк, 17-20 октября 2017 г.). – Т. 2. Хим.-биол. науки. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2017. – С. 100–102.
8. 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.
9. Сафонов А.И. Видовое разнообразие мохообразных Донецко-Макеевской промышленной агломерации / А.И. Сафонов, Е. И. Морозова // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2017. – № 3–4. – С. 24–32.

УДК 504 (477.60)

ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ В ДОНБАССЕ КАК ИНФОРМАЦИОННЫЙ РЕСУРС ОБРАЗОВАНИЯ

Гайдар А.В., Ермолаева С.А., Мирненко Э.И.

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

Гидрохимические податели в Донбассе представляют научный и практический интерес: как в фундаментальных разработках, так и в решении конкретных экологических проблем [1–2]. Традиционно для научно-исследовательской лаборатории гидробиологии кафедры ботаники экологии биологического факультета [3–6] важно содержать информаци-

онную базу в актуальном состоянии, поскольку все гидросистемы региона уязвимы и находятся в динамическом взаимодействии с резко меняющимися факторами природной и техногенной среды.

Цель работы – используя результаты собственных гидрологических и гидрохимических исследований, рекомендовать полученный фактический материал для внедрения в учебный процесс – ведения дисциплин на кафедре ботаники и экологии биологического факультета ДонНУ.

Имеющиеся данные представляют собой два блока результатов о гидрохимических показателях: 1) прудов г. Донецка, 2) промышленных стоков городов Центрального Донбасса. Исследования реализованы в рамках комплексной темы «Растения в техногенных условиях Донбасса».

В актуальных экспериментах для научной работы и учебного процесса тематические вопросы реализованы следующего содержания: факты угнетающего действия отдельных токсичных соединений на микроводоросли; локальное фитотестирование и фитоиндикация по альгологическому критерию; шкалы информационной устойчивости водорослей; видовой спектр индикаторов из числа фитопланктона; диагностика качества водоемов и возможные рекомендации для контроля их состояния; гидрохимический и альгологический анализы техногенных сточных вод; оценка ингредиентного соответствия уровням ПДК по отдельным показателям; экологический мониторинг, тестирование сточных вод, их качественная и количественная оценка и сравнительный анализ.

Выражаем благодарность сотрудникам аналитических лабораторий Государственного Комитета по экологической политике и природным ресурсам при Главе ДНР за возможность осуществлять научную работу в рамках производственных практик.

Список литературы

1. Закруткин В.Е. Оценка влияния ликвидируемых шахт Восточного Донбасса на гидрохимический состав малых рек бассейна Северского Донца / В.Е.Закруткин, В.М. Иваник, Е.В. Гибков, В.В. Скляр // Известия ВУЗов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. – 2010. – № 3. – С. 84–87.
2. Закруткин В.Е. Сравнительная оценка качества поверхностных и подземных вод Восточного Донбасса по гидрохимическим показателям / В.Е.Закруткин, Е.В. Гибков, Г.Ю. Скляренко, О.С. Решетняк // Известия ВУЗов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. – 2016. – № 2. – С. 91–99.
3. 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.
4. Наумчук А.Э. Гидрохимические исследования сточных вод шахты Моспинская / А.Э.Наумчук, Н.С.Захаренкова, А.И.Сафонов // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: Матер. I Междунар. научн. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – Т. 1. Физ.-мат., техн. науки и экол. – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 318–320.

5. 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.
6. Мирненко Э.И. Гидрохимические особенности и формирование фитопланктона в искусственных водоемах Донбасса / Э.И.Мирненко, В.В.Садловская // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2019. – № 1–2. – С. 13–22.

УДК 528.94: 581.9 (477.60)

АНАЛИЗ БОТАНИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ПО ГЕОЛОКАЦИИ В ПРОМЫШЛЕННОМ ДОНБАССЕ

Гермонова Е.А.¹, канд. техн. наук, доцент,

Сафонов А.И.², канд. биол. наук, доцент

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

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

germonova@mail.ru, andrey_safonov@mail.ru

Картографические методы обработки экологической информации рассматриваются преимущественно как обязательно требуемые при геостратегическом планировании и оценке ситуации на конкретной территории [1, 2]. Причем применение этих методов значительно упрощается за счет встроенного инструментария в геоинформационных системах, например, в ГИС ArcMAP или QGIS.

Для работы с экологической информацией необходимо иметь карты и планы крупных масштабов, причем для решения ряда задач необходимы данные по рельефу местности. В настоящее время имеется возможность применения некоммерческих веб-картографических материалов со свободной лицензией использования, что значительно сокращает затраты на формирование пространственных экологических данных.

Цель работы – представить результаты геоаналитического контроля некоторых ботанико-экологических параметров, используемых при диагностике состояния среды по фитоиндикационным критериям в Донбассе.

Созданная актуальная целевая экологическая сеть мониторингового назначения включает 113 узлов – локалитетов геоботанических пробных площадей (общая площадь ≈ 4629.4 кв. км), которые в совокупности охватывают города Донецк, Макеевку, Горловку, Енакиево, Ясиноватую, Иловыйск, Харцызск, Зугрэд, Шахтерск, их агломерации и сопредельные территории.

В пробном блоке, сформированном в ГИС ArcMap 10.4 на некоммерческих материалах OpenStreetMap [3], World Imagery [4] в системе координат WGS_1984_Web_Mercator_Auxiliary_Sphere (проекция Mercator_Auxiliary_Sphere), представлена ботанико-экологическая пространственная информация по геолокации в промышленном Донбассе

по данным полевых сборов 2017-2019 годов. Для выявления специфики природных условий и для диагностики состояния среды по фитоиндикационным критериям были применены эколого-географический анализ и геоинформационно-картографический метод исследований.

В предыдущих исследованиях были реализованы некоторые программы по дистанционному зондированию геоботанических данных [5], визуализации процессов самозарастания и при рекультивации на техногенно сформированных токсичных ландшафтах [6], комплексной фитодиагностике в Донбассе [7–10].

Так, по показателю бриоразнообразия (видового состава мохообразных) установлено, что среднее количество видов по всей исследуемой территории – 12,6; площадь, с количеством видов бриобионтов менее 5 – 1,3 %, что в большей степени обусловлено либо чрезмерной интенсификацией антропогенного фактора и промышленной токсичностью среды, либо природными участками микролокального засушливого климатообразования; средний допустимый показатель бриоразнообразия (более 13 для изучаемой природно-географической местности) установлен на 54,6 % всей изученной территории, – это, как правило, – участки без существенной трансформации растительного покрова. Визуализация таких данных может быть обоснованием при конструировании новых вариантов локальных экологических сетей (каркасов) по критерию выбранного ботанического таксона.

Пространственному картографическому анализу были подвержены показатели количественного учета пыльцевого материала преимущественного аллергенных видов растений: площадь с индексом более 75 у.е. (считается недопустимой для селитебной зоны) в июле составила 77,3 %, а в августе 2018 г. – 74,0 %. Такой показатель должен быть сопряжен с функциональным зонированием городской среды и востребован для санитарно-гигиенической оценки региона.

Индекс дефектности пыльцы растений-индикаторов широко используется в ботанико-экологическом мониторинге городов Северного Приазовья. По этому критерию площадь с показателем более 10 у.е. (высокая мутагенность среды) в июле составила 57,6 %, а в августе 2018 г. – 50,9 %, что также позволяет проводить оценку состояния среды в динамике меняющихся антропогенных нагрузок.

Самым важным из имеющихся доступных в донецком экономическом регионе скрининговых параметров для фитодиагностики среды является процент регистрируемых тератообразований у растений-индикаторов. По комплексному показателю суммационной тератогенности установлено, что среднее значение (для всех пробных участков) в 2017 г. равно 21,7, в 2018 г. – 20,5, уровень учета тератных проявлений, превышающий порог в 30 регистрируемых единиц в 2017 г. соответствует 18,0 %, в 2018 г. – 16,7 % всей исследуемой территории. Значения указанных критериев в 2019 г. находятся в состоянии обработки.

Таким образом, применяя инструментарий ГИС для анализа собранной ботанико-экологической информации, можно делать выводы о состоянии среды, которая по первичным данным ботанических сборов не является локально-наглядной и доказательной для государственных экологических служб и тактики хозяйственного менеджмента региона в целом.

Список литературы

1. Бешенцев А.Н. Научные основы информационной концепции картографического метода исследования / А.Н. Бешенцев // Вестник СГУГиТ. – Том 23, № 1. – 2018. – С. 85–110.
2. Гайворонский В.Г. Геоинформационная система представления экологической информации для портала «Открытые данные» / В.Г. Гайворонский, А.А. Романов, В.С. Кресин, В.В. Брук // Проблемы охраны окружающей природной среды и экологической безопасности. – 2016. – Вып. 38. – С. 143–151.
3. <http://www.OpenStreetMap.org>
4. <http://services.arcgis.com/arcgis/services>
5. Колесников С.В. Визначення стадій демуґаційної сукцесії степової рослинності з використанням даних дистанційного зондування / С.В. Колесников, А.І. Сафонов // Екосистеми, їх оптимізація і охорона. – 2013. – № 9 (28). – С. 86–95.
6. Калинина А.В. Геостратегическая визуализация фитоценозов породных отвалов угольных шахт г. Макеевки в условиях самозарастания и рекультивации / А.В. Калинина, Е.А. Гермонова // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2018. – № 3–4. – С. 28–34.
7. Сафонов А.И. Экспертиза промышленных предприятий Донбасса по состоянию фитокомпонентов / А.И. Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2019. – № 1–2. – С. 35–43.
8. Сафонов А.И. Чек-лист индикаторных признаков сорно-рудеральной фракции урбанofлоры г. Донецка (1998–2018 гг.) / А.И. Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2018. – № 3–4. – С. 67–72.
9. 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.
10. Сафонов А.И. Инвентаризация промышленных объектов Донбасса по фитоиндикационным критериям / А.И. Сафонов // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2019. – № 1. – С. 121–128.

УДК 581.4: 630.11 (477.60)

БОТАНИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ *PINACEAE* SPRENG. УЛИЦ г. МАКЕЕВКИ

Городина И.С.

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

Для города с интенсивной промышленной инфраструктурной мероприятия по оптимизации среды являются чрезвычайно важными [1–3]. Создаваемые дендроценозы выполняют не только эстетическую и

оптимизационно-санитарную функции [2], но и могут рассматриваться как информативные биоиндикаторы состояния среды в экологически неоднородных зонах [1, 4–7]. Научные работы в таком направлении реализуются как правило на локальных территориях и конкретных таксонах [8–10].

Цель работы – на основании ботанико-экологического анализа определить специфику реализации потенциальной экологической ниши видов родов *Pinus* L. и *Picea* Dierl. в промышленных городах, выявить их возможную фитоиндикационную роль по комплексу признаков структурной трансформации листового аппарата.

Были реализованы практические мероприятия по установлению критических параметров существования видов родов сосна и ель в г. Маекеевке. Накопленный научный опыт установления диапазонов существования видов, достаточность выборки и наличие экстремальных пограничных условий реализации потенциала видов позволяют апробировать методики аутфитоиндикационной оценки состояния среды на заложенных мониторинговых точках, где сформированы искусственные насаждения ели колючей и сосны обыкновенной.

Эксперимент осуществлен на уровне габитуальных описаний особей, особенностей анатомического строения хвоинок изучаемых видов, морфологического разнообразия, определения степени жизненности по годовому приросту. Данные по показателям количества смоляных ходов и размерам клеток эпидермиса в листовом аппарате хвойных указывают на общую тенденцию к ксерофитизации видов в градиенте токсической нагрузки. Размеры клеток складчатой паренхимы у ели колючей определены как достоверный фитоиндикационный признак степени комплексной антропогенной нагрузки на среду.

Значение F-функции, предложенной использовать в индикационных целях позволило получить следующие количественные показатели:

– для сосны обыкновенной: а – длина – 171,52; б – количество рядов устьиц на выпуклой стороне хвоинки – 74,65; в – количество смоляных каналов на поперечном срезе хвоинки – 52,85; г – расстояние от проводящих пучков до центрального цилиндра – 44,36; д – толщина эпидермиса на уплощенной стороне хвоинки – 41,78;

– для ели колючей: а – длина – 152,32; б – количество рядов устьиц на выпуклой стороне хвоинки – 66,85; в – количество смоляных каналов на поперечном срезе хвоинки – 42,30; г – расстояние от проводящих пучков до центрального цилиндра – 41,91; д – толщина эпидермиса на уплощенной стороне хвоинки – 22,86.

Согласно установленным критериям, по функциональной разнице только лишь последний признак не дает достаточной дискретной дифференцированности, чтобы можно было бы говорить о достоверной экотопической разнице между экземплярами исследуемых объектов. Для

установления зависимости между изменением показателей анатомо-морфологических признаков и экологических условий существования видов, провели оценки этих условий, которые и отражаются в современном понимании экологических ниш.

Полученные данные о реализации потенциальной экологической ниши видов были сгруппированы в специфический ряд сопряжений и установлено, что виды существуют в крайне неблагоприятных для полноценного развития условиях – пограничных состояниях стресс-устойчивых стратегов выживания.

Проведенные сопоставления позволяют констатировать, что при стабилизации термо-гидродинамического режимов, состояние хвойных в сложившихся условиях можно корректировать. Использование ели колючей и сосны обыкновенной как информативных индикаторов состояния промышленной среды позволит интенсифицировать хозяйственную деятельность в созданных насаждениях и оптимизировать многие дендроинтродукционные мероприятия в регионе, что рассмотрено при реализации прогнозных сценариев лесопарковой зоны на исследуемых территориях.

Список литературы

1. 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.
2. Майданченко В.О. Состояние некоторых хвойных в условиях промышленных городов / В.О. Майданченко, А.И. Сафонов // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: Матер. I Междунар. научн. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – Т. 2. Хим. и биол. науки. – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 125–126.
3. 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.
4. Сафонов А.И. Экспертиза промышленных предприятий Донбасса по состоянию фитокомпонентов / А.И.Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2019. – № 1-2. – С. 35–43.
5. Bepalova S.V. Conceptual approaches to standardization in system of environmental biomonitoring / S.V. Bepalova, O.S. Goretsky, A.Z. Zlotin, et al. // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2013. – № 1. – С. 8–15.
6. Сафонов А.И. Технология биоиндикации в Донецком экономическом регионе / А.И. Сафонов // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: Матер. I Междунар. научн. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – Т. 1. Физ.-мат., техн. науки и экол. – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 285–286.
7. Сафонов А.И. Инвентаризация промышленных объектов Донбасса по фитоиндикационным критериям / А.И. Сафонов // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2019. – № 1. – С.121–128.
8. 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.

9. Шве́ц Я.И. Генеративная диссимметричность *Betula pendula* Roth. в антропогенно измененной среде / Я.И.Швец, А.И.Сафонов // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: Матер. I Междунар. научн. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – Т. 1. Физ.-мат., техн. науки и экол. – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 325–327.
10. Дерновая А.Р. Таксономия рода *Acer* L. в насаждениях г. Донецка / А.Р.Дерновая, А.И.Сафонов // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: Матер. I Междунар. научн. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – Т.2. Хим. и биол. науки. – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 115.

УДК 615.322

ФИТОХИМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ЛИСТЬЕВ, ПЛОДОВ И ВЕТВЕЙ *MACLURA POMIFERA* L.

**Горшкова О.О., Таран В.А., Виноградова Н.А.,
Попович В.П.,** канд. фарм. наук

ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького»,
г. Донецк, ДНР
Arina0@meta.ua

Проблема изучения новых видов растений, обладающих ценным набором полезных свойств и адаптированных к местным условиям актуальной является. Одним из таких растений является маклюра оранжевая. Она не входит в Государственную Фармакопею РФ, но издавна применяется в народной медицине как противоопухолевое и цитостатическое средство, а также для устранения болезненности суставов и мышц, лечения заболеваний носоглотки [2].

Маклюра яблоконосная (*Maclura pomifera* L.) – это листопадное дерево, которое произрастает в Крыму, на Черноморском побережье, иногда встречается в Воронеже и на Кавказе [6]. В доступных источниках мало информации о химическом составе *M. pomifera*, что делает невозможным применения данного растения в официальной медицине [3–5]. Необходимо провести полное изучение его качественного и количественного состава. Именно это и стало целью данного исследования: фитохимическое изучение маклюры оранжевой и оценка перспективности ее использования в фармации.

Объектом исследования были плоды, ветви и листья *M. pomifera*, заготовленные в 2018 году в Донецком ботаническом саду. Сырье сушили в закрытом помещении при комнатной температуре в течение месяца. Анализ содержания биологически активных веществ проводили при помощи фармакопейных методов [1]. Исследования проводили на воздушно-сухом сырье с учетом влажности.

В результате качественного исследования плодов, листьев и ветвей маклюры яблоконосной были выявлены аскорбиновая кислота, свободные

органические кислоты, стероидные сапонины, гидролизуемые дубильные вещества. Также во всем исследуемом сырье маклюры выявлены флавоны, в плодах и листьях также обнаружены флавоноиды с двумя гидроксильными группами у С-3 и С-5 атомов углерода, в листьях – флавонолы, в плодах – антоцианидины и тригидроксипроизводные.

Экспериментально было определено, что содержание аскорбиновой кислоты увеличивается в ряду: плоды < листья < ветви *M. pomifera*. В плодах содержится 0,15 % данного метаболита, в листьях – 0,82%, в ветвях – 0,86 %. Содержание аскорбиновой кислоты в ветвях *M. pomifera* в 4 раза больше, чем в плодах шиповника (фармакопейное растение), по данным Государственной Фармакопеи в шиповнике витамина С должно быть не менее 0,2 %. Исходя из полученных данных можно предположить, что сырье маклюры обладает антиоксидантным и ранозаживляющим действием.

В результате количественного определения установили, что содержание свободных органических кислот увеличивается в ряду: плоды < ветви < листья *M. pomifera*. Содержание свободных органических кислот в листьях в 7,5 раз больше, в сравнении с плодами шиповника, по данным Государственной Фармакопеи в шиповнике их должно быть не менее 2,6 %. Следовательно, плоды маклюры улучшают работу желудочно-кишечного тракта и пищеварительной системы в целом.

Полученные результаты доказывают ценность *M. pomifera* в медицинской практике. Необходимо дальнейшее изучение маклюры яблонконосной, основной целью которого может быть создание лекарственных средств на основе биологически активных веществ этого вида.

Список литературы

1. Государственная Фармакопея Российской Федерации XIII, том II. Общие методы анализа. – М.: ФЭМБ, 2015. – 1292 с.
2. Кароматов И.Д. Перспективное лекарственное растение маклюра / И.Д. Кароматов, М.А.Садырова, М.К.Амонов // Биология и интегративная медицина. – 2017. – № 4. – С. 178–186.
3. Коротков В.А. Фитохимическое исследование плодов и экстрактов маклюры / В.А.Коротков, А.С.Кухтенко, С.К.Ордабаева // Химия растительного сырья. – 2014. – № 4. – С. 209–214.
4. Коротков В.А. Анализ элементного состава плодов и экстрактов маклюры оранжевой / В.А.Коротков, А.С.Кухтенко, С.К.Ордабаева // Вестник Казахского Национального медицинского университета. – 2013. – №5. – С. 51–53.
5. Кудайбергенова С.М. Флавоноиды маклюры оранжевой / С.М.Кудайбергенова // Наука и новые технологии. – 2008. – №1-2. – С. 37–39.
6. Шлапак В.П. Маклюра плодоносная (*Maclura pomifera* (Rafin) Schneid): интродукция, биология, экология и хозяйственное использование / В.П.Шлапак, В.А. Витенко // Научные труды академии наук. – 2010. – №8. – С. 53–58.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ ЛЕНИНСКОГО РАЙОНА г. ДОНЕЦКА

Гридько О.А., канд. биол. наук, доцент

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

grydko@mail.ru

Зеленые насаждения общего пользования выполняют целый ряд функций: формируют архитектурно-художественный облик города, обеспечивают рекреационные потребности населения, защищают от шума, выхлопных газов, пыли, регулируют температурно-влажностный, радиационный и ветровой режимы.

Создание устойчивых зеленых насаждений в городах промышленного Донбасса относится к исключительно важным и актуальным задачам, влияющим на качество жизни и здоровье населения. Напряженная экологическая ситуация в регионе способствует ослаблению и преждевременному старению древесных растений, снижению декоративности, поражению их болезнями и вредителями. В настоящее время вопросы озеленения, оценки и контроля состояния насаждений нуждаются в поиске новых современных подходов на соответствующем научном и практическом уровне.

Цель работы – анализ таксономического разнообразия зеленых насаждений г. Донецка и оценка их экологического состояния в условиях воздействия антропогенных факторов среды. Работа выполнена в рамках научно-исследовательской работы кафедры ботаники и экологии [3, 4].

Инвентаризацию зеленых насаждений проводили на территории парка кондитерской фабрики ДП «ТОР», расположенный в Ленинском районе г. Донецка. Парк характеризуется сложностью рельефа, чередованием низинных и возвышенных участков и склонов различной крутизны. Структура парка неоднородна: на его территории имеются как открытые пространства, так одно- и многоярусные насаждения. Парк оформлен в природном стиле и отличается отсутствием регулярных планировочных приемов, симметрии, стриженных кустарников и бордюров, традиционных цветников.

Дендрофлора парка образована 32 видами и 37 сортами, относящиеся к 39 родам и 22 семействам. Отдел Pinophyta представлен 3 семействами, 7 родами, 8 видами и 12 сортами, отдел Magnoliophyta – 19 семействами, 32 родами, 24 видами и 25 сортами.

Систематический анализ выявил, что основу парка составляют представители отдела Magnoliophyta – 67,6 %. Такое соотношение, в целом, характерно для урбанизированных территорий. Обращает внимание

разнообразие и ассортимент растений отдела Pinophyta, представленный главным образом интродуцентами из 7 родов, относящиеся к 3 семействам.

Богатое видовое и формовое разнообразие древесно-кустарниковых растений отмечено у семейства Rosaceae – 9 видов и 8 сортов (23,9 % от общего видового состава) и Cupressaceae – 4 вида и 9 форм (18,3 %). Эти два семейства занимают лидирующие позиции, что объясняется исторически сложившейся интродукцией. Семейство Berberidaceae представлено 1 видом и 4 сортами, Oleaceae – 2 видами и 2 сортами, Aceraceae – 1 видом 3 сортами, Betulaceae – 2 видами и 1 сортом. Хвойные породы семейства Pinaceae представлены 3 видами и 2 сортами.

Спектр экоморф древесно-кустарниковых растений обследованного парка сформирован тремя типами. Преобладающими жизненными формами являются кустарники, которые составляют 58,3 % от общего числа зарегистрированных видов. На втором месте – древесные растения (41,7 %), а наиболее бедно в составе экоморф древесно-кустарниковых насаждений представлена группа лиан – всего 2,8%: *Campsis radicans* (L.) Seem. и *Parthenocis sustricuspidata* (Siebold & Zucc.) Planch. 'Veitchii'.

Анализ обследованной территории показал, что в данном парке удачно используются такие приёмы размещения деревьев и кустарников, как рядовые посадки, роща, живая изгородь, пейзажные группы, солитеры, боскеты [1]. Подбор видов растений осуществлен с учетом биоэкологических потребностей, что обеспечивает создание экологически устойчивых насаждений.

Анализ видового состава указывает на высокую эстетическую ценность обследованного участка. Поскольку, в настоящее время некоторые функции парковых насаждений, такие как просветительская, воспитательная и оздоровительная, теряют свое значение, следовательно, обследованный участок рекомендовано использовать как зону для проведения экологических и ботанических экскурсий, разработки экологических троп в туристической сфере и образовательной деятельности.

Для оценки эстетической привлекательности данного объекта нами использована шкала оценки пейзажно-эстетической ценности ландшафта Л.Н. Вдовюк и А.А. Мотошииной [2]. Используя шкалу ранжирования [2], обследованный участок относится к высокоценным пейзажам.

В результате санитарно-гигиенической оценки участка, которая определяет пригодность территории для пребывания человека, обследованный объект находится в сравнительно хорошем санитарном состоянии и относится ко II классу.

С целью санитарно-гигиенической оценки насаждений учитывали санитарное состояние растений, качество ствола и кроны, изменение окраски листовых пластинок, наличие и тип некрозов, наличие дефолиации, суховершинность, признаки отмирания ветвей по периферии кроны, морозобойные трещины, подопревшая кора, наличие плодовых тел грибов

на стволе, явные признаки повреждения энтомологическими вредителями [2]. Так, отмечен хлороз на *Rosa rugosa* Thunb. и *Sambucus racemosa* L.; морозобойные трещины на стволах *Tilia x europaea* L., отмирание ветвей на единичном экземпляре *Quercus rubra* L. Обследованный ассортимент по шкале Б.Г. Нестерова нами отнесен к I–II классу санитарно-гигиенической оценки или жизненной устойчивости деревьев.

Жизнеспособность кустарников по шкале Л.С. Савельевой [2] оценена в 7–8 баллов, что соответствует наличию преимущественно здоровых, не поврежденных растений, и единичных экземпляров с ослабленным ростом в высоту и усыханием отдельных мелких ветвей. Исключение составляет *Buxus sempervirens* L., жизнеспособность которого оценена в 4 балла, что указывает на приближение кустарника к своему критическому состоянию в условиях региона. В связи с этим требуются мероприятия по замещению данного вида. Жизнеспособность деревьев оценена в 6–8 баллов, что соответствует наличию преимущественно здоровых, не поврежденных растений, и единичных экземпляров с начальной стадией усыхания верхушечного прироста одно- и двухлетних боковых ветвей, появлению лишайников у основания ствола (например, *Acer platanoides* L. 'Globosum').

По результатам полученных данных установлено, что обследованный объект находится в хорошем состоянии. Его экологические, санитарно-гигиенические и функциональные параметры соответствуют нормам. Характеризуя и оценивая зеленые насаждения парка стоит отметить их устойчивость к антропогенной нагрузке, гармоничному сочетанию и размещению в планировке города.

Список литературы

1. Глухов А.З. Декоративная дендрология: учеб. пособие / А.З. Глухов, О.А. Гридько, Л.В. Хархота; ГОУ ВПО «Донецкий нац. ун-т»; ГУ «Донецкий ботан. сад». – Донецк: ДонНУ, 2016. – 88 с.
2. Глухов А.З. Экологические и ботанические методики исследования растений: справочное пособие / А.З. Глухов, О.А. Гридько, Л.В. Хархота. – Донецк: ДонНУ, 2019. – 189 с.
3. 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.
4. 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, О.А. Гридько // Проблемы и перспективы развития современной ландшафтной архитектуры: матер. Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Симферополь: Изд-во КФУ, 2017. – С. 73–75.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНЫХ ЗНАНИЙ ПО БОТАНИКЕ У ШКОЛЬНИКОВ РАЗНЫХ КЛАССОВ

Демьяненко Т.В., канд. биол. наук, доцент, *Чумакова И.В.*

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

tatyana.demyanenko.2014@mail.ru

В школьной программе ботанику изучают еще в 6 классе и все приобретенные знания школьники сохраняют до периода окончания школы. В нашей работе определяли уровень остаточных знаний по ботанике у школьников более старших классов на примере суккулентных растений. Суккуленты выбрали в связи с тем, что именно среди детей школьного возраста популярно увлечение различными видами суккулентов. Последние, благодаря оригинальному внешнему виду и неприхотливости давно стали излюбленным объектом разведения и коллекционирования. А ученые, изучающие морфологию и физиологию растений, находят в них неисчерпаемый источник знаний о возможностях живой природы к адаптациям в самых, казалось бы, неподходящих условиях существования [1–2].

Одним из наиболее простых выявлений уровня знаний о суккулентных растениях является тестирование, которое позволяет оценить не только знания учащихся, но и проверить значительный объем знаний, а также учитывает их индивидуальные особенности. Применение тестов формирует у учащихся дисциплинированность и самостоятельность.

С целью проверки имеющегося уровня знаний о суккулентах у учащихся 5, 7, 8 и 11 классов МОУ «Специализированная школа с углубленным изучением иностранных языков № 68 г. Донецка» проводили тестирование. Были разработаны 10 тестовых заданий с учетом школьной программы по изучению приспособления растений к различным условиям обитания, в нашем случае к засушливым местопроизрастаниям.

В результате установили, что все учащиеся 7 класса имеют представление о том, какие растения называют суккулентами, большая часть учащихся (88 %) знают условия необходимые для хорошего их роста и развития. Около 79 % учащихся назвали виды растений, относящиеся к листовым суккулентам и только около 37 % ответили, какую функцию выполняют устьица у суккулентных растений. При этом никто не знает, какие приспособления имеют суккулентные растения для защиты от животных, не знают, какая ткань занимает наибольшее место в строении листа и также не знают, к какой группе относятся суккуленты. Около 74 % опрошенных знают, чем покрыт лист суккулентных растений, около 53 % назвали основные механизмы, регулирующие экономию влаги и только 42,1 % знают какие растения относятся к суккулентам.

Почти половина тестированных учащихся 8 класса имеют представления о том, какие растения называют суккулентами. Чуть больше половины (55,5 %) назвали растения, которые относятся к суккулентам и знают, чем покрыт лист суккулентных растений. Чуть меньше половины 44,5 % знают, какую функцию выполняют устьица у суккулентов и приспособления для защиты от животных, при этом большая часть учащихся (83,4 %) не знают какая ткань занимает наибольшее место в строении листа суккулентных растений, около 78 % не знают основные механизмы, регулирующие экономию влаги у суккулентов и не знают условия для хорошего роста и развития (66,4 %).

Все учащиеся 11 класса имеют представление о том, какие растения называют суккулентами, половина класса учащихся знают условия необходимые для хорошего роста и развития суккулентов. Большая часть класса около (84 %) знают, основные механизмы, регулирующие экономию влаги и только около 67 % учащихся ответил к какой группе и какие растения относятся к суккулентам и только 58,4 % учащихся ответили, чем покрыт лист суккулентных растений. При этом большая часть класса (75 %) не знает, какую функцию выполняют устьица у суккулентов и не знает приспособления для защиты от животных (66,6 %) и лишь только 41,6 % ответили, какая ткань занимает наибольшее место в анатомическом строении листа суккулентных растений.

Таким образом, установлено, что учащиеся 7 класса имеют общие представления о суккулентах, большая часть знают основные условия для их хорошего роста и развития, виды растений, относящихся к листовым суккулентам и чем покрыт лист суккулентных растений. Учащиеся 8 класса очень мало знают о суккулентных растениях: большая часть знает лишь только растения, относящиеся к суккулентам и чем покрыт их лист. Учащиеся 11 класса в основном имеют общее представление о суккулентах, большая часть знают, какие растения относятся к суккулентам и необходимые механизмы, регулирующие экономию влаги. Учащихся всех классов не владеют знаниями о приспособлениях суккулентных растений для защиты от животных и о ткани, которая занимает большую часть в строении листа.

Работа является частью комплексных разработок кафедры ботаники и экологии Донецкого национального университета [3], включающих методические подходы и педагогические эксперименты при профильном ботанико-экологическом образовании в регионе [4–7].

Список литературы

1. Жукова И.Н. Самые неприхотливые комнатные растения. Домашняя энциклопедия / И.Н. Жукова. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 288 с.
2. Маккалистер Р. Все о суккулентах / Р. Маккалистер. – СПб: Кристалл, 2007. – 208 с.
3. 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.

4. 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.
5. 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.
6. 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, О.А.Гридько // Проблемы и перспективы развития современной ландшафтной архитектуры: Матер. Всероссийской научно-практической конф. с международным участием – Симферополь: Изд-во КФУ, 2017. – С.73–75.
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.

УДК 58.009 : 582.9.

ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА *PENSTEMMON SCHMIDEL.*, ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДЛЯ ЗЕЛЕНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В ДОНБАССЕ

Дикая А.А., Демьяненко Т.В., канд. биол. наук, доцент
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
asterisk_19@list.ru

Семейство Scrophulariaceae объединяет около 200 родов и 3000 видов, широко распространенных по всему земному шару, преимущественно в умеренных широтах обоих полушарий. Большинство видов произрастают в горных районах умеренно тёплых и субтропических областей земного шара. Представители семейства отличаются большим разнообразием жизненных форм. Это однолетние или многолетние травянистые растения, иногда сапрофитные, иногда паразиты или полупаразиты, изредка деревья или кустарники. Листья очередные, супротивные или реже мутовчатые, в верхней части стебля обычно всегда очередные. Листья простые, чаще цельные, но нередко лопастные или рассеченные, цельнокрайние или зубчатые, без прилистников [1–3].

Большое внимание уделяется введению в культуру декоративных видов природной флоры, которые отличаются неприхотливостью в культуре, устойчивостью к болезням и вредителям, оригинальностью, становятся основой для выведения новых сортов. Поэтому данная работа является актуальной как для промышленно развитой территории Донбасса [4, 5], так и в научно-образовательных технологиях на кафедре ботаники и экологии ДонНУ совместно с Донецким ботаническим садом [6].

Виды рода *Penstemon* естественно распространены по всей Северной Америке: от открытой пустыни до влажных лесов, однако не являются широко распространенными в пределах ареала.

Penstemon ovatus Douglas ex Hook. – пенстемон овальный. Растет на низких и средних высотах в тенистых местах на мшистых скалах и обнажениях. Характерна низкая потребность в воде и избегание заболоченных или слишком плодородных почв [1].

Penstemon hirsutus (L.) Willd. – пенстемон жестковолосистый. Многолетнее травянистое растение, произрастает на востоке Северной Америки. Растет в сухих лесах, зарослях. Зрелые растения хорошо переносят засуху из-за хорошо развитого корня, хотя они также могут переносить переувлажнение почвы. Это растение хорошо растет в скалистой или песчаной почве.

Penstemon serrulatus Menz. Ex Sm. – пенстемон пильчатый. Естественно произрастает на Тихоокеанском побережье северо-западе Северной Америки, от штата Орегон до Аляски [2].

Penstemon grandiflorus Nutt. – пенстемон крупноцветковый. Естественно произрастает в следующих штатах Северной Америки: Montana (Phillips), Wyoming (Sheridan, Crook, Weston), Colorado (Yuma), и др. Является луговым видом. Несмотря на естественное произрастание в штате Миссури, этот вид известен только тем, что встречается в травянистых, открытых лесных местах возвышенности в северо-западной части штата. Лучше всего растёт в песчаных, сухих и средних, хорошо дренированных почвах на полном солнце.

Penstemon strictiformis Rydb – пенстемон прямовидный. Естественно произрастает в Северной Америке. В последние время в местах естественного местопроизрастания не встречается [2].

Penstemon pinifolius Green – пенстемон сосноволистный. На залитых солнцем равнинах Аризоны и Нью-Мексико можно увидеть небольшие пламенеющие холмики. Пенстемон сосноволистный, прекрасно приспособился к засушливому климату и скудости глинистых почв юго-западных регионов Северной Америки.

Penstemon barbatus (Cav.) Roth – пенстемон бородатый. В естественных условиях произрастает на севере Мексики, Канады, Гватемалы и Северной Америки в сухой горной зоне.

Penstemon hartwegii Benth. – пенстемон Хартвега. Малораспространенный в цветочном оформлении России «однолетник». Это растение очень популярно за рубежом как долгоцветущая и высокодекоративная культура. Основная селекционная работа с этой культурой проводится в Америке, Англии и других европейских странах. Российских сортов и гибридов на семеноводческом рынке пока не много

Penstemon digitalis Nutt. ex Sims – пенстемон наперстянковый. Произрастает на хорошо дренированной, средней влажности почве с

полным освещением. Допускаются почти любые почвы, включая сухие. *P. digitalis* образует колонии, средой обитания является штат Миссури, встречается в прериях, на полях, лесных окраинах, на опушках лесов и вдоль железнодорожных путей.

Вышеописанные виды являются наиболее перспективными из всего разнообразия рода *Penstemon* Schmidel. и на сегодня уже проходят интродукционное испытание в Донецком ботаническом саду.

Список литературы

1. The Comparative Biology of the Two Closely-related Species *Penstemon tenuiflorus* Pennell and *P. hirsutus* (L.) Willd. (Scrophulariaceae, Section Graciles) : I. Taxonomy and Geographical Distribution / R. K. Clements // *Castanea*. – 1998. – 63(2). – P.138–153.
2. Phylogeny, taxonomic affinities, and biogeography of *Penstemon* (Plantaginaceae) based on ITS and cpDNA sequence data / A. D. Wolfe // *Amer. J. Bot.* – 2006. – Vol. 93(11). – P. 1699–1713.
3. Зорина М.С. Определение семенной продуктивности качества семян интродуцентов / М.С.Зорина, С.П.Кабанов // Методики интродукционных исследований в Казахстане. – Алма-Ата: Наука, 1987. – С.75–85.
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. Сафонов А.И. Индикационная ботаническая экспертиза – основа экологического мониторинга в промышленном регионе / А.И. Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – Донецк: ДонНУ. – 2006. – № 6. – С.19–31.
6. 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, О.А. Гридько // Проблемы и перспективы развития современной ландшафтной архитектуры: Матер. Всероссийской научно-практич. конф. с международным участием – Симферополь: Изд-во КФУ, 2017. – С. 73–75.

УДК: 502.55:504.064.36

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОБУСЛОВЛЕННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДСКОГО ОКРУГА г. ВОРОНЕЖА

Епринцев С.А., канд. геогр. наук, доцент,
Шекоян С.В., канд. техн. наук, **Тимошенко Д.С.**, канд. эконом. наук
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», г. Воронеж, РФ
esa81@mail.ru

Индустриализация и урбанизация помимо положительных эффектов влекут в различных регионах России рост экологически обусловленных заболеваний, которые проявляются у населения разных возрастов при воздействии неблагоприятных антропогенных условий [1–3].

На современном этапе развития общества экологически обусловленные заболевания с каждым годом всё чаще встречаются у населения крупных урбанизированных территорий. Их представляется возможным выделить среди множества иных патологических проявлений, причиной которых могут служить факторы окружающей среды. Многократные исследования российских и зарубежных учёных [2, 4–6] показывают прямые причинно-следственные связи влияния антропогенного загрязнения на формирование здоровья населения по ряду классов заболеваний. Так, на территории индустриально-развитых городов общая заболеваемость населения (без дифференциации по возрасту) в 1,5-5 раз выше, чем в городах, слабо затронутых индустриально-хозяйственной деятельностью.

Промышленно-антропогенное загрязнение атмосферного воздуха, а также питьевой воды, наличие ксенобиотиков в пищевых продуктах влекут рост экологически-обусловленных заболеваний по таким группам как эндокринная система и обмен веществ, органы дыхания и пищеварения, иммунитет. На территориях, подверженных подобным антропогенным воздействиям часто встречаются бронхиальная астма, аллергический ринит, холецистит, желчнокаменная болезнь, холангит, камни в почках и мочеточниках, раковые заболевания, врожденные аномалии и некоторые другие. Следует учесть, что негативное воздействие оказывают не только индивидуальные антропогенные поллютанты, но и их различные сочетания с проявлением синергизма или антагонизма [1, 2, 4, 5].

В городах с высоким промышленным потенциалом ведущим экологическим фактором, воздействующим на здоровье населения является загрязнение воздушного бассейна, определяющего экологические различия городской среды обитания [1–5].

Проведённые нами исследования многолетних данных заболеваемости населения различных возрастов на территории городского округа города Воронежа демонстрируют достоверные различия в уровнях заболеваемости детей, проживающих в разных районах города. С высокой долей репрезентативности представляется возможным отметить различие показателей заболеваемости по болезням нервной, эндокринной систем, кожи и подкожной клетчатки, врожденным порокам развития. Данный факт свидетельствует о значительном вкладе в их проявление высокого уровня воздействия антропогенных факторов.

Исследование динамики изменения показателей формирования очагов болезней детей в районах, где зафиксированы высокие уровни загрязнения атмосферного воздуха, позволило установить высокий уровень заболеваний органов дыхания. Похожая ситуация складывается по болезням крови и кроветворных органов.

Следует учесть, что в районах с низким и допустимым уровнем загрязнения атмосферного воздуха в некоторые годы заболеваемость детей пневмонией (1,2 на 1000 детей в 2002 г.), атопическим дерматитом (5,58 на

1000 детей в 2003 г.), аллергическим ринитом (2,39-3,29 на 1000 детей в 2004-2007 гг.) также превышают показатели верхней доверительной границы. Данный факт вызывает беспокойство.

Корреляционный анализ, проведённый между значениями содержания в атмосферном воздухе антропогенных поллютантов и заболеваемостью населения города Воронежа по классам болезней, причиной которых может служить экологическая обусловленность, позволил установить ряд достоверных зависимостей.

Анализ парной корреляции между показателями заболеваемости детей, проживающих на территории городского округа города Воронежа с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха, и среднегодовыми концентрациями загрязняющих веществ показал достоверные положительные связи между показателями суммарного загрязнения атмосферного воздуха (ИЗА) и заболеваемостью детей болезнями органов дыхания ($r=0,43$), в том числе астмой, астматическим статусом ($r=0,64$), болезнями крови ($r=0,58$), врожденными аномалиями ($r=0,53$), а также между диоксидом серы и аллергическим ринитом ($r=0,62$), фенолом и хроническими болезнями верхних дыхательных путей ($r=0,57$), формальдегидом и врожденными аномалиями.

Аналогичный анализ, проведённый между загрязнённостью атмосферного воздуха и заболеваемостью взрослого населения показал существенно меньшее количество достоверных корреляционных связей. Данный факт представляется возможным объяснить тем, что дети более «привязаны» к месту постоянного проживания, что обусловлено отсутствием внутригородской миграции данной группы населения.

Кроме того, существенный удельный вклад в формирование заболеваемости взрослого населения вносят производственные факторы и образ жизни (занятия спортом, наличие или отсутствие вредных привычек, качество питания и т.д.).

Исследования проведены при поддержке гранта РФФИ (проект №19-05-00660 А).

Список литературы

1. 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.
2. Епринцев С.А. Экологическая безопасность населения урбанизированных территорий (на примере населенных пунктов Воронежской области) / С.А. Епринцев, С.А. Куролап, О.И. Дубровин, И.В. Дубровина, И.В. Минников // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2013. – Т. 18, № 5-3. – С. 2902–2904.
3. Епринцев С.А. Экологическая комфортность урбанизированной территории Адлерского района города Сочи в условиях интенсивного антропогенного прессинга / С.А. Епринцев, О.Е. Архипова // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2012. – № 2. – С. 100–104.

4. Куролап С.А. Экологическая экспертиза и оценка риска здоровью / С.А. Куролап, О.В. Клепиков, С.А. Епринцев. – Воронеж: Издательство: «Научная книга», 2012. – 108 с.
5. 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. Сер. «All-Russian Research-to-Practice Conference «Ecology and Safety in the Technosphere». – 2018. – С. 12–34.
6. Тимошенко Д.С. Основные проблемы брендинга Воронежской области как туристской дестинации / Д.С. Тимошенко // Цивилизация знаний: проблемы человека в науке XXI века. – Тр. XII Междунар. конф. (22-23 апреля 2011 г.). – С. 476–479.

УДК 581.4 : 581.15 (477)

ГАБИТУС И ФЕНОТИПИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ *PLANTAGO MAJOR* L. В г. ШАХТЕРСКЕ

Жукова А.А.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
anytka2900@gmail.com

Условия произрастания вида растения даже с широкой экологической амплитудой (на примере *Plantago major* L.) формируют структурно-функциональную неоднородность, которая рассматривается как индикационный признак [1, 2], важный для диагностики состояния городской среды [3, 4] в целях дальнейшего изучения семенного банка данных [5], проведения экспериментов на конкретных модельных видах [6–8], что существенным образом пополняет базу для реализации экспертных программ ботанико-мониторингового содержания [9].

Цель работы – рассмотреть диапазоны фенотипической разницы *Plantago major* L. как индикатора состояния растительного покрова и экотопов в целом для различных территорий г. Шахтерска.

Одиночные растения отличаются кустистостью (по визуальной форме), высотой самого растения и качеством листовой пластинки. Установили, что в чистых местах произрастания (с предположительно минимальным химическим загрязнением) *Plantago major* L. достигает 30,5 см, у всех растений есть соцветия, листья не повреждены, в хорошем состоянии. Растение собрано в г. Шахтёрске, ул. Тургенева, на дачном участке, который не подвергается техногенной нагрузке, не имеет токсического загрязнения почвы. Данный экземпляр имеет не повреждённый лист яйцевидной формы, типичную мочковатую корневую систему. Высота *Plantago major* L. – до 30 см. Исследуемый экземпляр имеет два дугообразных цветоноса, редко опушённые, прерывисто, по центральным жилкам. Экземпляры *Plantago major* на территории со средней антропогенной нагрузкой отличаются меньшими размерами – 21 см,

большой кустистостью (плотным листорасположением в розетке), а также повреждённой листовой пластинкой, что в большей степени обусловлено механическими воздействиями на растительный организм. Исследуемый экземпляр был собран на территории г. Шахтёрска, микрорайон 7. Место сбора редко подвергается антропогенной нагрузке по ее токсической составляющей. Листья яйцевидные, не менее 10 шт., на них заметны желтоватые пятна и повреждения (некротического характера, хлорозы). Имеет типичную мочковатую корневую систему. Длина растения – до 15 см. Имеет три цветоноса, трансформированных по оси соцветия. Уровень пластичности каждого отдельного признака обусловлен видовыми особенностями растения, что можно трактовать в реализуемой серии экспериментов как видоспецифичность пластичности у растений. Наиболее отзывчивыми на изменение условий местообитания считаются такие параметры, как длина и ширина листовой пластинки. В местах с высокой антропогенной нагрузкой и сопутствующим химическим загрязнением почв растения маленьких размеров (гипогинезия – формы карликовости или недоразвития), у большинства нет соцветий, а также сильно повреждена листовая пластинка. Анализируемый экземпляр был собран около железнодорожного полотна г. Шахтёрска (экотоп путей сообщений). Листья яйцевидные, количество их варьировало 4–6 шт., сильно повреждена листовая пластинка, имеются желтые пятна (хлорозы, некрозы точечного типа), листья сворачиваются, их онтогенез сокращен, угнетены физиологические процессы в норме из-за механических повреждений. Имеет характерную корневую систему разреженного мочковатого типа. Длина растения в целом не превышает 14 см. В большинстве случаев имеет два прямостоячих цветоноса, генеративная система механически также деформирована.

Из полученных данных установлено, что особи *Plantago major* L. в экотопах с низкой антропогенной нагрузкой не повреждены, что свидетельствует благоприятных экологических условиях и соответствующих для полноценного роста и развития состояниях природных сред, не загрязнённых выхлопными газами машин и выбросами предприятий. На микрорайоне № 7 (со средней антропогенной нагрузкой) растения имеют большое количество листьев и длинные цветоносы, в отличие от других. А в экотопах с высокой антропогенной нагрузкой, видно, что листья сильно повреждены, цветоносы неполные. И за счёт сворачивания у них наблюдается узкая листовая пластинка.

Более чувствительными (морфологически пластичными) показателями выявлены длина листовой пластинки, количество фотосинтезирующих и отмерших листовых пластинок. Вероятно, это связано с тем, что загрязняющие вещества угнетают рост и развитие вегетативных органов и габитуального состояния в целом.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что качество природных сред (в первую очередь почвенной среды) в г. Шах-

тёрске не может считаться удовлетворительным. Это проявляется в нарушении морфометрических показателей и угнетении состояния растений.

Список литературы

1. Яковлев И.С. Генеративная активность фитоиндикаторов в промышленном регионе / И.С. Яковлев, А.И. Сафонов // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: Матер. I Междунар. научн. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – Т. 2. Хим. и биол. науки. – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 149–150.
2. Киселева Д.В. Принципы создания шкал анатомо-морфологической пластичности фитоиндикаторов техногенного региона / Д.В. Киселева, А.И. Сафонов // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: Матер. I Междунар. научн. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – Т. 2. Хим. и биол. науки. – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 117–119.
3. 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.
4. Сафонов А.И. Экспертиза промышленных предприятий Донбасса по состоянию фитокомпонентов / А.И. Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2019. – № 1-2. – С. 35–43.
5. Safonov A. I. Initial screening of seed bank of phytoindicators of technogenic pressure on edaphotopes in Donbass / A. I. Safonov // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2010. – № 1 (10). – С. 92–96.
6. Бебешко Е.Н. Мониторинговый эксперимент с использованием *Avena fatua* L. / Е.Н. Бебешко, А.И. Сафонов // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: Матер. I Междунар. научн. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – Т. 1. Физ.-мат., техн. науки и экол. – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 307–308.
7. Червоная А.Н. Индикационная значимость *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. в условиях урбанизированных ландшафтов Донбасса / А.Н.Червоная, Ю.Б. Сулейманова, А.И.Сафонов // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: матер. I Междунар. научн. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – Т. 1. Физ.-мат., техн. науки и экол. – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 324–325.
8. Золотой А.Л. Индикация состояния различных промышленных экотопов с использованием *Reseda lutea* L. / А.Л. Золотой, А.И. Сафонов // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: Матер. I Междунар. научн. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). Т. 1. Физ.-мат., техн. науки и экол. – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 278–280.
9. Сафонов А.И. Экспертиза промышленных предприятий Донбасса по состоянию фитокомпонентов / А.И. Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2019. – № 1-2. – С. 35–43.

БОТАНИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИНДИКАЦИОННЫХ КАРТ В ДОНБАССЕ

Зайцева Е.В.

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

Вопрос построения экологических карт является актуальным для ботанических разработок в Донецком экономическом регионе [1–3], что важно как для проведения мониторинговых [4, 5], так для оценочных квантифицируемых [6] работ на фоне функциональных закономерностей реакции растительных объектов на факторы специфического и неспецифического стресса [7].

Цель работы – подобрать необходимые данные для визуализации ботанико-экологических характеристик картографическим методом в целях проводимой фитоиндикационной экспертизы.

Базой практики послужили растительные материалы из коллекционного фонда кафедры ботаники и экологии ДонНУ; многолетний сбор как семенного материала, так и остатков гербарных коллекций для камеральной обработки опушения и характеристик орнаментации скульптуры вегетативных органов, пыльцевого материала и пр.

Все карты фитоиндикационного материала по получаемым ранжированным индексам разделены на три категории:

1) интегральные показатели, например, индекса общего биоразнообразия, комплексного показателя мутагенности почв по пыльцевому методу или тератогенности экотопов по статистике регистрируемых тератообразований и пр., для такого блока экспериментов рекомендуемые виды растений: *Chenopodium album* L., *Echium vulgare* L., *Sonchus arvensis* L., *Stenactis annua* Nees, *Arrhenaterum elatius* (L.) J. et C. Presl., *Atriplex patula* L., *Cynoglossum officinale* L., *Oberna behen* (L.) Ikonn., *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen., *Cichorium intybus* L., *Deschampsia caespitosa* (L.) Beauv., *Swida alba* Opiz, *Melilotus officinalis* (L.) Pall.;

2) аутфитоиндикационные критерии по отдельным видам с аддитивной 10-балльной экологической шкалой вариации для каждого, в этом блоке проанализированы виды растений: *Chelidonium majus* L., *Artemisia vulgaris* L., *Daucus carota* L., *Diploaxis muralis* (L.) DC., *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Centaurea diffusa* Lam., *Capsella orientalis* Klokov, *Plantago major* L., *Gnaphalium uliginosum* L., *Brassica campestris* L., *Galinsoga parviflora* Cav., *Amaranthus albus* L.; *Reseda lutea* L.;

3) критерии гистоструктурной функциональной пластичности, диагностируемые при микроскопировании, что актуально для видов: *Diploaxis tenuifolia* (L.) DC., *Euphorbia seguieriana* Neck., *Rumex crispus*

L., *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub, *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Cynoglossum officinale* L., *Grindelia squarrosa* (Purch) Dunal., *Eupatorium cannabinum* L., *Berteroa incana* (L.) DC., *Ambrosia artemisiifolia* L., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Anthoxanthum odoratum* L., *Hyoscyamus niger* L., *Polygonum aviculare* L., *Senecio vulgaris* L., *Tragopogon major* Jacq., *Persicaria maculata* (Rafin.) A. & D. Löve, *Atriplex micrantha* C.A. Mey., *Atriplex patens* (Litv.) Pjin, *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip., *Agrostis stolonifera* L., *Dactylis glomerata* L., *Galium mollugo* L., *Digitalis purpurea* L.

Важно, что с помощью планируемого метода картографического анализа можно будет проводить сравнительную оценку в динамике показателей, чтобы, возможно, проводить прогностические контрольные мероприятия.

Список литературы

1. Bessalova S.V. Conceptual approaches to standardization in system of environmental biomonitoring / S. V. Bessalova, O. S. Goretsky, A. Z. Zlotin, et al. // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2013. – № 1. – С. 8–15.
2. Колесников С.В. Визначення стадій демураційної сукцесії степової рослинності з використанням даних дистанційного зондування / С.В. Колесников, А.І. Сафонов // Екосистеми, їх оптимізація і охорона. – 2013. – № 9 (28). – С. 86–95.
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. 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. Сафонов А.И. Чек-лист индикаторных признаков сорно-рудеральной фракции урбанофлоры г. Донецка (1998-2018 гг.) / А.И. Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2018. – № 3–4. – С. 67–72.
6. Сафонов А.И. Фитоквантификация как информационный ресурс экологического мониторинга Донбасса // Донецкие чтения 2018: Образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Матер. III Междунар. научн. конф. (Донецк, 25 октября 2018 г.). – Т. 2. Хим.-биол. науки. Донецк: Изд-во ДонНУ, 2018. – С. 216–217.
7. 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.

ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БОТАНИЧЕСКОГО ЗАКАЗНИКА «ЗОРЯНСКАЯ СТЕПЬ»

Золотой А.Л., Остапко В.М., д-р биол. наук, профессор

ГУ «Донецкий ботанический сад», г. Донецк, ДНР

andreyzolotoy08@mail.ru

Оптимизация природно-заповедного фонда (ПЗФ) является наиболее эффективной формой сохранения биологического разнообразия растительного и животного мира, типичных и уникальных природных комплексов и объектов, поддержания благоприятных экологических условий в регионе. В связи с этим, актуальной задачей является разработка подхода, который позволит объективно оценивать состояние природных территорий [1]. Решением данной задачи может служить использование ландшафтно-экологических характеристик территории. Следует отметить, что подобный подход позволяет не только провести оценку состояния конкретных природных объектов, но и выявить максимально схожие по своим характеристикам территории, что также можно использовать для различных экологических задач, таких как прослеживание миграции видов растений и животных, классификации природных территорий, формирования экологической сети региона и других.

В данной работе рассматривается пример использования предложенного подхода на примере ботанического заказника местного значения «Зорянская степь», расположенного на территории Горняцкого района Макеевского городского совета около посёлков Межевое, Высокий, Грузско-Ломовка и Грузско-Зорянское.

Цель работы – определить ландшафтно-экологические характеристики ботанического заказника «Зорянская степь». Для достижения цели работы были поставлены следующие задачи: 1) установить ландшафтные показатели территории; 2) определить экологические характеристики заказника с помощью метода экологических шкал; 3) рассчитать показатели индекса растительности (NDVI) для исследуемой территории [1].

Источниками картографической информации для исследования служили мультиспектральный космоснимок семейства спутников Sentinel-2 и цифровая карта высот ALOS. Для обработки данных использовали программный комплекс QGIS 3.4.

В результате геоинформационных исследований было установлено, что общая площадь заказника составляет около 3,3 км².

Площадь территории полевых исследований составила 0,38 км² (11,52 % от общей площади территории) (см. рис.).

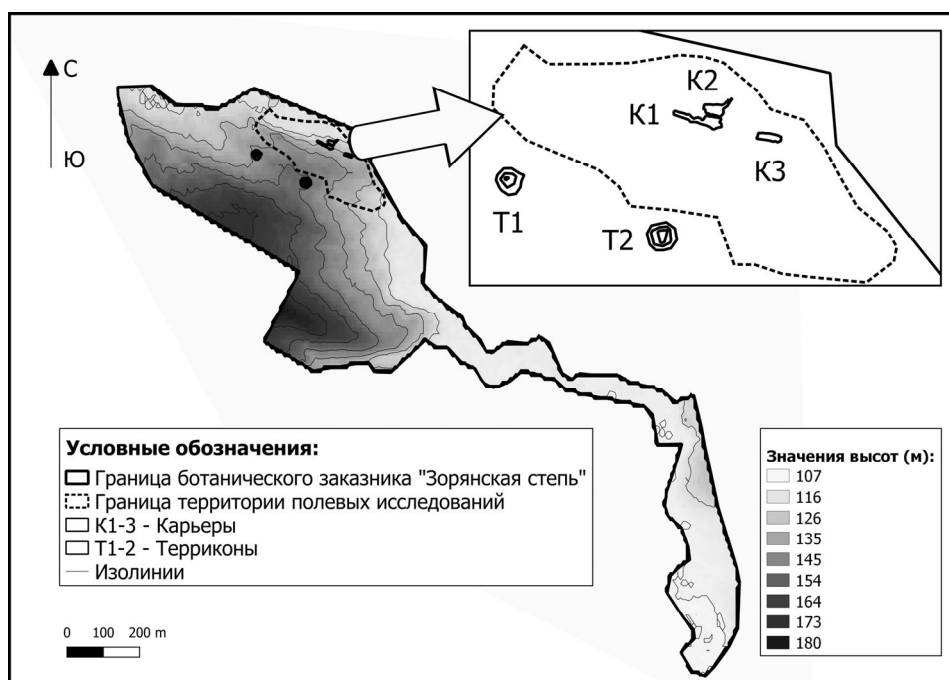


Рис. Картосхема ботанического заказника «Зорянская степь»

Далее оценивали показатели площадей антропогенных объектов заказника. На территории присутствует 3 карьера и 2 террикона (рис.). Показатели площадей карьеров следующие: для карьера 1 (K1) – 0,0024 км², для карьера 2 (K2) – 0,0017 км², для карьера 3 (K3) – 0,0012 км². Что касается терриконов, то для них были определены площади верхнего и нижнего основания, а также площадь среднего сечения: для террикона 1 (T1) это 0,000058 км², 0,004 км² и 0,0011 км² соответственно; для террикона 2 (T2) – 0,000657 км², 0,0048 км² и 0,0023 км².

Что касается исследований показателей высот, то было установлено, что размер ячейки высотной точки имеет площадь 20 на 30 м. Минимальной высотной точке заказника соответствует значение 107 м, а максимальной – 180 м. Среднее значение всех встречавшихся показателей составляет 133,3 м, а стандартное отклонение данных – 19,13. При оценке распределения показателей высот, было установлено, что наибольшее число раз встречались ячейки с показателем 112 м (частота встречаемости составляла 309). Наименьшее число раз встречалась ячейка с показателем высоты 180 м. Ее частота встречаемости составляла 2. Относительно часто встречались ячейки, показатели которых составляли 111, 113 и 114 метров (их частота встречаемости составляла 255, 278 и 276 соответственно). Что касается высот терриконов, то для террикона 1 (T1) данный показатель был равен 155 м, а для террикона 2 (T2) – 154 м.

В результате полевых исследований на территории заказника были установлены 25 доминантных видов растений: *Festuca valesiaca* Gaudin, *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Caragana frutex* (L.) K. Koch, *Hierochloë stepporum* P.A. Smirn., *Jurinea granitica* Klovov, *Carex praecox* Schreb.,

Thalictrum minus L., *Euphorbia leptocaula* Boiss., *Euphorbia seguieriana* Neck., *Stipa lessingiana* Trin. & Rupr., *Stipa capillata* L., *Koeleria cristata* (L.) Pers., *Galatella villosa* (L.) Rchb. f., *Plantago urvillei* Opiz, *Artemisia austriaca* Jacq., *Artemisia santonica* L., *Medicago romanica* Prodán, *Astragalus pubiflorus* DC., *Tanacetum millefolium* (L.) Tzvelev, *Thymus dimorphus* Klovov & Des.-Shost., *Agrimonia eupatoria* L., *Agropyron pectinatum* (M. Bieb.) P. Beauv., *Bromopsis riparia* (Rehmann) Holub, *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub, *Poa angustifolia* L. Полученные данные были проанализированы с помощью экологических шкал Г. Элленберга [2]. В связи с тем, что для анализа использовали только доминантные виды, показатели обилия не учитывались. В результате, были получены средние баллы экологических характеристик территории. Было установлено, что для заказника является характерным наличие растений относящихся к светолюбивым и сильносветолюбивым видам, что типично для степи. Кроме того, было установлено, что они предпочитают сухие местообитания, для которых характерны слабо-кислые или слабо-щелочные почвы, умеренно обеспеченные азотом.

Также для исследуемой территории были рассчитаны показатели индекса растительности NDVI на момент практических полевых исследований (май 2019 г.). По полученным значениям была проведена оценка распределения его данных. Было установлено, что для заказника доминирующими показателями являлись значения от 0,4 до 0,6 что соответствует территориям со скудной и разреженной древесной и кустарниковой растительностью. Реже, но также достаточно часто встречались показатели от 0,6 до 0,8, что свидетельствует о наличии на территории достаточно крупных лесных участков. Практически отсутствовал показатель от 0,1 до 0,2, что соответствует территориям с открытой почвой и является закономерным для времени активной вегетационной активности.

В результате исследований были определены ландшафтно-экологические характеристики территории. Предложенный подход является эффективным способом комплексной оценки ее состояния. Что касается полученных результатов, то их можно использовать для самых различных экологических задач.

Список литературы

1. 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.
2. Pettorelli N. Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental change / N. Pettorelli // Trends in ecology & evolution. – 2005. – Т. 20, № 9. – С. 503–510.
3. Ellenberg H. Zeigerwerte der Gefasspflanzen Mitteleuropas / H. Ellenberg. – Göttingen: Goltze, 1974. – 97 s.

ОСОБЕННОСТИ ВОЗРАСТНОЙ СТРУКТУРЫ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ *ESCHIUM VULGARE* L. ЭКОТОПОВ НЕКОТОРЫХ ПОРОДНЫХ ОТВАЛОВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ г. МАКЕЕВКИ

Калинина А.В.

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

kalinina.angela91@mail.ru

Диагностика техногенных экосистем по состоянию фитокомпонентов представляет собой важный научный и прикладной интерес [3–5, 8, 10, 11]. Фитокомпоненты изучают на разных этапах онтогенеза и разных уровнях организации [1, 2, 6, 7, 9]. Объектом изучения данной работы являются ценопопуляции. Рассматривали ценопопуляции *Echium vulgare* L. антропогенно трансформированных экотопов породных отвалов некоторых угольных шахт г. Макеевки Советского района.

Экстремальные условия существования на отвалах угольных шахт являются причиной разнообразия жизненных состояний особей, что выражается перестройкой возрастной структуры, отклонениями от нормы роста, нарушения жизненного цикла [1, 3].

Исследованы ценопопуляции *Echium vulgare* L. на разных участках типичных отвалов угольных шахт Советского района г. Макеевки: отвал № 1 «Калиновская-Восточная» – ЦП 1, ЦП 2; отвал № 2 шахты «Калиновская-Восточная» – ЦП 3, ЦП 4, ЦП 5; отвал № 3 шахты «Капитальная» – ЦП 6, ЦП 7, ЦП 8, ЦП 9. Наблюдения проводили в середине вегетационного периода, при изучении онтогенетической структуры использовали общепринятые методики. Онтогенетические состояния выделяли на основе описанного ранее онтогенеза у особей *Echium vulgare* L.

На отвале №1 изучены ЦП 1, сформированная на южной экспозиции, ЦП 2 – серной экспозиции. ЦП 1 – неполночленная, отсутствуют молодые генеративные особи (g1), по классификации абсолютного максимума нормальная стареющая, по классификации «дельта-омега» – переходная (рис.1). ЦП 2 полночленная, нормальная молодая, по классификации «дельта-омега» – молодая.

Изученные ценопопуляции отвала № 2 представлены на южном склоне – ЦП 3, ЦП 4 на восточной экспозиции, ЦП 5 на северной экспозиции. Ценопопуляции 3 и 5 относим к полночленным, нормальным средневозрастным по классификации абсолютного максимума, зреющим по классификации «дельта-омега». ЦП 4 неполночленная, отсутствуют проростки (p1), нормальная зреющая с двумя максимумами на имматурной и средневозрастные генеративной группах, по классификации «дельта-омега» – молодая.

ЦП 6, ЦП 7, ЦП 8. ЦП 9 сформированы на различных участках отвала №3, данные популяции неполночленные. По критерию абсолютного

максимума ЦП 6, ЦП 8, ЦП 9 являются нормальными средневозрастными, ЦП 7 характеризуется наличием двух максимумов на имматурной и средневозрастной генеративной группах. По критерию «дельта-омега» ЦП 6 – переходная, ЦП 7, ЦП 8 – зреющие, ЦП 9 – стареющая (рис., табл.).

Характеризуя индекс восстановления ценопопуляций *Echium vulgare* L. экотопов отвалов угольных шахтных установили, что к самовозобновлению способны ЦП 2 и ЦП 8, они являются устойчивыми, производится большое количество семян. ЦП 3, ЦП 4, ЦП 5, ЦП 6, ЦП 7. не являются устойчивыми, не обладают активной способностью к самоподдержанию. ЦП 1, ЦП 9 близки к критическому состоянию, если не возникнет новая популяционная волна, популяции могут исчезнуть.

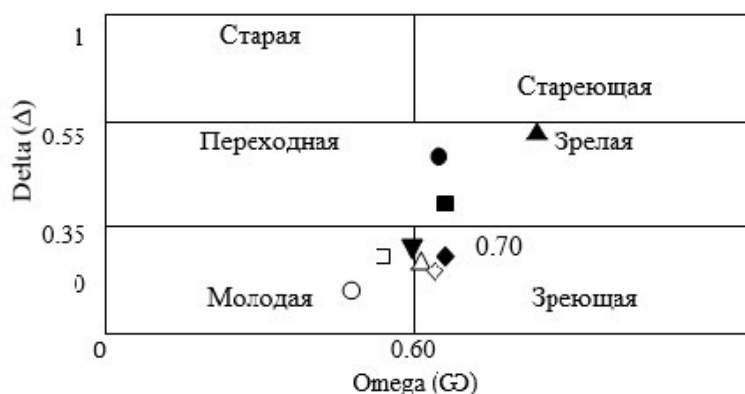


Рис. Расапеделение ценопопуляций *Echium vulgare* L экотопов отвалов угольных шахт, выделяемых критерием «дельта-омега» на основании значений индекса возрастности (Δ) и индекса эффективности (Ω):

● - ЦП 1; ○ - ЦП 2; △ - ЦП 3; □ - ЦП 4; ▼ - ЦП 5; ■ - ЦП 6; ◇ - ЦП 7; ◆ - ЦП 8; ▲ - ЦП 9.

Таблица

Демографические показатели ценопопуляции *Echium vulgare* L.

№ популяции	Индекс			Тип ценопопуляции по классификации «дельта-омега»
	I_b	Δ	Ω	
ЦП 1	0,416	0,508	0,626	переходная
ЦП 2	1,214	0,198	0,465	молодая
ЦП 3	0,640	0,277	0,601	зреющая
ЦП 4	0,889	0,281	0,580	молодая
ЦП 5	0,875	0,296	0,599	зреющая
ЦП 6	0,400	0,391	0,627	переходная
ЦП 7	0,800	0,267	0,614	зреющая
ЦП 8	1,500	0,273	0,623	зреющая
ЦП 9	0,200	0,554	0,737	стареющая

Изученные ценопопуляции *Echium vulgare* L. проявляют относительную стабильность и биологическую устойчивость к экстремальным условиям в экотопах породных отвалах угольных шахт. Установлено, что специфические условия на породных отвалах угольных шахт г. Макеевки изменяют соотношения возрастных групп ценопопуляций *Echium vulgare* L.

Список литературы

1. Калинина А.В. Карполого-индикационная значимость рудералов в условиях городской среды / А.В. Калинина, А.А. Исиков, А.И. Сафонов // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: Матер. I Междунар. научн. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). Донецк, 2016. – Т. 1. – С. 312–314.
2. 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. студ. и молодых ученых (Донецк, 17-20 октября 2017 г.). Донецк, 2017. – Т. 2. – С. 80–82.
3. Калинина А.В. Геостратегическая визуализация фитоценозов породных отвалов угольных шахт г. Макеевки в условиях самозарастания и рекультивации // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2018. – № 3–4. – С. 28–34.
4. Литвинова В.А. Индикационная эколого-ботаническая экспертиза на объектах промышленной собственности в Донбассе на основе методик российских ученых / В.А. Литвинова, 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.). – Донецк, 2017. – Т. 2. – С. 90–92.
5. 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.
6. Сафонов А.И. Инвентаризация промышленных объектов Донбасса по фитоиндикационным критериям / А.И. Сафонов // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. Донецк, 2019. – № 1. – С. 121–128.
7. Сафонов А.И. Фиторемедиационный эффект по данным экологического мониторинга в Донбассе / А.И. Сафонов, О.В. Фрунзе // Среда, окружающая человека: природная, техногенная, социальная: Матер. VIII Междунар. научн. конф. (Брянск, 25-27 апреля 2019 г.). – Брянск, 2019. – С. 159–162.
8. Сафонов А.И. Экспертиза промышленных предприятий Донбасса по состоянию фитокомпонентов / А.И. Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2019. – № 1–2. – С. 35–43.
9. Яковлев И.С. Генеративная активность фитоиндикаторов в промышленном регионе / И.С. Яковлев, А.И. Сафонов // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: Матер. I Междунар. научн. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). Донецк, 2016. – Т. 2. – С. 149–150.
10. Сафонов А.И. Индикационная ботаническая экспертиза – основа экологического мониторинга в промышленном регионе / А.И. Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – Донецк: ДонНУ, – 2006. – № 6. – С. 19–31.
11. Safonov A.I. Initial screening of seed bank of phytoindicators of technogenic pressure on edaphotopes in Donbass // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2010. – № 1 (10). – С. 92–96.

РЕКОМЕНДАЦИЯ МЕТОДА ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ СПИРТОВОГО ПРОИЗВОДСТВА В ДНР

Калинихин О.Н., канд. техн. наук, доцент, **Дейнека А.П.**

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет» г. Донецк, ДНР
nastasya.deyneka@mail.ru

На сегодняшний день большинство промышленных отраслей нуждаются в этиловом спирте. Проблема образования большого объема отходов спиртового производства обусловлена спросом этилового спирта на сегменте рынка. Однако отходы спиртовой промышленности, при масштабном производстве, требуют правильной утилизации.

Задачи работы: описать проблемы утилизации отходов спиртового производства, дать характеристику послеспиртовой отработке (барде), рассмотреть методы утилизации барды, установить наиболее эффективную технологию ее переработки.

Побочным продуктом при изготовлении спирта из сахарной свеклы, зерна, картофеля или патоки является барда. Это отработанная масса жидкой консистенции с неприятным запахом, имеющая неоднородный серо-коричневый цвет. Средний объем образования отходов зависит от технологии переработки, составляет 15 л на один литр этанола. Учитывая физико-химический состав сырой барды, её можно отнести к ценным белковым продуктам питания в животноводстве. Химическая структура барды меняется в зависимости от исходного сырья [1].

После проведения дистилляции спиртовая барда имеет состав, приведенный в табл. 1.

Таблица 1

Состав спиртовой барды

Составные части	Содержание, %
Содержание влаги	90–92
Содержание сухих веществ	8–10
Массовая доля сырой клетчатки в сухом веществе	5–10,5
Массовая доля сырого протеина в сухом веществе	37–40

В мировой практике используются технологии эффективной переработки барды, основанных на четырех разных методах (рис.).

На территории Донецкой Народной Республики важным в экологической сфере является внедрение технологии утилизации послеспиртовой барды. В настоящее время послеспиртовую отработку попросту сливают на поля фильтраций. Хотя проведенные исследования показали, что, слив барды не наносит непоправимого ущерба почве [2], однако при масштабном производстве под слив уходят огромные территории, а также уничтожается ценный продукт (в качестве корма для животных).



Рис. Методы переработки послеспиртовой барды [1]

Поэтому проблема рационального использования спиртовых отходов, в частности, спиртовой барды, становится особенно актуальной. Она имеет два взаимосвязанных аспекта: экономический и экологический. Если первый связан с расширением ресурсных возможностей, то второй зависит от увеличения негативного воздействия отходов производства на окружающую среду.

В наше время наиболее эффективным способом утилизации послеспиртовой барды является её высушивание с дальнейшим гранулированием. Это позволяет значительно улучшить экологическую ситуацию вокруг завода, повысить эффективность спиртового производства – выручка от реализации сухой гранулированной барды позволяет покрыть 30-40 % производственных затрат и снизить себестоимость спирта на 20-30 % [3].

Сухая барда более пригодна к длительному хранению, а также её можно использовать для изготовления комбикормов. В основном сухими препаратами из барды являются белковые вещества (табл. 2).

Таблица 2

Процентное содержание сухих веществ в барде

Составные части	Сухая барда		Бардяной фильтр	
	кукурузная	пшеничная	кукурузная	пшеничная
Крахмал	25,7	12,1	37,4	34,7
Клетчатка	3,3	6,6	-	0,2
Белок	34,1	45,8	14,6	29,5
Жир	10,2	8,7	10,3	9,5
Зола	5,3	3,0	5,6	8,7
Экстрактивные безазотистые вещества	15,7	19,1	21,9	18,9

Питательную ценность представляют и легкоусвояемые углеводы, крахмал, декстрин и гемицеллюлоза [4].

Установлено, что для внедрения в Донецкой Народной Республике наиболее экономически и экологически адекватным является метод обезвоживания для получения сухого продукта. При переводе отходов спирта в сухое состояние повышается эффективность их использования, а изготовление гранул позволяет избежать ответственности перед органами экононадзора и получить прибыль от продажи корма.

Список литературы

1. Переработка послеспиртовой барды: что это такое, описание методов [Электронный ресурс]: Утилизация и переработка мусора. – Режим доступа: <https://bezotxodov.ru/proizvodstvennye-othody/othody-spirtovogo-proizvodstva>
2. Шуняева О.Б. Динамика изменения микрофлоры полей фильтрации / О.Б. Шуняева, Н.А. Малахова, Л.Т. Гриднева // Тр. Тамб. гос. техн. ун-та. – 2004. – Вып. 15. – С. 78–82.
3. Технологии переработки послеспиртовой зерновой барды [Электронный ресурс]: ICK GROUP. – Режим доступа: <https://ick.ua/engineer/tehnologii-pererabotki-poslespirtovoj-zernovoj-bardy/>
4. Проблемы переработки отходов спиртового производства в Рсо-алания [Электронный ресурс]: Переработка мусора. – Режим доступа: <https://ztbo.ru/otbo/lit/problemi-rekultivacii-otxodov/problemi-pererabotki-otxodov-spirtovogo-proizvodstva-v-rso-alaniya>

УДК 576.3.31:634.511(470.324)

ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕМЕННОГО ПОТОМСТВА ОРЕХА ГРЕЦКОГО ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Карпова С.С.¹, канд. биол. наук, **Аль-Хачами Фирас Рахи Хандал²**,
Калаев В.Н.², д-р биол. наук, профессор, **Игнатова И.В.²**

¹ ФГБОУ ВО «Воронежский государственный институт физической культуры»,
г. Воронеж, РФ

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

Орех грецкий (*Juglans regia* L.), обладая высокими пищевыми, лесохозяйственными и декоративными свойствами, представляет интерес как объект исследований у ученых разных специальностей. За последние десятилетия активно изучаются биологические и экологические показатели ореха грецкого в различных регионах России, в том числе и в Воронежской области [1, 2]. Достоинством Воронежской формы ореха грецкого является отличное качество плодов и высокая зимостойкость. Данная форма является ценным исходным материалом для селекции ореха грецкого на качество плодов, как в Воронежской области, так и за ее пределами.

Однако описание цитогенетических характеристик данного вида ранее не выполнялось, хотя подобного рода исследования призваны

оценить стабильность генетической системы растений, произрастающих вне привычных для данного вида экологических условий. С другой стороны, изучение цитогенетики семенного потомства служит основой для селекционных работ и направлено на отбор наиболее перспективных и устойчивых форм растений в конкретных экологических условиях.

Объектом исследования служили деревья ореха грецкого семенного происхождения, произрастающие в г. Воронеже на частном приусадебном участке. Для проведения эксперимента было отобрано и поставлено на проращивание во влажном песке без проведения стратификации 200 шт. плодов ореха урожая 2017 г. Фиксацию проростков, достигших длины 1-2 см, проводили в 9 ч утра. Изготовление микропрепаратов проводили по стандартной методике, используя в качестве красителя ацетогематоксилин [3].

При анализе препаратов определяли следующие цитогенетические показатели: митотический индекс, уровень и спектр патологических митозов, частоту встречаемости клеток с остаточными ядрышками на различных стадиях митоза, частоту встречаемости ядрышек различных типов, площадь поверхности ядрышек различных типов. Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета статистических программ Stadia. Процедура группировки данных и их обработке изложена в работе Е.А. Калаевой с соавт. [4].

Средние значения цитогенетических показателей семенного потомства ореха грецкого представлены в таблице.

Таблица

Цитогенетические показатели семенного потомства ореха грецкого

Цитогенетические показатели	Значения, %
Митотический индекс	5,8±0,4
Уровень патологий митоза	6,0±0,8
Доля клеток на стадии профазы	34,6±2,5
Доля клеток на стадии метафазы	18,1±1,4
Доля клеток на стадии анафазы-телофазы	47,8±1,9
Частота встречаемости остаточных ядрышек в митозе	0,6±0,2

Типичными нарушениями митоза у ореха грецкого являлись отставания хромосом в метакинезе (37 %) и анафазе митоза (29,5 %), а также мосты в ана- и телофазе (21,7 %). К числу редких патологий (11,8 %) относятся агглютинации хромосом в метафазе, многополюсный и асимметричный митоз. В целом, спектр патологий не отличается от такового у других древесных растений, произрастающих на территории Воронежской области (дуб, береза) [5].

Остаточное ядрышко в митозе у ореха грецкого, как правило, наблюдалось на стадии метафазы митоза, что возможно, связано с компенсаторным синтезом белка для поддержания нормального прохождения митоза.

В интерфазных клетках проростков ореха грецкого наблюдались такие же типы ядрышек, как и у аборигенных видов древесных. Чаше в

спектре обнаруживались высокоактивные типы ядрышек: «кора-сердцевина» – $66,7 \pm 0,3$ %, компактные – $3,0 \pm 1,2$ %. Менее функционально активные ядрышки типа «кора-сердцевина с вакуолью» встречались с частотой $30,2 \pm 3,0$ %, вакуолизированные – $0,2 \pm 0,1$ %. Наибольшую площадь поверхности имели ядрышки типа «кора-сердцевина с вакуолью» ($101,7 \pm 3,0$ мкм²), наименьшую – компактные ядрышки ($36,6 \pm 3,1$ мкм²). Ядрышки типа «кора-сердцевина» и вакуолизированные имели промежуточные значения площадей поверхности ($81,1 \pm 1,7$ и $74,6 \pm 2,5$ мкм², соответственно). Появление в ядрышке вакуоли, по-видимому, приводит к снижению его функциональной активности, а увеличение площади поверхности является компенсаторным механизмом восстановления нормального уровня синтеза белка.

На основании кластерного анализа, проведенного с использованием метрики Уорда (стратегии группировки группового соседа), по изученным цитогенетическим показателям было выявлено 5 групп проростков: мутабельная, 3 промежуточных и слабомутабельная. Основным критерием выделения указанных групп явился уровень патологических митозов: в мутабельной группе наблюдалось максимальное количество патологий ($13,7 \pm 3,6$ %), в слабомутабельной – минимальное ($1,3 \pm 0,4$ %). При этом увеличение уровня аномальных митозов в мутабельной группе сопровождалось значительным снижением количества делящихся клеток ($3,7 \pm 0,9$ %), изменением спектра ядрышек различных типов в интерфазных клетках, а также в обеих группах отмечалось снижение функциональной активности ядрышек, проявляющееся в уменьшении их площадей поверхности.

Промежуточные группы (1, 2, 3) семенного потомства ореха грецкого имели промежуточные значения цитогенетических показателей, не отличавшиеся от средних значений. В тоже время, в этих группах отмечалось увеличение площадей поверхности ядрышек по сравнению со средними значениями.

Необходимо также отметить, что мутабельная группа составила всего 7,5 % от общего количества проанализированных проростков. На долю слабомутабельной группы пришлось 22,5 %.

Таким образом, опираясь на описанные выше цитогенетические показатели проростков ореха грецкого, можно сделать вывод о преимущественно стабильном протекании митоза, что свидетельствует о высокой степени адаптации интродуцента – ореха грецкого к условиям произрастания в Воронежской области.

Список литературы

1. Биганова С.Г. Современные тенденции селекции ореха грецкого в России / С.Г. Биганова, Ю.И. Сухоруких, А.П. Луговской // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2. – С. 531.
2. Славский В.А. Районирование ореха грецкого в Воронежской области по зонам устойчивости к неблагоприятным факторам / В.А. Славский, Д.А. Тимащук, А.В. Мироненко // Лесотехнический журнал. – 2017. – Т. 7, № 3. – С. 143–150.

3. Цитогенетический полиморфизм семенного потомства сосны обыкновенной на востоке Воронежской области / В.Н. Калаев // Лесоведение. – 2010. – № 4. – С.56-65.
4. Калаева Е.А. Теоретические основы и практическое применение математической статистики в биологических исследованиях и образовании: учебник / Е.А. Калаева, В.Г. Артюхов, В. Н. Калаев. – Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2016. – 282 с.
5. Калаев В.Н. Цитогенетические реакции лиственных древесных растений на стрессовые условия и перспективы их использования для оценки генотоксичности окружающей среды: дис. ... д.б.н. / В. Н. Калаев. – Воронеж, 2009. – 414 с.

УДК 581.4 : 58.15

ЛОКАЛЬНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ ПО ФИТОКВАНТИФИКАЦИИ НА ПРИМЕРЕ *CICHORIUM INTYBUS* L.

Киселева Д.В.

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

Для современного промышленного региона крайне важным показателем успешности экономико-социального сектора является проведение полномасштабного и регулярного экологического мониторинга [1–3]. Для территорий городского и индустриального эксплуатации в Донбассе в последние годы осуществляется крупномасштабный эксперимент по фитодиагностике [4, 5] целевого квантификационного назначения [6–7].

Цель работы – доказать индикаторную значимость *Cichorium intybus* в актуальном эколого-мониторинговом эксперименте.

Для реализации этой цели использовали методы: маршрутно-экспедиционного сбора растительных объектов, их обработки в камеральных условиях [3, 8–10] и статистического анализа полученных результатов.

Спектр экотопов для реализации сформулированного локального эксперимента включает территории объектов промышленных предприятий, коммуникационного характера (транспортные сообщения), социально-бытового назначения, рекреационного и рудерального характера занятости народного хозяйства в Донбассе.

Установлено, что вид *Cichorium intybus* для Северного Приазовья является модельным индикаторным объектом [11–14] и может быть информативным в эксплуатации с первой декады июня по третью декаду ноября. При этом универсальность объекта охватывает следующие аспекты структурно-функциональной организации растительного организма: характер прорастания и строения семядольного аппарата, форма и архитектура корневой системы и побегообразование, характер закладывания листьев нижней формации в прикорневую розетку, характер опушения стебля и листовых пластинок верхней формации, способы побегообразования с учетом тератологических отклонений, характер развития эмбриональных структур и строение соцветий в целом,

показатели дефектности пыльцевого материала и степени сформированности эмбриональных конформационных тканей.

Корреляционный анализ зависимости показателей индикационных экологических шкал и комплексного загрязнения тяжелыми металлами позволяют проводить экспертную оценку в малых ландшафтных экспозициях с вероятностью достоверности 60%, при загрязнении 1-2 ПДК, и более 90 % – при загрязнении свыше 3 ПДК.

Полученные результаты являются также материальной базой для проведения образовательных программ в комплексе технологий обучения фитодиагностике в Донецком национальном университете.

Список литературы

1. 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.
2. Safonov A.I. Phytoindicational monitoring in Donetsk / A.I. Safonov // Наука. Мысль. – 2016. – № 4. – С. 59–71.
3. Сафонов А.И. Экспертиза промышленных предприятий Донбасса по состоянию фитокомпонентов / А.И. Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2019. – № 1–2. – С. 35–43.
4. Сафонов А.И. Инвентаризация промышленных объектов Донбасса по фитоиндикационным критериям / А.И. Сафонов // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2019. – № 1. – С. 121–128.
5. Сафонов А.И. Чек-лист индикаторных признаков сорно-рудеральной фракции урбанofлоры г. Донецка (1998-2018 гг.) / А.И. Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2018. – № 3–4. – С. 67–72.
6. Бебешко Е.Н. Мониторинговый эксперимент с использованием *Avena fatua* L. / Е.Н. Бебешко, 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. 307-308.
7. Золотой А.Л. Использование шкал Д.Н. Цыганова для оценки экологических параметров промышленных экотопов г. Донецка / А.Л. Золотой, 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. 76-77.
8. 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.
9. Safonov A.I. Initial screening of seed bank of phytoindicators of technogenic pressure on edaphotopes in Donbass / A. I. Safonov // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2010. – № 1 (10). – С. 92–96.
10. Внуков С.Ю. Карпологическая индикация в условиях городской среды / С.Ю. Внуков, 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. 274-275.

11. Киселева Д.В. Принципы создания шкал анатомо-морфологической пластичности фитоиндикаторов техногенного региона / Д.В. Киселева, А.И. Сафонов // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: Матер. I Междунар. научн. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – Т. 2. Хим. и биол. науки. – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 117–119.
12. Глухов А.З. Состояние пыльцы *Tripleurospermum perforatum* (Merat) M. Laipz 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.
13. Сафонов А.И. Индикационная ботаническая экспертиза – основа экологического мониторинга в промышленном регионе / А.И. Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – Донецк: ДонНУ. – 2006. – № 6. – С. 19–31.
14. Остапко И.Н. Накопление тяжелых металлов по барьерно-безбарьерному типу в *Cichorium intybus* L. / И.Н. Остапко, С.И. Гавохина, А.И. Сафонов // Промышленная ботаника. – 2002. – Т 2. – С. 44–48.

УДК 581.5 : 638.138 (477.60)

ПОИСК ОПТИМАЛЬНОГО КРАСИТЕЛЯ ПЫЛЬЦЫ ДЛЯ ФИТОИНДИКАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА

Кондратьев В.Е.

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

Экологический мониторинг в Донбассе является востребованной задачей государственных специализированных органов и научно-исследовательских лабораторий. Для кафедры ботаники и экологии, Донецкого ботанического сада такие исследования являются базовыми в разработке программ фитоиндикационного содержания. Так, изучены пыльцевые зерна многих растений-индикаторов [1–3], для многих из них рассчитаны индексы частоты встречаемости и качества сформированного мужского гаметофита [4, 5], что также важно для проведения мероприятий по диагностике состояния экотопов в промышленном регионе.

Цель работы – используя имеющуюся на кафедре ботаники и экологии палинотеку, опытным путем установить более информативный способ использования разных красителей для получения максимально большего показателя структурной гетерогенности сформированной и зафиксированной пыльцы индикаторов. В палинологическом аспекте Изучены виды растений из указанного спектра, сводные списки которого опубликованы в [6], за основу идентификации палинотипов взята классификация [7].

Пыльцевые зерна растений были разделены на следующие группы:

1) окрашивающееся в одинаковой информативностью (неспецифические) – характерны для видов: *Berteroa incana* (L.) DC., *Cichorium intybus* L., *Tragopogon major* Jacq., *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip., *Centaurea diffusa* Lam., *Plantago lanceolata* L., *Echium vulgare* L., *Ambrosia*

artemisiifolia L., *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen., *Xanthium albinum* (Widd.) H. Scholz., *Melilotus officinalis* (L.) Pall., *Atriplex patula* L.;

2) лучше окрашиваемые метиленовым синим: *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Plantago major* L., *Reseda lutea* L., *Rumex crispus* L., *Senecio vulgaris* L., *Anthoxanthum odoratum* L., *Euphorbia seguieriana* Neck., *Stenactis annua* Nees, *Swida alba* Opiz, *Atriplex hortensis* L.;

3) наиболее информативно окрашиваемые орсеином: *Achillea collina* J. Becker ex Rchb., *Daucus carota* L., *Brassica campestris* L., *Achillea nobilis* L., *Oberna behen* (L.) Ikonn., *Gnaphalium uliginosum* L., *Melilotus albus* Medik., *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Agrostis stolonifera* L., *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.;

4) наилучший краситель для которых – гематоксилин: *Eupatorium cannabinum* L., *Cynoglossum officinale* L., *Galium mollugo* L., *Bromus arvensis* L., *Erucastrum armoracioides* (Czern. ex Turcz.),

5) больший фитоиндикационный результат получается при окрашивании фуксином: *Polygonum aviculare* L., *Coniza canadensis* (L.) Crong, *Convolvulus arvensis* L., *Sisymbrium polymorphum* (Murray) Roth, *Thlaspi arvense* L.

Эти результаты первичные и требуют дополнительной оценки при изучении в следующем вегетационном сезоне на живых объектах.

Список литературы

1. Глухов А.З. Состояние пыльцы *Tripleurospermum perforatum* (Merat) M. Laipz 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. 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.
3. Сафонов А.И. Эколого-палинологический анализ некоторых аллергенов городской среды / А.И. Сафонов, П.С. Беломеря // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Проблеми екології. – 2007. – № 1–2. – С. 79–85.
4. Сафонов А.И., Захаренкова Н.С. Диагностика воздуха в г. Донецке по спектру скульптур поверхности пыльцы сорно-рудеральных видов растений // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2016. № 1–2. – С. 18–24.
5. 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.
6. Сафонов А.И. Сорно-рудеральная фракция урбанофлоры 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.
7. Сафонов А.И. Чек-лист индикаторных признаков сорно-рудеральной фракции урбанофлоры г. Донецка (1998-2018 гг.) / А.И. Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2018. – № 3–4. – С. 67–72.

ТЕХНОЛОГИИ ФИТОИНДИКАЦИИ В РЕГИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТАТИВА

Коротенко Н.В.

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

korotenckonadezhda@yandex.ru

В Донбассе изучение растительного мира и установление индикационной роли фитообъектов для проведения экологического мониторинга имеют существенное научное и прикладное значение [1–3]. Настоящая университетская наука должна быть привлекательной для школьников – будущих студентов и специалистов, поэтому разработки таких пробных и совместных с учеными микро-занятий в рамках школьного экологического факультатива существенным образом обеспечивают профориентационную задачу и обеспечивают систему информации о состоянии отдельных территорий актуальными данными [4, 5].

Цель работы – внедрить и представить результаты научных фитоиндикационных тем в г. Донецке в рамках работы школьного экологического факультатива.

Исходя из цели, было предложено решение следующих задач, которые по смыслу совпадают с отдельными блоками экспериментов: обобщить доступную актуальную научную и образовательную литературу об экологическом образовании в регионе [6–9]; разработать занятия и получить данные по расчету автотранспортных потоков городских условиях; проработать тему по использованию березы повислой как растения индикатора в условиях городской среды; получить оригинальный материал по изучению индикаторных особенностей синяка обыкновенного в регионе; предоставить информацию по созданию малой цветочной композиции рядом со школой с целевым назначением выращивания лекарственных растений. Часть материала для изучения использована из кафедральных фондов, в том числе музея кафедры ботаники и экологии ДннНУ [10].

Установлено, что знания об экологической ситуации в регионе должны иметь непрерывную и пошаговую систему в соответствии с концепциями образовательной деятельности и современными достижениями науки и техники; в Донецком регионе занятия по фитоиндикации рассматриваются как возможные для организации интересного экологического факультатива.

Выбор улиц для проведения анализа по расчету автотранспортных потоков был обусловлен наличием одновозрастных посадок *Betula pendula* в городской среде на восьми улицах [11]; использованные нами критерии экологической характеристики улиц указывают на высокий уровень влияния автомобильного транспорта и фоновой техногенной нагрузки от

промышленных предприятий, – так, наибольшей нагрузкой характеризуются участки: шахта им. Засядько, Макеевское шоссе, пр. Киевский.

Сравнение двух шкал по флуктуирующей асимметрии листового аппарата *Betula pendula* в нашем эксперименте позволяет рекомендовать шкалу А.Б. Стрельцова, как наиболее информативную и отражающую дифференцированную нагрузку в условиях урбанизированной среды реализованного эксперимента, что также согласуется с данными других авторов-разработчиков этой темы [11].

На основании рекогносцировочных, детальных исследований и экспериментальных данных установлено, что *Ehium vulgare* L. является перспективным, адекватным, а, следовательно, – информативным и в определенной степени достоверным индикатором состояния природной среды (в аспекте степени трансформации условий природных эдафотопов) – по анализу корневой системы вида.

Используя цветники в социально-бытовых экотопах, рассматривается реальная возможность не только улучшения санитарно-гигиенических условий проживания, но и получение данных фитоиндикационного содержания: при исследовании использованного ассортимента растений о существующей экологической разнице между участками; на основании полученных данных, можем дополнить цветочный ассортимент видами, которые позволят решать проблемы каждого отдельного участка на пришкольной территории в том числе.

Таким образом, все запланированные нами мероприятия фитоиндикационного назначения были реализованы как мини-научные работы с непосредственным участием школьников в эксперименте, что является важным методическим приемом в образовательной деятельности.

Список литературы

1. 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.
2. Сафонов А.И. Чек-лист индикаторных признаков сорно-рудеральной фракции урбанофлоры г. Донецка (1998-2018 гг.) / А.И. Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2018. – № 3–4. – С. 67–72.
3. Сафонов А.И. Индикационная ботаническая экспертиза – основа экологического мониторинга в промышленном регионе / А.И. Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – Донецк: – ДонНУ. – 2006. – № 6. – С.19–31.
4. 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.
5. Сафонов А.И. Технология биоиндикации в Донецком экономическом регионе / А.И. Сафонов // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: Матер. I Междунар. научн. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – Т. 1. Физ.-мат., техн. науки и экол. – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 285–286.

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. – С. 14–16.
7. 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, О.А. Гридько // Проблемы и перспективы развития современной ландшафтной архитектуры: Матер. Всероссийской научн.-практич. конф. с междунар. участием. – Симферополь: Изд-во КФУ, 2017. – С. 73–75.
8. 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. науч. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 196–197.
9. Сафонов А.И. Преемственность экологического образования в системе "школа – университет – предприятие" / А.И. Сафонов // Экологическая ситуация в Донбассе. М.: Изд-во МНЭПУ, 2016. Т. 1. – С. 151–154.
10. Петкогло О.В. Научный ресурс ботанического музея в г. Донецке / О.В. Петкогло, А.И. Сафонов // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: Матер. I Междунар. научн. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – Т. 2. Хим. и биол. науки. – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 139–140.
11. Чабан Е.Н. Фитоиндикационный скрининг дисимметрического полиморфизма в антропогенно измененной среде / Е.Н. Чабан, А.И. Сафонов // Вестник студенческого научного общества Донецкого национального университета. – Донецк: ДонНУ, 2015. – С. 168–172.

УДК 581.52 (477.60)

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ТАКТИКИ РЕАЛИЗАЦИИ ЖИЗНЕННЫХ СТРАТЕГИЙ ВИДОВ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ В ДОНБАССЕ

Кравсун Т.И.

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

В условиях нарушенных мест произрастания все виды растений, поселяющиеся спонтанным образом в незанятых экологических нишах, формируют ценопопуляционные особенности, которые адекватно соответствуют специфическому комплексу характеристик экотопа [1–3]. Одним из приоритетных направлений эколого-морфологических исследований растений в Донбассе является установление причин следственных связей между характеристиками локальной экосистемы и структурными особенностями растений-индикаторов в этих условиях [4–7].

Цель работы – составить список структурных тенденций растений-индикаторов по вегетативной составляющей для использования в диагностике степени нарушенности малых ландшафтных систем.

Тактика морфологического приспособления к меняющимся условиям среды в разных формах её проявления является доказательством реализации жизненной стратегии каждого конкретного вида [8–11]. Поэтому морфологические отличия одних и тех же видов в разных местах их нахождения рассматриваются нами как индикаторные признаки для экспресс-метода проведения экологического мониторинга в полевых условиях.

В эксперименте были использованы следующие виды растений: *Stenactis annua* Nees, *Amaranthus retroflexus* L., *Euphorbia seguieriana* Neck., *Anthoxanthum odoratum* L., *Melilotus officinalis* (L.) Pall., *Atriplex hortensis* L., *Brassica campestris* L., *Oberna behen* (L.) Ikonn., *Coniza canadensis* (L.) Crong, *Sonchus arvensis* L., *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen., *Chenopodium album* L., *Cynoglossum officinale* L., *Eupatorium cannabinum* L., *Galium mollugo* L., *Gnaphalium uliginosum* L., *Swida alba* Opiz, *Xanthium albinum* (Widd.) H. Scholz.

В рабочую схему структурных преобразований включены следующие критерии с указанием частоты встречаемости каждого в специфических условиях: гипогенезия побега (до 12%), фасциация верхней оси побега (4–16%), аномальное опущение листа в целом (до 15%), атипичное строение устьичного аппарата и локальных центров образования околоустьичных клеток (2–10%), петалоидное превращение листьев (6–19%), деформация побега и дистопия розеточных форм (до 16%). Перечисленные признаки отражают морфологические изменения в вегетативной сфере строения растительного организма, что визуально иллюстрирует стратегию захвата незанятых экологических ниш вследствие частой трансформации экотопов (как механической, так и различных форм загрязнения).

Таким образом, реализация программы выживания каждого сорного вида – это комплекс приспособлений, в котором основным интегративным и наглядным признаком является морфологическая структура вегетативных органов.

Список литературы

1. Safonov A.I. Initial screening of seed bank of phytoindicators of technogenic pressure on edaphotopes in Donbass / A. I. Safonov // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2010. – № 1 (10). – С. 92–96.
2. Сафонов А.И. Фитоквантификация как информационный ресурс экологического мониторинга Донбасса / А.И.Сафонов // Донецкие чтения 2018: Образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Матер. III Междунар. научн. конф. (Донецк, 25 октября 2018 г.). – Т. 2. Хим.-биол. науки. – Донецк: Изд-во ДонНУ, – 2018. – С. 216–217.
3. Сафонов А.И. Фиторемедиационный эффект по данным экологического мониторинга в Донбассе / А.И.Сафонов, О.В.Фрунзе // Среда, окружающая человека: природная, техногенная, социальная: Матер. VIII Междунар. научн. конф. (Брянск, 25–27 апреля 2019 г.). – Брянск: Изд-во БГИТУ, 2019. – С. 159–162.
4. 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.

5. Червоня А.Н. Индикационная значимость *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. в условиях урбанизированных ландшафтов Донбасса / А.Н.Червоня, Ю.Б.Сулейманова, А.И.Сафонов // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: Матер. I Междунар. научн. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – Т. 1. Физ.-мат., техн. науки и экол. – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 324–325.
6. Швец Я.И. Генеративная диссимметричность *Betula pendula* Roth. в антропогенно измененной среде / Я.И.Швец, А.И.Сафонов // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: Матер. I Междунар. научн. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – Т. 1. Физ.-мат., техн. науки и экол. – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 325–327.
7. 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.
8. Захарова М.С. Онтогенетические стратегии некоторых видов растений на буферной территории РЛП «Донецкий Кряж» / М.С.Захарова, 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. 74–75.
9. Сафонов А.И. Антенатальная диагностика тератогенных факторов / А.И.Сафонов, Н.Г.Кротевич, И.Ю.Василевская // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Проблеми екології. – 2007. – № 1–2. – С. 64–71.
10. Яковлев И.С. Генеративная активность фитоиндикаторов в промышленном регионе / И.С.Яковлев, А.И.Сафонов // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: Матер. I Междунар. научн. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – Т. 2. Хим. и биол. науки. – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 149–150.
11. Сафонов А.И. Индикационная ботаническая экспертиза – основа экологического мониторинга в промышленном регионе / А.И.Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – Донецк: ДонНУ, 2006. – № 6. – С. 19–31.

УДК 581.5:632 (477.61/.62)

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЛАБОРАТОРИИ ИНТРОДУКЦИИ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ ДОНЕЦКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА (2017–2018 гг.)

Кустова О.К., канд. биол. наук, **Глухов А.З.**, д-р. биол. наук, профессор,
Козуб-Птица В.В., канд. биол. наук, **Джулай В.И.**, канд. с-х. наук
ГУ «Донецкий ботанический сад», г. Донецк, ДНР
lavanda_dbg@mail.ru

Научно-исследовательская деятельность лаборатории интродукции культурных растений Донецкого ботанического сада (ДБС) в общих чертах заключается в сохранении разнообразия растений, их интродукции и рационального использования, в том числе, для фитооптимизации урбанизированной среды. За годы своего существования (с 1975 г.) сотрудниками лаборатории созданы коллекции новых и малораспрост-

раненных в условиях степной зоны кормовых, технических, пищевых, эфирномасличных, пряно-ароматических растений, которые в определенной мере отражают потенциал полезных растений местной и мировой флоры. Научно-исследовательская работа проводится в рамках фундаментальной темы ДБС: «Коллекционный фонд Донецкого ботанического сада: ретроспективный анализ, комплексная оценка интродукции, концепция развития в связи с современными изменениями природных и антропогенных факторов (2017–2021 гг.)».

Цель работы – оценка результативности интродукции растений в Донецком ботаническом саду за более чем 50-летний период на основе комплексного анализа успешности интродукции видов хозяйственно-ценных растений мировой и аборигенной флор и разработка нового концептуального подхода к формированию коллекций и экспозиций в связи с глобальными изменениями природных и антропогенных факторов.

Основные задачи исследований: сохранение и пополнение коллекционного фонда растений, ретроспективный анализ мобилизованного растительного материала; разработка эколого-биологических основ комплексного использования малораспространенных культур; сортоиспытание и селекционный отбор растений для использования в народном хозяйстве в степной зоне; формирование экспозиционных объектов на территории ДБС как основы проектов для внедрения в практику озеленения населённых пунктов Донбасса.

Объекты изучения – виды и сорта малораспространенных хозяйственно-ценных растений, интродуцированных в ДБС.

Методологическая основа – метод родовых комплексов и биоморфологические исследования, и их использование в интродукционном эксперименте позволяет выделить виды и сорта с высоким адаптационным потенциалом к условиям степной зоны. Коллекции формируются согласно систематическим, биоэкологическим, созологическим, эстетическим, научно-образовательным и утилитарным принципам.

Далее приводим краткое изложение результатов научно-исследовательской деятельности лаборатории за 2017-2018 гг.

Ретроспективный анализ коллекционного фонда проводится с целью выяснения динамики поступления семенного и посадочного материала для создания и пополнения коллекций, а также мониторинга последующего интродукционного эксперимента с включенными в коллекцию образцами. За период 1974–2014 гг. мобилизация образцов ароматических и малораспространенных пищевых растений для коллекции ДБС составила 3428 образцов. В таксономическом представлении это растения из 33 семейств, 126 родов, 682 вида, 45 подвидов, 109 разновидностей, 25 форм и 1352 культиваров. Лидирующими в отношении разнообразия родов были сем. *Apiaceae*, *Asteraceae*, *Fabaceae* и *Lamiaceae*; в видовом отношении – *Alliaceae*, *Fabaceae* и *Lamiaceae*.

В настоящее время коллекция ароматических растений насчитывает 204 таксона из 60 родов и 15 семейств. Коллекция кормовых растений насчитывает 61 вид, 11 сортов, 2 кандидата в сорта из 40 родов и 9 семейств. На общий количественный состав коллекционных растений оказывает влияние фактор выпадения неустойчивых или малоперспективных растений.

Дана эколого-биологическая характеристика, изучен комплекс биоморфологических показателей ряда ароматических растений. Выделены 16 видов перспективных декоративных ароматических растений, которые регулярно цветут, плодоносят, образуют самосев и зимостойки в условиях открытого грунта ДБС.

Определены экоморфы 61 вида кормовых и 17 видов технических растений коллекции ДБС. Установлено, что 203 вида природной флоры Донбасса являются потенциально кормовыми растениями. По ценоморфе в коллекции преобладают культуранты – кормовых растений более 34 % (Fabaceae и Poaceae), и технических – более 71 % (Asteraceae). Гемикриптофиты составляют 72 %. Большая часть видов является ксеромезофитами – 51 % и мезоксерофитами – 28 %, представлены соответственно семействами Fabaceae и Poaceae. По требованиям к уровню обеспеченности почвы основными элементами питания, большинство видов относится к мезотрофам – 57 %. Также встречаются мегатрофы (21 %) и олиготрофы (13%), которые могут выращиваться на истощенных, бедных почвах. 84 % кормовых растений природной флоры Донбасса характеризуются высокими, средними и удовлетворительными кормовыми достоинствами. Оценка качественных характеристик семян 14 кормовых, технических и лекарственных растений установила, что наиболее высокими и стабильными показателями всхожести семян характеризуются культуры, являющиеся ксерофитами и ксеромезофитами. Оптимальными являются сроки хранения семян 3–4 года у злаковых и 2–3 года у других культур.

Проведено описание 32 селекционных форм *Monarda* × *hybridahort.* от свободного опыления по ряду хозяйственных признаков. По результатам сортоиспытания трех кандидатов в сорта кормовых растений *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub, *Agropyron pectinatum* (M. Bieb.) Beauv. И *Festuca gigantea* (L.) Vill. выявлена их высокая устойчивость к полеганию. Высокая засухоустойчивость – у *B. Inermis* и *A. pectinatum*, устойчивость к осыпанию у *F. gigantea* и *A. pectinatum*. Это подтверждает перспективность проведения дальнейшей селекционной работы.

Продолжено научное осмысление и развитие направлений комплексного подхода к использованию ароматических растений в качестве альтернативного или замещающего сырья, и в специализированных экспозициях. В результате этого решается ряд экономико-социальных и научно-прикладных вопросов. Так, спроектированы и высажены в ДБС новые экспозиции «Сад ароматов Средиземноморья», «Луковая полянка»,

«Сорта кормовых растений Донбасса», в которые включены 61 вид. Разработан цикл лекций и практических занятий с оригинальными материалами для Дополнительной профессиональной программы повышения квалификации «Школа садовника», проводимой на базе ДБС. На базе коллекционно-экспозиционных участков проведены научно-производственные практики для студентов Донецкого национального медицинского университета им. М. Горького (кафедра «Управления, экономики фармации, фармакогнозии и фармацевтической технологии»), Донецкого национального университета экономики и торговли им. М. Туган-Барановского (кафедра «Товароведения и экспертизы в таможенном деле»), Донецкого национального университета и др. На основе договора о научно-техническом сотрудничестве проводятся научно-исследовательские работы совместно с ФГБУН «Ордена трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН».

По результатам научной деятельности (2017–2018 гг.) опубликовано учебное пособие, 26 статей и 54 тезиса. Принято участие в работе 15 международных научно-практических конференций (г. Москва, г. Санкт-Петербург, г. Чебоксары, г. Благовещенск, г. Махачкала, г. Донецк, г. Макеевка, г. Луганск и др.). Результаты детально изложены в отчетах о научно-исследовательской работе, утвержденных учёным советом ГУ «ДБС».

УДК 581.5 (477.60)

БОТАНИЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ЭКСПЕРТИЗЫ ОБЪЕКТОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В ДОНБАССЕ

Литвинова В.А.

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

Предприятия-загрязнители представляют собой открытые системы, взаимодействующие со всеми природными средами. В таких условиях формируются территории, наиболее подверженные негативному воздействию промышленных выбросов. Эти зоны должны находиться под пристальным наблюдением у государственных экологических органов и являются предметом изучения ученых, в том числе специалистов-ботаников [1–3] с целью возможного проведения мониторинговых и диагностических работ на местности [2, 4–6]. Эксперименты по выявлению достоверно высоких значений показателей и критериев фитоиндикационного содержания рассматриваются как элемент независимой экологической экспертизы [1, 7] в том числе на объектах промышленной собственности и сопредельных территориях.

Цель работы – на основании индикационных признаков растений провести ботанико-экологический мониторинг на некоторых предприятиях Донецкой Народной Республики.

В связи с поставленной целью считали необходимым выполнение следующих задач: 1) установить теоретическую и методологическую целесообразность проведения ботанико-экологической экспертизы на предприятиях в промышленно развитом регионе; 2) использовать в качестве индикаторов такие растения, как *Cichorium intybus* L., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Tanacetum vulgare* L. и *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch.Bip. – это проверенные фитоиндикаторы для территории промышленного Донбасса; 3) установить важные полученные критерии для проведения ботанико-экологической экспертизы, чтобы можно было получить заключение об уровне токсического загрязнения или механической трансформации; 4) для предприятий-загрязнителей составить ранжированный ряд степени воздействия на окружающую среду по фитоиндикационным критериям.

За период реализации эксперимента (2017-2019 гг.) по степени воздействия на окружающую среду предприятия располагаются следующим образом (в порядке уменьшения): Енакиевский металлургический завод (97 р.е. (расчетных единиц) при максимально возможном показателе – 125 р.е.), Енакиевский коксохимзавод (рабочая зона) – 96 р.е., Ясиновский коксохимзавод – 93 р.е., Макеевский металлургический комбинат (буферная территория) – 90 р.е., Макеевский коксохимзавод – 87 р.е., Старобешевская ТЭС – 82 р.е., Донецкий металлургический завод – 80 р.е., концерн Стирол (буферная территория) – 80 у.е., Харцызский трубный завод – 71 р.е., Зуевская ТЭС – 66 р.е. Ориентировочно для территорий парковых зон г. Донецка (Ленинского Комсомола, Победы, Центральный парк отдыха показатели р.е. варьировали в разные года от 22 до 31).

Список литературы

1. Сафонов А.И. Экспертиза промышленных предприятий Донбасса по состоянию фитокомпонентов / А.И.Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2019. – № 1–2. – С. 35–43.
2. Литвинова В.А. Индикационная эколого-ботаническая экспертиза на объектах промышленной собственности в Донбассе на основе методик российских ученых / В.А.Литвинова, 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. 90–92.
3. Литвинова В.А. Ботаническая экспертиза в экологическом мониторинге промышленного региона / В.А.Литвинова, А.В.Авдеева, А.И.Сафонов // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: Матер. I Междунар. научн. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – Т. 1. Физ.-мат., техн. науки и экол. – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 314–317.

4. Сафонов А.И. Инвентаризация промышленных объектов Донбасса по фитоиндикационным критериям / А.И.Сафонов // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2019. – № 1. – С. 121–128.
5. 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.
6. Глухов А.З. Экосистемное нормирование по данным фитоиндикационного мониторинга / А. . Глухов, А.И. Сафонов // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: Матер. I Междунар. научн. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – Т. 1. Физ.-мат., техн. науки и экол. – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 311–312.
7. Сафонов А.И. Чек-лист индикаторных признаков сорно-рудеральной фракции урбанофлоры г. Донецка (1998-2018 гг.) / А.И.Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2018. – № 3–4. – С. 67–72.

УДК 574.21 : 543.312 (447.60)

ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРУДОВ г. ДОНЕЦКА ЗА ВЕСЕННЕ-ОСЕННИЙ ПЕРИОД (2017–2018 гг.)

Макуха А.О., Мирненко Э.И.

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

Изучение единства водной среды и обитающей в ней биоты является актуальной темой для изучения в Донецком регионе [1–5]. В водоёмах, подверженных антропогенному воздействию, в основном бытовыми и промышленными сбросами наблюдаются изменения состава сообществ фитопланктона. В большинстве случаев это проявляется в виде «цветения» воды [1].

Цель настоящего исследования – определить современное состояние загрязнения водоёмов г. Донецка по показателям гидрохимического анализа.

В работе проанализированы качественные характеристики фитопланктона прудов №№ 4-6 ГУ «Донецкий ботанический сад» и р. Кальмиус за весенне-осенний период 2017-2018 гг.

Количество растворенного кислорода в прудах, прилегающих к ГУ «Донецкий ботанический сад» и р. Кальмиус представлено на рис. 1.

Как видно из рис. 1, пруды ГУ «Донецкий ботанический сад» характеризовались разнопиковым характером. Максимальное содержание кислорода было отмечено в пруду №4 и составляет 8,36 мг/дм³ в июне 2018 г., а минимальное значение приходилось на август в пруду № 6 (3,95 мг/дм³) в 2018 году.

Максимальное значение растворенного кислорода в р. Кальмиус приходится на июнь в 2018 г. и составляет 6,12 мг/дм³, а минимальное

значение приходится на август 2018 г. и составляет $3,95 \text{ мг/дм}^3$. Сравнивая выше изложенные данные, можно видеть, что р. Кальмиус является более загрязненным водоёмом по сравнению с водоёмами ГУ «Донецкий ботанический сад», предположительно, за счёт промышленных выбросов. Резкое снижение кислорода в августе $4,21\text{--}3,95 \text{ мг/дм}^3$, свидетельствует о летней стагнации водоёма и «цветению» воды.

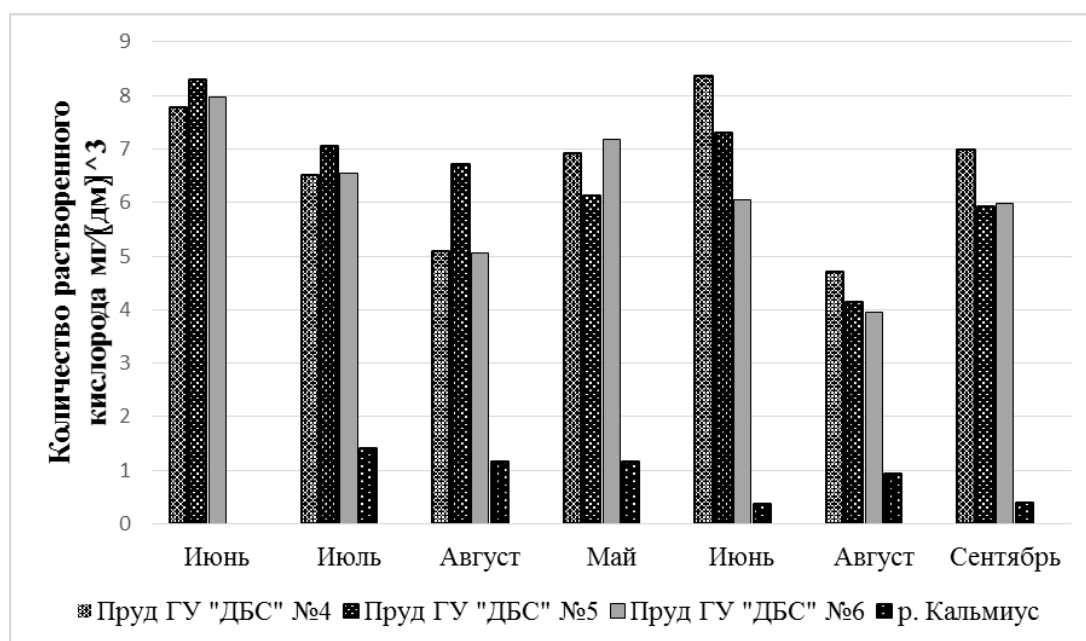


Рис. 1. Количество растворенного кислорода в прудах ГУ «Донецкий ботанический сад» №4, №5 и №6 и р. Кальмиус за весенне-осенний период (2017-2018 гг.)

Вода может содержать различное количество веществ, окисляющихся сильными окислителями, в зависимости от степени её загрязнения. Такие данные можно получить с помощью гидрохимического анализа перманганатной окисляемости, который определяет количество органических веществ в воде [1, 3].

На рис. 2 изображены данные о количестве органического вещества в прудах ГУ «Донецкий ботанический сад» №4, №5 и №6 и р. Кальмиус за весенне-осенний период (2017-2018).

Установлена тенденция снижения перманганатной окисляемости с июня 2017 г. по июнь 2018 г. А с июня по сентябрь 2018 г. наблюдается разнопиковый характер количества органического вещества в воде: минимальное значение растворенного органического вещества приходится на июнь в пруду № 6 и р. Кальмиус ($0,36 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$), а максимальное значение приходится на август в пруду № 5 и составляет $1,74 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$.

Таким образом, пики концентраций легко окисляемых органических веществ приходились на период «цветения» воды, когда в воду поступало большое количество мертвых органических остатков. Резкое увеличение органических веществ в августе свидетельствует о летней стагнации водоёма.

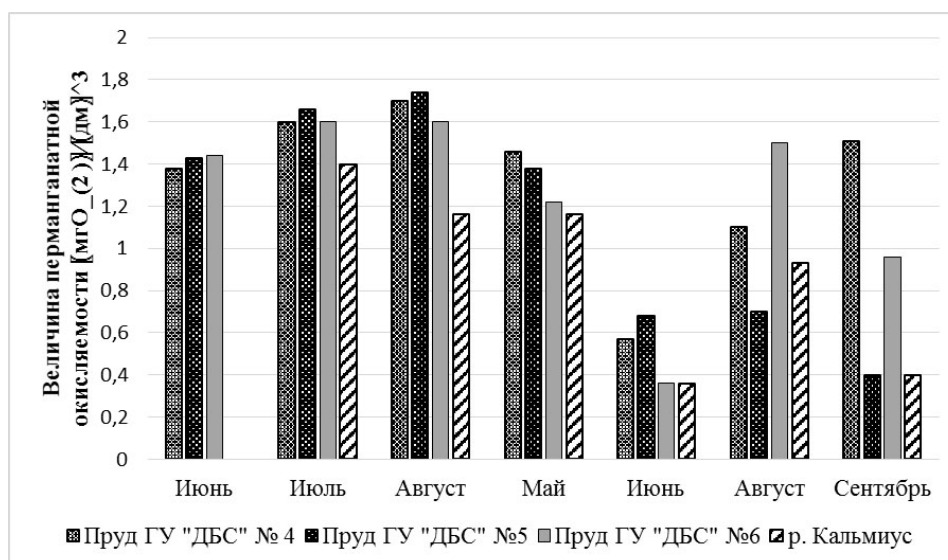


Рис. 2. Количество органического вещества в прудах ГУ «Донецкий ботанический сад» №4, №5 и №6 и р. Кальмиус (2017-2018 гг.)

В заключение стоит отметить, что в зависимости от степени загрязнения, вода содержала большее или меньшее количество веществ, окисляющихся сильными окислителями. Количество органического вещества возрастало с июня по август в весенне-осенний период 2017-2018 гг., а количество растворенного в воде кислорода снижается в этот же период. Эти пики концентраций органических веществ и снижение в воде кислорода, приходились на период «цветения» воды, когда в неё поступало большое количество мертвых органических остатков.

Список литературы

1. Мирненко Э.И. Тенденции в изучении водорослей – индикаторов морской среды / Э.И.Мирненко, Н.С.Захаренкова // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – № 3-4. – 2016. – С. 13–22.
2. Сафонов А.И. Функциональная ботаника в Донбассе: экологический мониторинг, информационные ресурсные технологии, фитодизайн // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2017. – № 1–2. – С. 6–12.
3. Наумчук А.Э. Гидрохимические исследования сточных вод шахты Моспинская / А.Э.Наумчук, Н.С.Захаренкова, А.И.Сафонов // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: Матер. I Междунар. научн. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – Т. 1. Физ.-мат., техн. науки и экол. – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 318–320.
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. 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.

**МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПЫЛЬЦЕВЫХ ЗЕРЕН ИВЫ
БЕЛОЙ (*SALIX ALBA* L.) УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ
г. ДОНЕЦКА И пгт. НОВЫЙ СВЕТ**

Мирненко Н.С.

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

natalya_zaharenkova@mail.ru

Оценка состояния урбанизированной среды с помощью биомониторинга имеет особое значение [3, 4, 6, 13–15]. В качестве биоиндикаторов часто используют показатель состояния пыльцевых зерен древесных растений. Проведение морфологической оценки основано на сравнении нормальной и тератоморфной пыльцы [2, 5, 7, 9, 11, 12]. Данный метод имеет преимущество в скорости выполнения опытов и возможности проведения скрининга большого количества проб [1, 4, 7, 8, 10].

На территории Донбасса палиноиндикационные исследования проводили в двух промышленных регионах – в г. Донецке, крупном промышленном центре и в пгт. Новый Свет. В качестве вида-индикатора для оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха использовали иву белую (*Salix alba* L.) Данный вид широко представлен на прибрежных городских территориях и имеет высокую изученность пыльцевых зерен [7, 8, 14]. Для выполнения исследований были собраны образцы соцветий ивы белой в различных точках г. Донецка и пгт. Новый Свет. Соцветия фиксировали в 70 % этиловом спирте. Изучение микропрепаратов проводили при помощи светового микроскопа Primo Star (Carl Zeiss) при увеличении 40x10.

Морфологическое исследование пыльцевых зерен ивы белой показали, что в г. Донецке наихудшее состояние пыльцы было обнаружено в районах, где расположены промышленные предприятия и проходят автодороги. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о разнообразии вариантов нарушения морфологического строения пыльцы ивы белой.

Наиболее часто встречается безапертурная форма пыльцевого зерна с паталогически разросшейся оболочкой, пыльцевые зёрна с гиперразвитыми аппертурами, двуапертурная форма пыльцы с неравномерным разрастанием оболочки, также часто встречаются пустые пыльцевые зерна. Содержание аномально развитой пыльцы составляет 40 %.

Морфологический анализ пыльцы в пгт. Новый Свет показал, что содержание тератоморфных пыльцевых зерен ивы составляет, в среднем, 30 %, при этом, установлено, что на андроцей в цветках ивы белой оказывает сильное воздействие сочетание загрязняющих веществ и выбросов Старобешевской ТЭС. Анализ полученных данных показал наличие пяти

вариантов морфологических нарушений пыльцы, все они были обнаружены в пробах пыльцы из городской урбанофлоры. Большинство нарушений связано со строением пыльцевых мешков, наружного слоя (экзины) пыльцы, а также стерильное внутреннее содержимое. Рассматривали некачественную пыльцу как вариант проявления тератоморфизма, что в общей сложности указывает на специфику уровня мутагенности среды (преимущественно почвенной и воздушной).

Таким образом, предлагаемый для мониторинга состояния окружающей среды палиноиндикационный метод информативен и хорошо разграничивает районы исследований. Ива белая как тест-объект имеет высокую чувствительность к различным видам загрязнения. Метод можно рекомендовать к применению в биомониторинге экологического состояния урбанизированных территорий.

Список литературы

1. 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. научн. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). Т. 2. Хим. и биол. науки. – Донецк : Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 112–113.
2. Глухов А.З. Состояние пыльцы *Tripleurospermum perforatum* (Merat) M. Laipz 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.
3. 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. научн. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – Т. 1. Физ.-мат., техн. науки и экол. – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С.311-312.
4. Ерохина И.С. Палиноиндикация природной среды урбанизированных территорий таежной зоны / И.С.Ерохина, Н.А.Елькина // Materialy VII Miedzynarodowej naukowii-praktycznej konferencji «Perspektywiczne opracowania sa nauka i technikami – 2011». – V. 45. – Ekologia. – Przemysl: Nauka i studia, 2011. – С. 52–55.
5. Захаренкова Н.С. Статус пыльцевых зерен сорно-рудеральных видов в воздушной среде Донецка / Н.С. Захаренкова // Промышленная ботаника: состояние и перспективы развития: Матер. VII Междунар. научн. конф. (Донецк, 17–19 мая 2017 г.). – Ростов-на-Дону. – С. 182–185.
6. Исиков А.А. Индикационная значимость сорных видов растений в условиях городской среды / А.А. Исиков, 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. 78–79.
7. 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.
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. научн. конф. (Донецк, 25 октября 2018 г.). – Т. 2. Хим.-биол. 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. Мирненко Н.С. Качество пыльцы *Diplotaxis muralis* (L.) DC. в условиях пгт. Новый свет Старобешевского района / Н.С. Мирненко // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – № 3-4.– Донецк: Изд-во ДонНУ, 2018. – С. 157–162.
13. Сафонов А.И. Инвентаризация промышленных объектов Донбасса по фитоиндикационным критериям / А.И. Сафонов // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2019. – № 1. – С. 121–128.
14. Сафонов А.И. Эколого-палинологический анализ некоторых аллергенов городской среды / А.И. Сафонов, П. С. Беломеря // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Проблеми екології. – 2007. – № 1–2. – С. 79–85.
15. Шульгина Н.С. Оценка антропогенной нагрузки на экотопы по данным структурного фитомониторинга / Н.С. Шульгина, 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. 127–128.

УДК 574.21 (447.60):543.312

ОСОБЕННОСТИ «ЦВЕТЕНИЯ» *APHANIZOMENON FLOS-AQUAE* (L.) Ralfs. В АЛЬГОФЛОРЕ НИЖНЕКАЛЬМИУССКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Мирненко Э.И.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
eduard_mirnenko@list.ru

Центральным водным объектом г. Донецка является Нижнекальмиусское водохранилище, представляющее собой лентическую экосистему с замедленным водообменом, принимающее в себя городские стоки, поэтому его изучение является актуальным. За последние годы в лаборатории гидробиологии кафедры ботаники и экологии ДонНУ накоплен базовый экспериментальный опыт многостороннего изучения водоемов Донбасса [1–8].

Материалом для исследования послужили пробы воды, отобранные водохранилище в периоды «цветения» воды.

Проведенный анализ проб фитопланктона показал, что в Нижнекальмиусском водохранилище идентифицировано 92 вида, водо-

рослей фитопланктона, относящиеся к шести отделам. Наибольшее видовое богатство, отмечено для отдела *Chlorophyta* (40 видов), на втором месте по количеству видов *Bacillariophyta* (29 видов), меньшее количество видов было отмечено для *Cyanophyta* (12 видов).

В ходе исследования наблюдали значительные колебания удельной плотности населения фитопланктона. Амплитуда колебаний численности и биомассы имела однопиковый характер. Средняя скорость роста численности увеличивается на 59 % в месяц, причем с апреля по август происходит более чем двадцатикратное увеличение численности.

Динамика изменения плотности биомассы фитопланктона достаточно схожа с численностью, однако ежегодно здесь происходит резкий экспоненциальный подъем в августе-сентябре на 250 %.

Описанный рост экологической плотности популяций указывает на неконтролируемое развитие фитопланктона, а именно на процесс «цветения». Ухудшенные респираторные условия в водоёме приводят к падению концентрации кислорода, превращая его в лимитирующий фактор. В таких условиях, начинают доминировать виды, приспособленные к анаэробному размножению, а именно отдел *Cyanophyta*.

Как было отмечено, отдел *Cyanophyta* представлен в количестве 10% от общего числа видов, однако в сложившихся условиях происходит резкий внутренний рост популяции вида *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs. в естественных условиях.

A. flos-aquae – имеет нитчатую форму тела с одиночными или свободноплавающими собранными в пучки трихомами, в которых ясно дифференцированы срединные или конечные клетками с хорошо выраженными гетероцистами. Обитает в планктоне стоячих, реже текущих водоемов. Способен к массовому развитию, вызывает «цветения», космополит, развивается практически во всех типах водоемов, токсичен.

В Нижнекальмиусском водохранилище наибольшая численность его достигает в сентябре, биомасса в отдельных участках достигает 300 мкг/дм³. Выделяет нейротоксичный алкалоид сакситоксин – это один из самых сильнодействующих цианобактериальных токсинов, при попадании в организм блокирует нервные волокна и разрушает нейромышечный контакт [9]. Сакситоксин аккумулируются в пищевой цепи речных моллюсков и являются причиной паралитического отравления при их потреблении человеком. Период полураспада составляет от 1 до 10 недель.

Таким образом, проведенные исследования показали, что фитопланктон Нижнекальмиусского водохранилища относится к шести отделам 3 из которых являются доминирующими *Chlorophyta*, *Bacillariophyta*, *Cyanophyta*. В альгофлоре был выделен вид (*A. flos-aquae*), имеющий серьёзную экологическую опасность для человека.

Список литературы

1. Мирненко Э.И. Тенденции в изучении водорослей – индикаторов морской среды / Э.И. Мирненко, Н.С. Захаренкова // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – № 3–4. – 2016. – С. 13–22.
2. Наумчук А.Э. Гидрохимические исследования сточных вод шахты Моспинская / А.Э.Наумчук, Н.С.Захаренкова, 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. 318-320.
3. Сафонов А.И. Функциональная ботаника в Донбассе: экологический мониторинг, информационные ресурсные технологии, фитодизайн // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2017. – № 1–2. – С. 6–12.
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. Стратегическая потенциализация фитоиндикаторов техногенных загрязнений / А.И.Сафонов // Аграрная Россия. – 2009. – № 51. – С. 58–59.
6. Мирненко Э.И. Токсические Cyanophyta в фитопланктоне Нижнекальмиусского водохранилища // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – № 3-4– Донецк: Изд-во ДонНУ, 2018. – С. 162–168.
7. Мирненко Э.И. Гидрохимические особенности и формирование фитопланктона в искусственных водоемах Донбасса / Э. И. Мирненко, В. В. Садловская // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2019. – № 1–2. – С. 13–22.
8. 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.
9. Волошко Л.Н. Токсины цианобактерий (Cyanobacteria, Cyanophyta) / Л.Н.Волошко, А.В. Плющ, Н.Н. Титова // Альгология. – 2008. – Т. 18, № 1. – С. 2–20.

УДК 504.5

АКТУАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ПИВОВАРЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Молоканова Л.В., канд. биол. наук, доцент,

Пугачева И.Н., д-р техн. наук, доцент, **Костенко М.Ю., Шевцова Е.А.**
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»,
г. Воронеж, РФ
laramol@mail.ru

Интенсивное развитие пивоваренной промышленности и рост объемов производства приводят к увеличению образующихся отходов, среди которых лидирует зерновая дробина, являющаяся в свежем виде полезной и незаменимой кормовой базой для сельскохозяйственного скота, поэтому большинство пивоваренных предприятий утилизируют ее путем вывоза на скотоводческие фермы. Но не всегда этот способ выгоден, так

как срок хранения отхода слишком мал (не более 24 ч). В связи с этим вопросы вторичного использования данного отхода представляют большой интерес. В литературе рассматриваются методы получения из дробины биологически активных веществ с пробиотическими свойствами [1], ксилита [2], компоста [3], упаковочного материала [4], использование дробины для получения биобутанола [5], проведения биоремедиации загрязненных нефтепродуктами почв [6] и др.

Учитывая тот факт, что основным материалом, применяемым для изготовления упаковочного материала, является полиэтилен, а также то, что в ближайшие годы производство упаковки из полиэтилена будет запрещено, актуальным является поиск новых материалов для создания упаковки. Являясь продуктом переработки растительного сырья, пивная дробина содержит целлюлозу, которая достаточно трудно подвергается деструкции микроорганизмами и грибами.

Целью работы явилось изучение возможного способа утилизации пивной дробины за счет получения новых упаковочных материалов на ее основе, оценка возможности биологического разложения полученного материала и его влияние на рост растений.

Образующаяся на Воронежском пивзаводе в процессе фильтрации затора дробина, обладает высокой влажностью (75,5 %), что делает невозможным ее длительное хранение, поэтому любая технологическая схема утилизации дробины должна начинаться с сушки. После высушивания дробины содержание влаги снижается до 11 %. В качестве сушилки была предложена роторная сушилка с псевдоожиженным слоем. После высушивания пивной дробины при помощи пресса на базе учебной лаборатории получили образец упаковочного материала, в котором использовался костный клей в качестве связующего агента.

Для проведения эксперимента по биологическому разложению пивной дробины нами был выбран штамм гриба *Trichoderma viride*. Мицелий данного гриба бесцветный, на субстрате образуются колонии зеленого цвета. Был использован промышленный препарат «Триходерма вериде» – порошок, содержащий споры гриба *Trichoderma viride* штамм 471 ГНУ ВНИИСХМ РАСХН, титр не менее 1 млрд. спор/г. В чашки Петри помещались образцы упаковочного материала в виде окружностей с диаметром 85 мм, укладка велась в один слой. В центр чашки вносили суспензию (1 г порошка препарата на 100 мл дистиллированной воды) на образцы. Выдерживали образцы в течение 1 ч для подсушивания суспензии, затем помещали в лабораторный эксикатор. Через каждые два дня осматривали чашки Петри для выявления колоний гриба. Продолжительность эксперимента составила 20 дней. Оценку степени биологической стойкости исследуемого материала определяли на основании количества колоний, обнаруживаемых под микроскопом и невооруженным глазом. Для определения количественных характеристик

процесса биоразложения образцы упаковочного материала были высушены, взвешены и помещены в емкости с почвой массой 500 г на глубину 1 см и 2 см. В почву вносилась суспензия спор гриба *Trichoderma viride*. Контрольные образцы также помещались в почву, но туда не вносили споры гриба. Почву поливали дистиллированной водой. Эксперимент проводился в течение 28 дней. Затем образцы упаковки извлекали из почвы, высушивали, взвешивали. Количественно процесс разрушения созданного материала оценивался по уменьшению массы образцов и изменению содержания целлюлозы. Содержание целлюлозы в образцах определяли по методу Кюршера и Ганака. Для проведения биотестирования были взяты образцы упаковочного материала и помещены в емкости с почвой массой 400 г на глубину 3 см. В почву вносилась суспензия спор гриба *Trichoderma viride*. Затем в течение 10 дней почву поливали дистиллированной водой. Затем в опытный и контрольный (без внесения спор гриба *Trichoderma viride*) грунты были посажены по 50 семян овса посевного. Через 10 дней проводилась оценка всхожести семян в опытных и контрольных экспериментах.

При исследовании колонизации субстрата под микроскопом были обнаружены редкие колонии на 4 день, на 10 день колонии стали хорошо видны невооруженным глазом, но колонии занимают менее 25 % поверхности субстрата, на 14 день колонии занимают более 25 % поверхности образца. Исследование биологического разложения образцов позволили выявить снижение их массы, также было обнаружено уменьшение содержания в них целлюлозы (табл.). Полученные результаты свидетельствуют о биологическом разложении упаковочного материала. Использование в качестве биодеструктора спор гриба *Trichoderma viride* штамм 471 ГНУ ВНИИСХМ РАСХН достаточно эффективно, о чем можно судить по изменению массы образцов и по снижению содержания в них целлюлозы.

Таблица

Динамика массы образцов и содержания целлюлозы в них

Показатель	Полученный образец	Исследуемые образцы			
		В почве на глубине 1 см	Контроль на глубине 1 см	В почве на глубине 2 см	Контроль на глубине 2 см
Масса, г	10,5±0,15	8,5±0,16	9,1±0,2	9,7±0,15	10,3±0,10
Потеря массы, %	–	19,05	13,33	7,62	1,90
Содержание целлюлозы, %	18,3±0,10	10,1±0,05	17,9±0,05	12,5±0,10	18,0±0,05

Проведенное биотестирование показало положительное влияние биологического разложения полученного упаковочного материала в почве на рост растений (в качестве тест-объекта использовался овес).

Таким образом, полученный упаковочный материал на основе пивной дробины имеет неоспоримые преимущества перед упаковкой из

полиэтилена. Разработка рецептуры создания упаковки поможет решить целый ряд проблем: снизить количество отходов производства; получить упаковочный материал, который легко подвергается биодеструкции и не наносит вреда окружающей среде, а напротив, улучшает качество почвы и может использоваться в дальнейшем в качестве удобрения.

Список литературы

1. Касаткина А.Н. Зерновая дробина как основа для получения биологически активных добавок с пробиотическими свойствами / автореф. дис. канд. биол. наук. – М., 2008. – 23 с.
2. Пат. 11224958 Россия. Способ приготовления компоста с использованием пивной дробины / Н. Г. Ковалев, Р. М. Рабинович, Э. М. Сульман // Заявл. 31.12.2003; № 2003138196/12; Оpubл. 10.04.2005.
3. Пат. 2290390 Россия. Способ получения компостов из органических отходов / А.Д. Неклюдов, Н.А. Баер, А.Н. Иванкин // Заявл. 28.12.2008; № 2004138329/12; Оpubл. 27.12.2010.
4. Оболенский Н.В. Способ получения биогаза и удобрения / Н.В.Оболенский, А.В.Мартьянычев, М.С.Вашдышева // Карельский научный журнал. – 2015. – № 1 (10). – С. 157-159.
5. Морозова Т.С. Оценка возможности применения пивной дробины при сбраживании гидролизатов лигноцеллюлозного сырья в биобутанол / Т.С.Морозова, С.Ю.Семенов // Принципы экологии. – 2017. – № 2. – С. 38–46.
6. Руденко Е.Ю. Биоремедиация нефтезагрязненных почв органическими компонентами отходов пищевой (пивоваренной) промышленности / дис. док. биол. наук. – Самара, 2015. – 56 с.

УДК 582.296.32 : 632.15 (477)

БИОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ И ЭКОЛОГО-ЦЕНОТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НОВЫХ ВИДОВ ВРУОВІОНТА В ДОНЕЦКО- МАКЕЕВСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

Морозова Е.И.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
chocolate7739@gmail.com

Возрастающая с каждым годом деградация природной среды под влиянием антропогенных загрязнений создает угрозу выживаемости человечества. Современные технические средства контроля состояния окружающей среды, разработанные в первую очередь для оценки степени загрязненности в промышленных условиях, – не единственные способы определения состояния природной среды [1–2]. Ранее бриофлора не была детально изучена систематически, но в последние несколько лет эта ниша стала одним из ведущих направлений научных исследований на техногенно трансформированных территориях Донбасса, в частности Донецко-Макеевской промышленной агломерации [3–6].

Всё еще подробного изучения требуют различные вопросы физиологии и биохимии бриобионтов: жизнедеятельность, способность переносить водный дефицит и высокие температуры, а также различные факторы, морфофизиологическая пластичность, взаимоотношение мохообразных с другими таксономическими группами растений. Такие подробности позволяют спрогнозировать в дальнейшем развитие их группировок в свете постоянно изменяющихся условий во времени из-за влияния различных антропогенных факторов. Результаты таких исследований влияют на реализацию решений по сохранению биологического разнообразия трансформированных экотопов и проведению мониторинговых программ, что приводит к меньшему риску образования проблем с загрязнением разного характера, благодаря нахождению и возможному купированию самого источника загрязнения. Всё это делает актуальным изучение мохообразных, произрастающих на антропогенно нарушенных территориях [7–11].

Целью настоящего исследования – дать биоморфологические описания, провести эколого-ценотический анализ и указать жизненные стратегии новых видов мохообразных по результатам инвентаризационных работ в период осени 2018 – лета 2019 гг. Для исследования использовали следующие методы: анализ, полевые сборы, сравнительно-морфологический метод с использованием определителей [12], микроскопия.

Объектами были обнаруженные новые виды мхов для территории Донецко-Макеевской промышленной агломерации: *Dicranum fulvum* Hook., *Didymodon fallax* (Hedwig) R. H. Zander, *Grimmia pulvinata* (Hedw.) Sm., *Orthotrichum diaphanum* Brid [13].

На основании эколого-ценотического анализа установлено, что по приуроченности к различным субстратам мохообразные представлены комбинациями эпигейно-эпифитно-эпилитной групп, что указывает на их обладание высокой экологической амплитудой и пластичностью, которая помогает им успешно осваивать даже неблагоприятные для произрастания территории.

По отношению к влаге и освещению являются сциогелиофитами и мезоксерофитами, что приемлемо для мест их произрастания. В жизненных же стратегиях виды – бриопатиенты, что значит, имеют способность выносить давление и ограничения для развития от сильных конкурентов и могут проживать в достаточно стрессовых условиях.

Выполненная работа позволит существенно повысить точность прогнозов изменений в окружающей среде, вызванных деятельностью человека, что востребовано в связи с проводимыми мероприятиями по изучению и мониторингу видов *Bryobionta* на территории Республики.

Работа выполнена в рамках тем: № 0117D000192 «Функциональная ботаника: экологический мониторинг, ресурсные технологии, фитодизайн» и № 0118D000017 «Диагностика природных и трансформированных экотопов по состоянию фитокомпонентов».

Список литературы

1. 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.
2. Сафонов А.И. Инвентаризация промышленных объектов Донбасса по фитоиндикационным критериям / А.И. Сафонов // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2019. – № 1. – С. 121–128.
3. 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.
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. Safonov A. I. Phytoindicational monitoring in Donetsk / A. I. Safonov // Наука. Мысль. – 2016. – № 4. – С. 59–71.
6. Сафонов А.И. Экспертиза промышленных предприятий Донбасса по состоянию фитокомпонентов / А.И.Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2019. – № 1-2. – С. 35–43.
7. 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. научн. конф. студ. и молодых ученых (Донецк, 17-20 октября 2017 г.). – Т. 2. Хим.-биол. науки. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2017. – С. 100–102.
8. Морозова Е.И. Экологические спектры основных таксонов мохообразных в г. Макеевка. // Донецкие чтения 2018: Образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: матер. III Междунар. научн. конф. (Донецк, 25 октября 2018 г.). – Т. 2. Хим.-биол. науки. Донецк: Изд-во ДонНУ, 2018. – С. 206–207.
9. Сафонов А.И. Видовое разнообразие мохообразных Донецко-Макеевской промышленной агломерации / А.И. Сафонов, Е. И. Морозова // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2017. – № 3–4. – С. 24–32.
10. 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.
11. Сафонов А.И. Мохообразные Донецкой агломерации: иллюстрированный атлас и бриоиндикация / А.И. Сафонов, Е.И. Морозова. – Донецк: ДонНУ, 2018. – 128 с.
12. Игнатов М.С. Флора мхов средней части европейской России / М. С. Игнатов, Е. А. Игнатова. – М.: КМК, 2003. – Т. 1. – 608 с; М. : КМК, 2004. – Т. 2. – С. 608-994.
13. Морозова Е.И. Новые находки видов Bryobionta в Донецко-Макеевской промышленной агломерации / Е.И. Морозова // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2019. – № 1-2. – С. 22–27.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ АНАЛИЗА ПОДВИЖНОСТИ ЛИСТЬЕВ В УСЛОВИЯХ ВЕТРОВОЙ НАГРУЗКИ

Мудрецова К.В.¹, Стрельников И.И.², канд. биол. наук

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

² ГУ «Донецкий ботанический сад», г. Донецк, ДНР

oks.mudretsova@gmail.ru, ivanstrel87@gmail.com

Основной абиотической причиной повреждения деревьев является движение, вызванное ветром. Даже на низких уровнях скорости ветра, не угрожающих поломкой дерева, ветровая нагрузка играет ключевую роль в тепло- и газообмене растений, транспорте веществ и фотосинтезе. Исследования механики колебаний растений под действием ветра с помощью теоретического [2] или численного анализа [1] были сосредоточены на стволе, пренебрегая остальными частями дерева. Напротив, исследования S. Vogel [3], L. Tadrist [2] указывают на существенный вклад ветвей и листьев в механику взаимодействия системы «дерево-ветер».

Для исследований механического отклика листа необходимы аэродинамические трубы и точные датчики для учета мелких движений. Ранее такое оборудование было практически недостижимо ввиду своей дороговизны и отсутствия готовых решений. В своих работах Vogel продемонстрировал возможность успешного использования не фабричных, кустарных аналогов аэродинамических тоннелей, основанных на системе труб и вентиляторов. Кроме того развитие радиотехники, в частности появление доступных микроконтроллеров, сделало возможным использование в лабораторных установках не дорогостоящих высокоточных датчиков.

Целью нашей работы являлась реализация компьютеризированной системы, состоящей из аэродинамической трубы, с управляемой скоростью потока, тензодатчика для измерения лобового сопротивления (drag-effect) и акселерометра для определения вибраций, создаваемых листом.

Основой установки выступила кустарная аэродинамическая труба, представляющий из себя каскад из трех сужающихся труб с диаметрами 240, 180 и 100 мм. В центральной секции расположен вентилятор с параметрами: рабочее напряжение – 220 В, мощность – 45 Вт, генерируемый поток (паспортные данные) 300 л/с.

В установке использовали тензодатчик с пределом измерения 1 кг. Считывание данных производится с помощью платы НХ711, подключенной к отладочной плате Arduino nano v.3. Для температурной коррекции в непосредственной близости от тензодатчика, расположен термодатчик (плата ВМР280). На лабораторных штативах монтировали механизмы для фиксирования листа, объединенные с датчиками. Лист закрепляли с помощью зажима типа «крокодил». Для передачи усилия от

движущегося листа к тензодатчику зажим размещался (с помощью подвижного соединения) на конце дюралюминиевой трубки, длиной 50 см. Второй конец трубки жестко соединен с одним концом тензодатчика. Сам тензодатчик зафиксирован на раме из лабораторных штативов. В результате лист, утягиваемый ветром, сообщает усилие трубке, которая выступая рычагом, передает его в увеличенной форме на тензодатчик. Для предотвращения температурных колебаний трубка с тензодатчиком закрыта кожухом из вспененного полиэтилена.

Для измерения вибраций, создаваемых движущимся листом, на трубке расположен трех осевой акселерометр MPU6050 на плате GY521, подключенный ко второй отладочной плате Arduino nano v.3.

Контроль воздушного потока и скорости истечения воздуха из аэродинамической трубы (далее скорость ветра) осуществляли через регулировку оборотов двигателя вентилятора. Для этого использовали диммер на основе симистора, управляемый третьей отладочной платой Arduino. Зависимость скорости ветра от частоты оборотов определяли с помощью чашечного анемометра на расстоянии 4 см от жерла трубы. В целях исследования были подобраны 7 скоростей ветра (от 1.5 до 7.5 м/с с шагом 1 м/с). Общая схема установки представлена на рисунке.

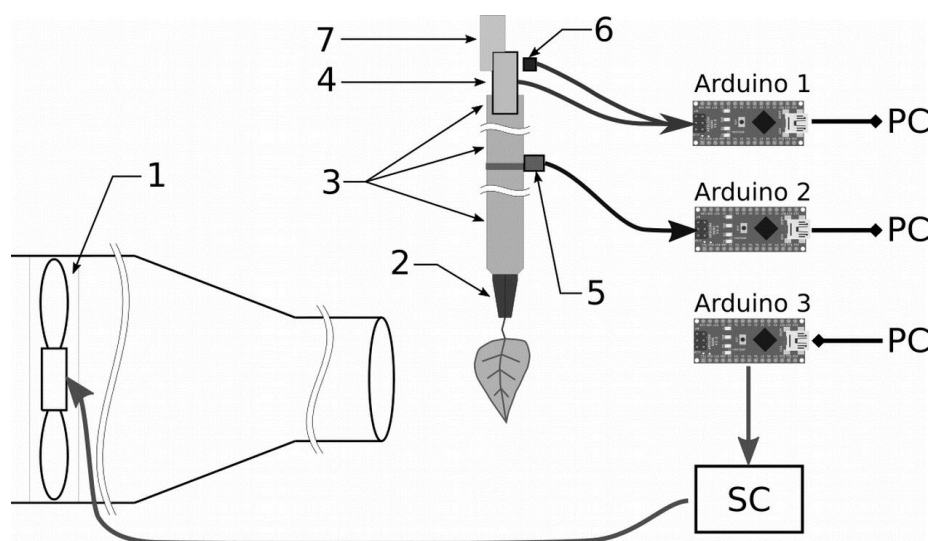


Рис. Общая схема лабораторной установки. 1 – вентилятор, 2 – зажим «крокодил», 3 – трубка-рычаг, 4 – тензодатчик, 5 – акселерометр, 6 – термодатчик, 7 – поддерживающая арматура, SC – система контроля оборотов двигателя, PC – программное обеспечение персонального компьютера

На основе предварительных тестов разработали трехэтапную схему измерения параметров для одного листа.

Этап 1. Калибровочные данные собираются в три шага: показатели тензодатчика с прикрепленным листом; тоже, но с добавлением груза в 5.7 г, подвешенного через блок, чтобы имитировать нагрузку от парусного эффекта; тоже, но с грузом 10.7 г. На основе этих данных рассчитываются

коэффициенты (нулевое смещение и коэффициент пропорциональности) для пересчета показателей тензодатчика в граммы.

Этап 2. Запускается вентилятор и последовательно генерируются 7 скоростей ветра (от 1.5 до 7.5 м/с). На каждой скорости считываются показатели тензодатчика и акселерометра. Данные показатели характеризуют лобовое сопротивление и вибрации листа.

Этап 3. Так как генерируемый ветер создает нагрузку не только на лист, но и на прочие элементы конструкции, данные собранные на этапе 2 оказываются завышенными и требуют коррекции. Для этого лист снимается с установки и повторяются замеры тензодатчика при тех же 7 скоростях ветра. Полученные величины (лобовое сопротивление без листа) вычитаются из соответствующих показателей этапа 2.

Во всех описанных выше случаях один замер состоит из 100 значений показателей тензодатчика и 1400 значений акселерометра.

Для реализации представленной схемы разработана программа на языке Python 3.5, которая в полуавтоматическом режиме посылает команды соответствующим микроконтроллерам на включение и выключение вентилятора, задает необходимую частоту вентилятора. Эта же программа запрашивает сбор данных с датчиков в нужные отрезки времени и реализует их первичную обработку. Полученные показатели сохраняются в файлы на жестком диске.

Таким образом, разработанная лабораторная установка отвечает заявленным целям, а именно обеспечивает инструментальное определение лобового сопротивления листа при разных скоростях ветра, а также частоты и относительной амплитуды вибраций, которые создает лист при движении. Компьютеризированное управление установкой обеспечивает надежность и воспроизводимость этапов схемы измерения, снижает трудоемкость исследования, а также исключает влияние человеческого фактора из процедуры сбора данных.

Список литературы

1. Kerzenmacher T. A mathematical model to describe the dynamic response of a spruce tree to the wind / T. Kerzenmacher, B. A. Gardiner // *Trees* – 1998. – № 12. – P. 385–394.
2. Tadrict L. Wind and gravity mechanical effects on leaf inclination angles / L. Tadrict, M. Saudreau, E. Langre // *Journal of Theoretical Biology*. – 2014. – № 341. – P. 9–16.
3. Vogel S. Drag and reconfiguration of broad leaves in high winds / S. Vogel // *Journal of Experimental Botany*. – 1989. – №. 40. – P. 941–948.

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ *BRYUM ARGENTEUM* В УСЛОВИЯХ РАЗЛИЧНОЙ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

Ночвина Т.С.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
nochvina.t@yandex.ru

Мохообразные являются одним из лучших индикаторов природных и антропогенных сред: своими определенными изменениями, которые произошли с их организмами под действием окружающих факторов, являются четким информатором для оценки состояния окружающей среды [1–4]. Изучение мохообразных в техногенно трансформированном Донбассе является востребованной региональной задачей [5–10].

Цель работы – проанализировать изменения морфологического строения вида *Bryum argenteum* в условиях отличной интенсивности антропогенной нагрузки на территории. Работа является продолжением начатых авторских разработок [11].

Сбор исследуемого материала был осуществлен в весенне-летний период 2019 г. на пяти мониторинговых точках (МТ) – территориях с различным уровнем антропогенной нагрузки (г. Зугрес и территория Ботанического заказника «Зорянская степь» г. Макеевки).

На исследуемых участках распространенным и часто встречаемым видом был *Бриум серебристый*. Данный вид характеризуется антропофильностью, урбанофильностью; присущи жизненные стратегии – бриоэксплерент, бриопатент. *Bryum argenteum* Hedw. – индикатор атмосферного загрязнения, что под действием загрязнителей изменяет свои морфологические и физиологические показатели, так же является очень толерантным к токсичным действиям поллютантов. Так как отмеченный вид встречается на каждом из участков, было проведено диагностическое исследование стебелька и листовой пластинки.

МТ № 1: при рассмотрении под микроскопом образца (см. рис. а) отчетливо видно, что на кончиках листа есть потемнения (хлорозы). Листики достаточно плотно прижаты к стеблю. Хлороз верхней части листовой пластинки может быть вызван загрязнением атмосферы.

МТ № 2: при анализе материала с данного участка была отмечена потеря окраса листовой пластинки начиная с верхушки (рис. б), наличие хлорозов в середине листовой пластинки. Данное явление можно связать с действием газодымовых выбросов, что в процессе влияния на мохообразных приводит к изменению их как морфологических, так и физиологических показателей.

МТ № 3: на образцах с этого участка были отмечены хлорозы с верхушки листовой пластинки и до середины, зафиксирована потеря

окраски. Отличительной чертой было расположение листьев: на этом участке они не плотно прилегают к стеблю, а имеют распушенный вид (рис. в). Потемнения объясняются влиянием загрязнителей, предположительно, аэрозольного характера и пылеосаждения.

МТ № 4: исследуемый образец (рис. г) характеризуется ярким и насыщенным цветом листьев, однако, отчетливо выражена дефолиация, количество листовых пластинок сравнительно мало. Возможно, это связано с неполным развитием изучаемого материала, в том числе причиной может являться конкуренция с другими растениями.

МТ № 5: отличительной чертой является хорошо развитая корневая система, пластинки находятся в неплотном положении к стеблю, и имеют яркий и насыщенный зеленый цвет (рис. д). Некоторые листья лишены пигментации. Прослеживалось образования хлорозов преимущественно с верхней части листа.

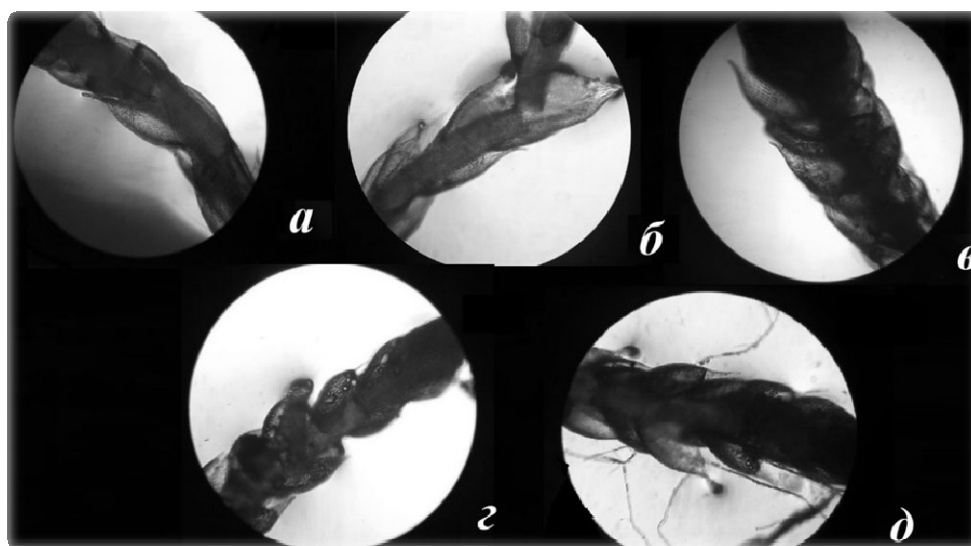


Рис. Морфология фрагментов *Bryum argenteum* Hedw. (x 0.8) (а – МТ № 1, б – МТ № 2, в – МТ № 3, г – МТ № 4, д – МТ № 5), пояснения в тексте, фото автора

Следовательно, на каждом из исследуемых участков были отмечены хлорозы и видимая потеря пигментации. Наибольшее выражение отклонений отмечено на МТ № 1-3, что может свидетельствовать о наличии атмосферных поллютантов на данных мониторинговых точках, которые способны пагубно влиять на качество окружающей среды. На МТ № 4 нет ярко выраженных изменений в структуре, так же, как и контроль (МТ № 5) имеет насыщенный цвет и нормальное положение листьев.

Морфологические особенности строения *Bryum argenteum* Hedw., а также варьирование морфометрических показателей в образцах, собранных в экотопах антропогенно трансформированной среды, является явным информатором загрязнений. Широкое распространение вида *Bryum argenteum* Hedw. на исследуемых территориях говорит о его высокой степени толерантности по отношению к загрязнению.

Список литературы

1. Beshpalova S.V. Determination of bioindicators sensitivity thresholds for ecologically unfavourable environmental factors / S.V.Beshpalova, O.S.Goretsky, A.Z.Glukhov, et al. // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2010. – № 1(10). – С. 9–25.
2. Beshpalova S.V. The criteria of assessment of ecological state of environment on thresholds of sensitivity of bioindicators / S.V. Beshpalova, O.S. Goretsky, A.Z. Glukhov, et al. // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2011. – № 1. – С. 25–43.
3. 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. 8–14.
4. Сафонов А.И. Стратегическая потенциализация фитоиндикаторов техногенных загрязнений / А.И. Сафонов // Аграрная Россия. – 2009. – № 51. – С. 58–59.
5. Сафонов А.И. Инвентаризация промышленных объектов Донбасса по фитоиндикационным критериям / А.И. Сафонов // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2019. – № 1. – С. 121–128.
6. 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.
7. 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. научн. конф. студ. и молодых ученых (Донецк, 17-20 октября 2017 г.). – Т. 2. Хим.-биол. науки. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2017. – С. 100–102.
8. Сафонов А.И. Видовое разнообразие мохообразных Донецко-Макеевской промышленной агломерации / А.И. Сафонов, Е.И. Морозова // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2017. – № 3–4. – С. 24–32.
9. Safonov A. I. Phytoindicational monitoring in Donetsk / A. I. Safonov // Наука. Мысль. – 2016. – № 4. – С. 59–71.
10. 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.
11. Ночвина Т.С. Формирование доминирующих жизненных стратегий бриобионтов на территории г. Зугрес / Т.С. Ночвина // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов сборник материалов международной научной конференции аспирантов и студентов. – Донецк, 2019. – С. 126–128.

ОЦЕНКА УРОВНЯ ЭСТЕТИЗМА ФИТОКОМПОНЕНТОВ ЭКОТОПОВ ДОНБАССА НА ПРИМЕРЕ *ECHIMUM VULGARE* L.

Пчеленко О.В.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

pcelkaks@mail.ru

К наиболее весомым показателям качеств растений относятся их устойчивость к условиям среды и декоративность, что положено в основу их эстетической ценности и значимости при оценке благоприятной среды для произрастания [1–3, 8, 9, 12]. Поскольку высокодекоративные виды и в особенности их сорта, как правило, нуждаются в постоянном уходе и редко на протяжении длительного времени выдерживают неблагоприятные условия среды, то альтернативой им может рассматриваться группа сорно-рудеральных видов, которым характерен быстрый рост, расселение, устойчивость и приспособляемость к стрессовым условиям среды [4, 5, 10, 11]. К тому же сорно-рудеральные растения способны уменьшать техногенное давление и способствовать оптимизации при эстетическом загрязнении окружающей среды в условиях развитой промышленности и селитебности [5–7, 13].

Поскольку ни одна из методик оценивания эстетизма не может быть универсальной для всех видов природной флоры, то для оценки декоративности сорно-рудеральных видов растений антропогенно нарушенных экотопов нами выделен *Echium vulgare* L. как условно модельный вид. Так как процесс изучения, оценивания и анализа уровня эстетизма видов природной флоры в антропогенных имеет ряд особенностей, это предполагает использование специфических методов и подходов [10, 11]. Поэтому оценивание проводили по авторской методике критериев эстетизма на онтогенетическом уровне. Таким образом, можно также оценить и общее состояние вида при определённых условиях существования.

Echium vulgare L. – синяк обыкновенный (сем. *Boraginaceae*). Факультативный двулетник; олиготроф; мезоксерофит; гелиофит. Является сорно-степным растением с широкой экологической амплитудой. Встречается повсеместно. Исследования проводили в условиях различных экотопов. Для проведения эксперимента было отобрано 15 особей, произраставших на разных экотопах.

Все результаты, полученные в ходе эксперимента, отражены в таблице.

Полученные данные свидетельствуют о том, что данный вид находится в удовлетворительном состоянии (средняя оценка 2.2), произрастая в условиях антропогенных экотопов. Экземпляры 11, 12, 14 получили наименьшее количество баллов. Это связано с тем, что произрастают они в

экотопах путей сообщения и экотопах с полностью преобразованными эдафотопами. Где подвергаются механическим повреждениям и наибольшему действию других неблагоприятных факторов. В наиболее благоприятном состоянии находятся растения, произрастающие в селетельных экотопах. Экземпляры № 1-5,7,9,10,15 получили высокие баллы и характеризуются значительным уровнем эстетизма. А экземпляры № 6,8,11-14 имеют средний показатель декоративности.

Таблица

Оценка уровня эстетизма фитокомпонентов природных экотопов на примере *Echium vulgare* L.

№ п/п	Признаки	Экземпляр №														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Окраска цветка и её устойчивость в фенопаузе	3	3	3	3	3	2	3	2	3	2	1	1	2	1	3
2	Размер цветка в общем соотношении к размеру надземной части особи	2	3	1	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	Общий габитус растения, цветоноса, генеративной составляющей особи	3	3	1	3	3	1	3	1	2	3	1	2	1	1	3
4	Презентабельность соцветия	3	2	2	2	2	1	3	1	3	2	1	1	1	2	3
5	Размер соцветия	2	2	1	1	2	1	2	2	3	2	2	2	1	2	1
6	Количество одновременно открытых цветков	2	2	1	2	3	1	2	1	1	1	1	1	2	1	3
7	Качество листового аппарата	2	3	3	3	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2	2
8	Оригинальность формы и расположения	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2
9	Общее состояние растения	3	3	3	3	2	2	3	1	3	2	2	2	3	1	3
Σ		23	23	18	23	22	16	24	15	22	19	15	15	17	15	22

Виды природной флоры, характеризующиеся неординарным уровнем эстетизма, являются перспективными в озеленении при создании регулярных цветочных насаждений города, композициях с камнями и другими декоративными элементами. Также они могут существенно уменьшать визуальное загрязнение и послужить хорошим материалом для озеленения мест, где высокодекоративные растения не смогут выжить: отвалы угольных шахт, автострады, пустыри, проспекты и перекрёстки с интенсивным движением транспорта.

Список литературы

1. 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. научн. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – Т. 2. Хим. и биол. науки. – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 116–117.
2. 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.
3. Голевич Е.В. Эстетическая ценность некоторых видов природной флоры в условиях промышленного региона / Е.В. Голевич, А.И. Сафонов // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Проблеми екології. – 2007. – № 1-2. – С. 71–79
4. 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.
5. Пчеленко О.В. Эстетическая ценность некоторых видов природной флоры в антропогенно нарушенной среде // Вестник СНО ДонНУ, Донецк: ДонНУ. – 2018. – С. 193–199.
6. Самошкина Э.Д. Экологическая обусловленность тератогенеза растений / Э.Д.Самошкина, А.И.Сафонов // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: Матер. I Междунар. научн. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – Т. 1. Физ.-мат., техн. науки и экол. – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 323–324.
7. Сафонов А.И. Экспертиза промышленных предприятий Донбасса по состоянию фитокомпонентов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2019. – № 1-2. – С. 35–43.
8. Сафонов А.И. Функциональная ботаника в Донбассе: экологический мониторинг, информационные ресурсные технологии, фитодизайн // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2017. – № 1–2. – С. 6–12.
9. 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, О.А.Гридько // Проблемы и перспективы развития современной ландшафтной архитектуры: Матер. Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Симферополь: Изд-во КФУ, 2017. – С. 73–75.
10. Сенина А.В. Критерии ботанико-экологического анализа альпинариев г. Донецка / А.В.Сенина, 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. 112–114.
11. Сенина А.В. Эколого-эстетическая оценка каменистых горок урбанизированной среды / А.В.Сенина, Е.А.Рублева, А.И.Сафонов // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: матер. I Междунар. научн. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – Т. 2. Хим. и биол. науки. – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 141–142.

12. 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. научн. конф. студ. и молодых ученых (Донецк, 17-20 октября 2017 г.). – Т. 2. Хим.-биол. науки. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2017. – С. 120–122.
13. Чирва Ф. В. Аутэкологическая роль *Filipendula vulgaris* Moench. и *Betonica officinalis* Klokov в степных сообществах разной степени пастбищной дигрессии / Ф. В. Чирва, А. И. Сафонов // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: Матер. I Междунар. научн. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – Т. 2. Хим. и биол. науки. – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 147–149.

УДК 58.632 : 581.5 (477.60)

ФРОНТАЛЬНЫЙ СПЕКТР ФИТОДИАГНОСТИКИ В ДОНБАССЕ (2018-2019 гг.)

Сафонов А.И., канд. биол. наук, доцент

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

andrey_safonov@mail.ru

В аспектах госбюджетной темы «Диагностика природных и трансформированных экотопов по состоянию фитокомпонентов» за 2018 и 2019 гг. проведены экспериментальные исследования по выявлению информативно-диагностических критериев растений, чья функция по структурно-функциональной организации может рассматриваться как информативная для экологического мониторинга Донбасса.

Деятельность научных изысканий на кафедре ботаники и экологии реализуется в отношении проведения экологической экспертной оценки [1], инвентаризационной программы для промышленных объектов Донбасса [2, 3], установлению диапазонов и специфике накопления тяжелых металлов в гаметофитах мохообразных [4, 5] и цветковых [6] растений; опубликован список новых и редких видов мохообразных в Донбассе [7], данные долгосрочного эксперимента объединены в чек-листе индикаторных признаков [8], рассмотрены аспекты востребованности фитоквантификационного мониторинга в регионе [9]; все научные достижения сопряжены с образовательным процессом [10].

Впервые в регионе заложены и визуализированы 113-компонентная (Центральный Донбасс) и 120-узловая (центр г. Донецка) мониторинговые сетки локальных пробных площадей для параметрического ранжирования показателей трансформации экосистем по фитоиндикационным критериям, что важно для пользования картографической продукцией в системе менеджмента и создание информационного атласа. Получены и камерально обработаны данные полевых и экспедиционных сборов по бриофитам и цветковым видам-индикаторам природной и урбанофлоры

Донбасса, что значимо для региональной фитоиндикации и экологических программ, реализуемых в Донбассе. Реализован скрининг экологической фитоквантификации Донбасса, что положено в основу проведения экологической экспертизы и определения территорий экологического неблагополучия и техногенного риска в регионе.

Дальнейшее развитие указанного тематического направления напрямую зависит от уровня государственного финансирования для обеспечения материально-технического оснащения специализированных лабораторий в регионе.

Список литературы

1. Сафонов А.И. Экспертиза промышленных предприятий Донбасса по состоянию фитокомпонентов / А.И. Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2019. – № 1-2. – С. 35–43.
2. Сафонов А.И. Инвентаризация промышленных объектов Донбасса по фитоиндикационным критериям / А.И. Сафонов // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2019. – № 1. – С. 121–128.
3. Сафонов А.И. Сорно-рудеральная фракция урбанофлоры 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. 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. 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. научн. конф. (Донецк, 25 октября 2018 г.). – Т. 2. Хим.-биол. науки. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2018. – С. 217–218.
6. Сафонов А.И. Фиторемедиационный эффект по данным экологического мониторинга в Донбассе / А.И.Сафонов, О.В.Фрунзе // Среда, окружающая человека: природная, техногенная, социальная: Матер. VIII Междунар. научн. конф. (Брянск, 25-27 апреля 2019 г.). – Брянск: Изд-во БГИТУ, 2019. – С. 159–162.
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. Сафонов А.И. Чек-лист индикаторных признаков сорно-рудеральной фракции урбанофлоры г. Донецка (1998-2018 гг.) / А.И.Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2018. – № 3–4. – С. 67–72.
9. Сафонов А.И. Фитоквантификация как информационный ресурс экологического мониторинга Донбасса / А.И. Сафонов // Донецкие чтения 2018: Образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Матер. III Междунар. научн. конф. (Донецк, 25 октября 2018 г.). – Т. 2. Хим.-биол. науки. Донецк: Изд-во ДонНУ, 2018. – С. 216–217.
10. 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.

БРИОИНДИКАЦИЯ СОСТОЯНИЯ ВОЗДУХА В ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТИ СЕВЕРНОГО ПРИАЗОВЬЯ

Сергеева А.С., Алемасова А.С., д-р хим. наук, профессор

Сафонов А.И., канд. биол. наук, доцент

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

anastasia-sergeeva1995@mail.ru

Донбасс является наиболее промышленно развитым регионом Восточной Европы. Расположены здесь основные межотраслевые комплексы: энергетический, металлургический, машиностроительный, химико-индустриальный, транспортный и рекреационный, которые являются главными антропогенными источниками поступления тяжелых металлов в атмосферу.

Металлы и их соединения вымываются атмосферными осадками или оседают естественным путем на поверхности почв и растений. В качестве биоиндикаторов загрязнения воздушной среды было предложено использовать наземные зеленые мохообразные [1]. Контроль содержания тяжелых металлов в атмосферном воздухе для оценки загрязнения промышленного Донбасса является актуальной задачей. Следовые количества тяжелых металлов и их концентрации превышающие установленные нормы, могут вызывать различные патологии развития. Ткани мохообразных способны эффективно концентрировать тяжелые металлы и другие микроэлементы, содержащиеся в воздухе и осадках. Не имея корневой системы, исключается вклад других источников, кроме атмосферных выпадений.

Метод использования мохообразных в качестве биомониторов основан на сравнительном анализе концентраций химических элементов в тканях гаметофитов. Такая работа была активизирована в донецком регионе в последние годы и уже получены первичные данные рекогносцировочных отборов проб [2, 3].

Исходя из мирового опыта [4], в качестве биоиндикаторов достаточно хорошо подходят мохообразные *Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi*, *Hypnum cupressiforme* и другие *pleurocarpous*, которые являются эффективной ловушкой металлов в осадках и аэрозольных частицах. Однако в Северном Приазовье указанные виды мохообразных не распространены по всей территории [5], поэтому в качестве объектов исследования были выбраны наиболее часто встречающиеся биообразцы: *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid (1), *Bryum argenteum* Hedw (2), *Bryum caespitium* Hedw. (3), *Hylocomium splendens* (Hedw.) Bruch et al. (4), *Pleurozium schreberi* (Willd. ex Brid.) Mitt. (5) [6].

Пробоотбор проводили в Донецко-Макеевской промышленной агломерации, городах Енакиево, Горловке, Зугресе, Харцызске, Дебальцево и буферных зонах заповедных объектов ДНР.

Методом атомно-абсорбционной спектрометрии было проведено определение содержания тяжелых металлов в бриобионтах (таблица 1). Методика заключалась в минерализации высушенных образцов гаметофитов мохообразных методом сухого озоления, дальнейшем извлечении соединений тяжелых металлов из золы образцов методом кислотной экстракции. Определение концентраций тяжелых металлов в растворах золы проводили пламенным и электротермическим атомно-абсорбционным методом.

Таблица 1

Средние значения содержания тяжелых металлов в бриобионтах и их медиальные значения

№	Бриобионт	Концентрация, мг/кг		
		Cu	Cd	Pb
1	<i>Ceratodon purpureus</i> (Hedw.) Brid	15	0,50	28
2	<i>Bryum argenteum</i> Hedw.	16	0,40	34
3	<i>Bryum caespiticiu</i> m Hedw.	10	0,40	28
4	<i>Hylocomium splendens</i> (Hedw.) Bruch et al.	34	0,50	77
5	<i>Pleurozium schreberi</i> (Willd. ex Brid.) Mitt.	57	0,30	90
	Медиальные значения	16	0,40	34

Из данных таблицы 1 видно, что разные виды мхов проявляют различную избирательную способность в накоплении тяжелых металлов. *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid и *Hylocomium splendens* (Hedw.) Bruch et al. в большей степени накапливают кадмий (Cd); *Pleurozium schreberi* (Willd. ex Brid.) Mitt. дал наибольшие показатели по меди (Cu) и свинцу (Pb).

Таблица 2

Сравнение медиального содержания некоторых элементов тяжелых металлов в бриобионтах Донецкой агломерации с другими странами [7]

Страна	Концентрация, мг/кг		
	Cu	Cd	Pb
Австрия	5,00	0,13	2,40
Болгария	7,01	0,21	8,00
Бельгия	6,50	0,30	3,87
Македония	3,54	0,22	4,61
Польша	6,04	0,30	4,93
Румыния	17,8	1,20	30,8
Словения	5,42	0,27	5,01
Эстония	3,67	0,14	2,41

По данным таблицы 2 видно, что содержание тяжелых металлов в мохообразных собранных на территории Донбасса во много раз превышают показатели других стран. Наиболее отличительны эти показатели по содержанию свинца – 34 мг/кг, который превышает показатель Румынии (30,8 мг/кг) (на 3,2 мг/кг). Содержания кадмия

(0,40 мг/кг) и меди (16 мг/кг) превышают значения из других стран, но ниже медиального содержания элементов мохообразных в Румынии.

Среди рассмотренных видов мхов наибольшие накопительные и биоиндикационные результаты показали *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid, *Hylocomium splendens* (Hedw.) Bruch et al. и *Pleurozium schreberi* (Willd. ex Brid.) Mitt. из 5 исследованных бриобионтов. Медиальное содержание рассмотренных элементов (Cd, Cu, Pb) в мохообразных Северного Приазовья превышает показатели в других странах, в довольно большом диапазоне, что свидетельствует о более высоком уровне загрязнения атмосферных выпадений в данной местности по сравнению со странами Европы.

Список литературы

1. Ruhling A. Atmospheric Heavy Metal Deposition in Europe – Estimation Based on Moss Analysis / A. Ruhling // Nordic Council of Ministers. – Nord, 1994. – p. 9.
2. 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: ВятГУ, 2019. – С. 60-65.
3. 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. научн. конф. – Т. 2. Хим.-биол. науки. Донецк: Изд-во ДонНУ, 2018. – С. 217-218.
4. Фронтасьева М.В. Тяжелые металлы, азот и стойкие органические загрязнители (СОЗ) в европейских мхах: одновременный сбор мхов в 2020 г: пособие по мониторингу / М.В. Фронтасьева. – Международная кооперативная программа по воздействию воздушных загрязнений на естественную и сельскохозяйственную растительность. – 2019. – 32 с.
5. Сафонов А.И. Видовое разнообразие мохообразных Донецко-Макеевской промышленной агломерации / А.И. Сафонов, Е.И.Морозова // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2017. – № 3-4. – С. 24–31.
6. Сафонов А.И. Экспертиза промышленных предприятий Донбасса по состоянию фитокомпонентов / А.И.Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2019. – № 1-2. – С. 35–43.
7. Harmens H. Heavy metals and nitrogen in mosses: spatial patterns in 2010/2011 and long-term temporal trends in Europe / H. Harmens, D. Norris, G. Mills // Centre for Ecology & Hydrology. Bangor, UK, NERC, 2013. – p. 63.

RESISTANCE OF ROSE HIPS TO DROUGHT IN TERMS OF VOLGOGRAD REGION

Solomentseva A.S.

Federal Research Centre of Agroecology, Complex Melioration, and Forest Reclamations
RAS, Volgograd, RF
alexis2425@mail.ru

Continental, arid, unstable humidification regime and strong winds, the climate of the Volgograd region limits the development and growth of plants, limiting the success of their adaptation [5]. Ecological plasticity of species, which determines their resistance to environmental factors, largely depends on the normalization of water exchange processes [1].

The objects of research were 8 species of rose hips – *Rosa rugosa* Thunb., *L. R. cinnamomea* L., *R. Beggeriana* Shrenk., *R. acicularis* Lindl., *R. ecae* Aitch., *R. pomifera* Herrm., *R. spinosissima* L., *R. canina* L., which grown in the collections of the Federal Research Centre of Agroecology, Complex Melioration, and Forest Reclamations RAS, including representatives of the flora of Europe – 49 %, the far East – 13 % and 38 % – the flora of Central Asia [7].

The study of drought resistance is based on the study of, on the one hand, the water regime of plants, and on the other – changes in the internal content of cells during the drought [4]. Can be called droughtresistant plants, capable of in the process of ontogeny to adapt to the effects of drought and to implement the growth, development and reproduction, due to the presence of properties encountered in the process of phylogeny under the influence of conditions of existence and natural selection [6].

Assessment of drought resistance (in points) was studied by the unified system of accounting for introduced plants in Botanical gardens: 1 point – the plant does not react to arid conditions, 2 – turgor leaves reduced, the plant significantly reduces the increase in this or the following year, 3 – the plant damaged leaves and young shoots, the growth of this or the following year is reduced many times or not at all, 4 – damaged skeletal branches, the plant does not restore its size in the following year, 5 – all aerial part of the plant dies, 6 – the plant dies of drought completely [2, 3].

The experiments were carried out over several vegetation periods in June, July and august of 2018-2019 years.

The genus *Rosa* L. is common in the temperate and subtropical zones of the Northern hemisphere: in the North – to the Arctic circle, in the South – to North Africa, Abyssinia, Northern Arabia.

Studies have shown that *R. acicularis*, *R. cinnamomea*, *R. canina*, *R. pomifera* (areal – Western and Eastern Siberia, North America, Scandinavia) have greater water scarcity under temperature stress (+ 42 °C) than Asian species –

R. beggeriana, *R. ecae*. During droughts, the intensity of transpiration of wild roses down by the pubescence of the leaves, prickles and spines on the shoots.

Studies of water loss leaves on the clock showed that *R. canina* lost moisture more intensively than *R. spinosissima*, this is due to the fact that the thorn prickler has a wider range and, as a consequence, a greater degree of adaptation. In the process of dehydration to a lesser extent, changed water-holding power of leaves of *R. canina*, as evidenced by the smaller loss of water (figure).

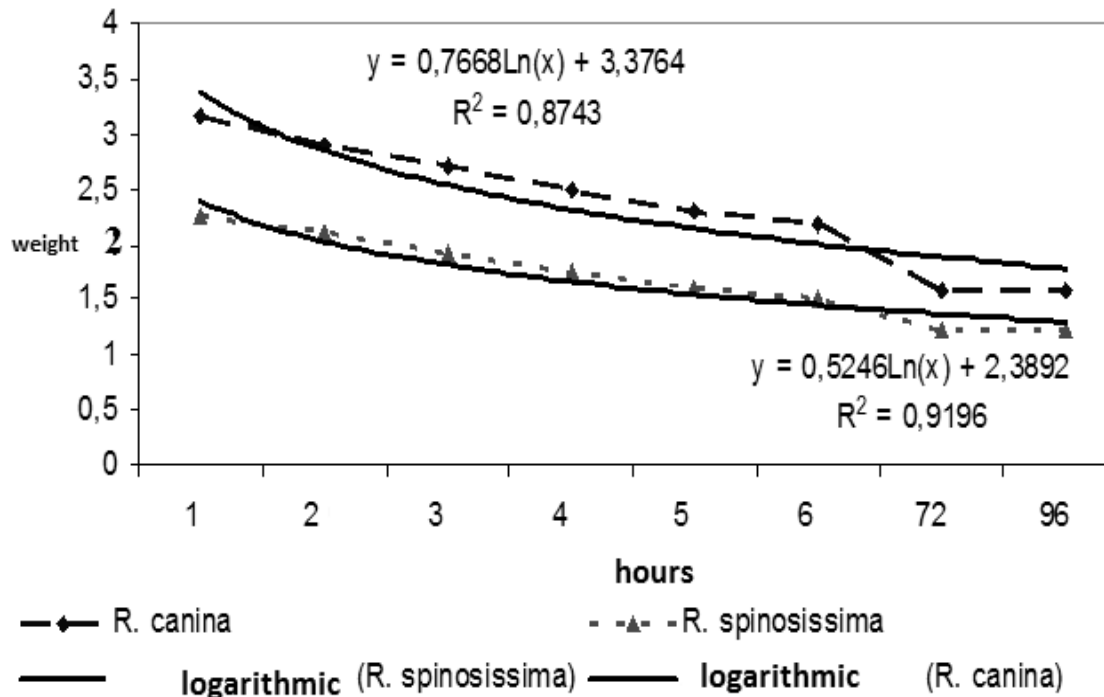


Figure – The loss of water leaves of *R. canina* and *R. spinosissima* by hour

We found that the adaptability to drought of rose hips is based on a decrease in the intensity of transpiration in periods with high temperatures, which is achieved by adjusting the stomatal movements, as well as the presence of leaves highly developed protective cover of hairs. Rosehip differ endurance in relation to long-term dehydration, due to the high viscosity of their protoplasm. Their root system is not very deep, but rather branched.

The highest water retention have wild rose with densely pubescent leaves, losing less water than other types. A few more to evaporate water species with stiff leaves (table). Thus, rose hips retain regulation of the water regime and increase resistance to dehydration in the dry season, which contributes to a favorable flow of their metabolism and a high level of viability. The ranking of indicators according to the degree of adaptation revealed the most stable species and established the regularity of their adaptability to the climatic conditions of the environment and their conjugation with thermal and water regimes. With the long-term effects of drought in wild rose occur adaptive changes that are aimed at improving the water balance of the plant, which allows to recommend them for protective afforestation in arid conditions.

Table

Character of leaf plates of rose hips in arid conditions

Type	Character of leaf plate	The number of veins, $M \pm m^*$	Settings of leaf,**	
			D	L
<i>beggeriana</i>	Pubescent, small glands	$21 \pm 9,21$	$3,2 \pm 11,2$	$2,0 \pm 7,8$
<i>rugosa</i>	Pubescent, incrassate, no glands	$17 \pm 7,50$	$3,0 \pm 10,1$	$1,9 \pm 6,3$
<i>acicularis</i>	Naked, with thin hairs in glands	$15 \pm 5,30$	$2,4 \pm 8,2$	$1,7 \pm 5,8$
<i>cinnamomea</i>	Naked, with thick hairs in overhand	$20 \pm 8,10$	$2,3 \pm 8,7$	$1,8 \pm 6,1$
<i>ecae</i>	Naked in overhand, in below naked or pubescent with large number of glands	$8 \pm 3,20$	$1,3 \pm 4,2$	$0,8 \pm 3,2$
<i>pomifera</i>	Adhesive, in below felt and with glands	$16 \pm 5,40$	$2,3 \pm 9,0$	$1,5 \pm 5,4$
<i>canina</i>	Naked, rarely pubescent on the rod	$19 \pm 9,30$	$2,9 \pm 10,4$	$1,9 \pm 7,2$
<i>spinosissima</i>	Naked	$9 \pm 3,80$	$1,3 \pm 5,0$	$0,7 \pm 3,40$

* – coefficient of variability, **D – length, L – width

Reference

1. The physiology of plant resistance to unfavorable factors of environment / L. G. Kosulina. – Rostov n/D: Rostov State University, 1993. – 240 p.
2. Henkel P.A. Diagnosis of drought resistance of cultivated plants and the means of its improvement / P. A. Henkel. – Moscow: USSR Academy of Sciences, 1956. – 69 p.
3. Henkel P.A. Physiology of heat and drought resistance of plants / P. A. Henkel. – Moscow, 1982. – 279 p.
4. Kushnirenko M.D. the Physiology of water exchange and drought resistance of fruit plants / M.D. Kushnirenko. – Chisinau, 1975. – 63 p.
5. Semenyutina A.V. Guidelines for the seed of alien woody plants in arid zone / A.V. Semenyutina. – M.: RAAS, 2010. – 56 p.
6. Semenyutina A.V. Gene pool shrubs for green building A. V. Semenyutina, I. P. Svintsov, S. M. Kostyukov. – Moscow: Science. The idea of 2016. – 238 p.
7. Solomentseva A.S. Laws of intraspecific polymorphism of *Rosa canina* on endogenous, population and geographical levels for their effective practical application / A.S. Solomentseva, S. M. Kostyukov // Вектор развития современной науки: материалы X междунар. научн-практич. конф. – М.: Изд-во «Олимп», 2016. – С. 40–45.

УДК 581.3 : 581.5 : 631 : 582.59

ЭМБРИОТОКСИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ У РУДЕРАЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ В ДОНБАССЕ

Стреблянская Е.В.

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

Под эмбриотоксическим эффектом у видов растений сорно-рудеральной фракции урбанofлоры в экотопах Донбасса мы подра-

зумеваем совокупность анатомо-гистологических преобразований в эмбриональных сферах растений индикаторов. Изучение растений в таких направлениях является важной составляющей научно-исследовательской работы на кафедре ботаники и экологии Донецкого национального университета [1–4] в рамках государственной научной тематики по диагностике экотопов с помощью фитокомпонентов [5–7]. Среди аспектов изучения генеративных структур выделяются темы экологического мониторинга [8], семенного банка эдафотопов промзон [9], разнокачественности эмбриональных тканей у травянистых [10] и древесных [11] растений, особенности строения плодов сорных видов в урбанизированных территориях [12].

Цель работы – установить информационную разницу между эмбриональными структурами растений в различных экотопах. Ранее основной сферой научных интересов были эмбриональные структуры семейства астровых [7, 9, 11]. Такие разработки отражают специфику научно-прикладных направлений в области диагностики изменённых территорий под воздействием антропогенного фактора [13–15].

В качестве тест-объектов в генеративном блоке экспериментов были использованы следующие виды растений: *Diploaxis muralis* (L.) DC., *Tragopogon major* Jacq., *Centaurea diffusa* Lam., *Achillea collina* J. Becker ex Rchb., *Senecio vulgaris* L., *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Berteroa incana* (L.) DC., *Plantago major* L., *Artemisia vulgaris* L., *Lactuca tatarica* (L.) C. A. Mey., *Reseda lutea* L., *Amaranthus albus* L. Наиболее распространённые морфотипические аномалии из списка регистрации: тератные формы пыльцевых зерен по орнаментации (до 16 %), по строению лакун (до 12 %), гипсометрическим показателям (5–18 %), деформированный или несформированный зародыш при окрашивании (2–11 %), при прорастании (до 12 %), тератологической формы синкотилии и схизокотилии в совокупной выборке (до 40 %) и при дифференцированной матрикальности (2–8 %).

Следовательно, генеративные структуры, испытывая разные формы воздействия в промышленном регионе, являются информативно-диагностическим критерием при оценке степени трансформации экотопов.

Список литературы

1. Глухов А.З. Перспективы проведения фитоиндикационного мониторинга техногенно трансформированных экотопов / А.З.Глухов, А.И.Сафонов // Промышленная ботаника. – 2002. – Т. 2. – С. 7–14.
2. Сафонов А.И. Фитоквантификация как информационный ресурс экологического мониторинга Донбасса // Донецкие чтения 2018: Образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Матер. III Междунар. научн. конф. (Донецк, 25 октября 2018 г.). – Т. 2. Хим.-биол. науки. Донецк: Изд-во ДонНУ, – 2018. – С. 216–217.
3. 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. студентов и молодых ученых (Донецк, 17-20 октября 2017 г.). – Том 2: Химико-биологические науки. – С. 17–19.
4. Сафонов А.И. Технология биоиндикации в Донецком экономическом регионе / 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. 285–286.
 5. Сафонов А.И. Инвентаризация промышленных объектов Донбасса по фитоиндикационным критериям // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2019. – № 1. – С. 121–128.
 6. 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.
 7. Сафонов А.И. Фитоэмбриональный скрининг в экологическом мониторинге Донбасса // Зеленый журнал – Бюллетень ботанического сада Тверского государственного университета. – 2017. – Вып. – 3. С. 5–12.
 8. 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.
 9. Safonov A. I. Initial screening of seed bank of phytoindicators of technogenic pressure on edaphotopes in Donbass // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2010. – № 1 (10). – С. 92–96.
 10. Сафонов А.И. Структурная разнокачественность эмбриональных структур фитоиндикаторов в Донбассе // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2016. – № 3–4. С. 23–29.
 11. Шве́ц Я.И. Генеративная диссимметричность *Betula pendula* Roth. в антропогенно измененной среде / Я.И.Швец, 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. 325–327.
 12. Калинина А.В. Карполого-индикационная значимость рудералов в условиях городской среды / А.В. Калинина, А.А. Исиков, 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. 312–314.
 13. Сафонов А.И. Индикационная ботаническая экспертиза – основа экологического мониторинга в промышленном регионе / А.И. Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – Донецк: ДонНУ. – 2006. – № 6. – С.19–31.
 14. Bepalova S.V. Determination of bioindicators sensitivity thresholds for ecologically unfavourable environmental factors / S.V. Bepalova, O.S. Goretsky, A.Z.Glukhov, et al. // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2010. – № 1(10). – С. 9–25.
 15. 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.Z.Glukhov, et al. // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2011. – № 1. – С. 25–43.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ МИКРОБОЦЕНОЗОВ АНТРОПОГЕННО ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ ЭКОСИСТЕМ

Сыщиков Д.В.¹, канд. биол. наук, *Агурова И.В.¹*, канд. биол. наук,

Сыщикова О.В.², канд. биол. наук

¹ГУ «Донецкий ботанический сад», г. Донецк, ДНР

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

2007dmitry@rambler.ru

Микробные популяции в почве представлены очень широким спектром микроорганизмов, находящихся в четырех физиологических состояниях. Все эти состояния общей микробной биомассы вносят вклад в функционирование почвенных экосистем, и этот вклад различается в зависимости от условий окружающей среды. Широко используемым в исследованиях информативным показателем микробиологической активности почвы является дыхание микроорганизмов. Интенсивность дыхания относится к лабильным признакам, но в то же время она тесно связана с суммарной биологической активностью. По мнению ряда ученых, интенсивность почвенного дыхания – информативный показатель изменения скоростей процессов в сезонной динамике при изменении метеорологических условий, а также при загрязнении почв и др. [2, 3].

Исследования проводились на мониторинговых участках, расположенных в южной части Донецко-Макеевской промышленной агломерации (в основном в пределах Калининского, Пролетарского, Ленинского, Буденновского административных районов г. Донецка и смежных территорий). Отбор почвенных образцов проводили по почвенным горизонтам [5]. Определение интенсивности базального «дыхания» почвы проводили по методу Галстяна, субстрат-индуцированного – с внесением в пробу почвы раствора глюкозы из расчета 10 мг глюкозы/г почвы. Коэффициент микробного дыхания (Q_r) – определяли по соотношению $V_{\text{basal}}/V_{\text{sir}}$ [1, 4, 6].

Определение респираторной активности микроорганизмов в весенний период исследований позволило установить, что чернозем обыкновенный характеризуется средней степенью биологической активности, оцененной по интенсивности базального дыхания (18 мг CO_2 /100 г почвы за сутки), несколько снижающегося в нижележащих почвенных горизонтах, что связано с уменьшением количества микроорганизмов в физиологически активном состоянии. Однако каких-либо значительных отличий между органоминеральными и минеральными горизонтами по данному показателю выявлено не было. Почвы антропогенно трансформированных отвалных экосистем по значениям данного показателя существенно

уступали контролю (снижение на 43-74%), в то время как на остальных мониторинговых участках отмечалось приближение значений интенсивности базального дыхания к контрольному уровню. Полученные результаты также подтверждаются значениями рассчитанного коэффициента микробного дыхания, согласно которым степень нарушения устойчивости микробного сообщества почвы, а, следовательно, и функционирования экосистемы в целом для чернозема обыкновенного, гидроморфного солончака и примитивных неразвитых почв на песчанике либо отсутствует, либо слабая ($Q_r = 0,14-0,3$). Наряду с этим, для почв отвала нарушение устойчивости микробоценоза было более выраженным, доходя до средней степени ($Q_r = 0,35-0,47$) причем наиболее выраженными отмеченные нарушения были в примитивных неразвитых фрагментарных почвах и, вероятнее всего, снижение функциональной активности микробного сообщества зависит от неразвитости растительного покрова, представленного моновидовой группировкой *Oberna behen*.

Исследование интенсивности субстрат-индуцированного дыхания показало аналогичный характер распределения значений, однако буферная емкость микробоценоза нарушенных почв, то есть количество потенциально активных микроорганизмов, была значительно ниже контрольных показателей, особенно в эдафотопях породного отвала. Скорее всего, полученные данные свидетельствуют о напряженности негативных экологических факторов, вызывающих снижение потенциальной активности микробного сообщества почвы. Биомасса микроорганизмов почв антропогенно трансформированных экосистем также была меньшей, чем в черноземе обыкновенном, что говорит о медленной скорости восстановления почвенного покрова. Полученные нами данные хорошо согласуются с результатами исследований Е.В. Благодатской с соавторами, которыми показано, уменьшение микробной биомассы и скоростей роста микроорганизмов на загрязненных территориях, что свидетельствует об уменьшении доли быстрорастущих микроорганизмов в структуре микробного сообщества, т.е. более чувствительными к воздействию комплексного загрязнения оказались микроорганизмы с *r*-стратегией [2].

По сравнению с предыдущим этапом исследований как актуальная, так и потенциальная функциональная активность микробоценоза почв мониторинговых участков в летний период снизилась вследствие низкой влажности почвы, обусловленной высокими значениями температуры воздуха и малым уровнем атмосферных осадков. Однако отмеченные изменения практически не оказали влияния на характер распределения исследуемых показателей по сравнению с контролем, а степень нарушения устойчивости микробного сообщества возросла до высокой только в примитивных неразвитых фрагментарных почвах отвала. Наименее подверженными негативному влиянию экологических факторов были микробные сообщества примитивных неразвитых почв на песчанике, в

генетических горизонтах которых значения субстрат-индуцированного дыхания снижались на 16-39% по сравнению с контролем, а для базального дыхания не было отмечено статистически достоверных отличий от аналогичных почвенных горизонтов чернозема обыкновенного.

Анализ экспериментальных данных позволил установить, что осенью отмечается постепенное восстановление как актуального, так и потенциального функционального состояния сообществ микроорганизмов в почвах исследованных участков, поскольку не только интенсивность микробного дыхания, но и продуцирование микробной биомассы приближались к значениям, зафиксированным в весенний период. Следует отметить, что указанная тенденция характерна в большей степени для зональных и интразональных почв, тогда как в почвах антропогенно трансформированных экосистем интенсивность восстановления показателей биологической активности была более низкой.

Список литературы

1. Благодатская Е.В. Оценка устойчивости микробных сообществ в процессе разложения поллютантов в почве / Е.В. Благодатская // Почвоведение. – 1996. – № 11. – С. 1341–1346.
2. Благодатская Е.В. Активность и биомасса почвенных микроорганизмов в изменяющихся условиях окружающей среды / Е.В. Благодатская, М.В. Семенов, А.В. Якушев. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2016. – 243 с.
3. Жукова А.Д. Показатели микробного дыхания в почвенном покрове импактной зоны предприятия по производству минеральных удобрений / А.Д. Жукова, Д.М. Хомяков // Почвоведение. – 2015. – № 8. – С. 984–992.
4. Казеев К.Ш. Биологическая диагностика и интродукция почв: методология и методы исследований / К.Ш. Казеев. – Ростов н/Д: изд-во РГУ, 2003. – 216 с.
5. Методы почвенной микробиологии и биохимии / под. ред. Д.Г. Звягинцева. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 304 с.
6. Anderson, T.-H. Application of eco-physiological quotient CO_2 (qCO_2 and qD) on microbial biomasses from soil of different cropping histories / T.-H. Anderson, K.H. Domsch // Soil Biol. Biochem. – 1990. – Vol. 22, № 2. – P. 251–255.

УДК 582.091/.093(477.62)

БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ДЕКОРАТИВНЫЕ КАЧЕСТВА КУСТАРНИКОВ УРБАНОФЛОРЫ г. ДОНЕЦКА

Тельных А.Э., Гридько О.А., канд. биол. наук, доцент
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
telnykh1973@mail.ru

В связи с повышенным уровнем загрязнения промышленных регионов актуальной задачей является создание специальных систем зеленых насаждений, представленных преимущественно кустарниковыми

породами. Следовательно, выявление видового состава, оценка биологических и декоративных качеств растений в условиях воздействия антропогенных факторов среды, а также анализ разнообразия приемов озеленения, представляет не только научный интерес, но имеет практическое значение [3].

Цель работы – анализ видового состава, биологических особенностей и декоративных качеств кустарниковых пород общего пользования Ленинского района г. Донецка. Работа выполнена в рамках научно-исследовательских работ на кафедре ботаники и экологии ДонНУ [4].

Инвентаризацию зеленых насаждений проводили на территории парка кондитерской фабрики ДП «ТОР», расположенной в Ленинском районе г. Донецка. Систематический анализ выявил, что основу парка составляют представители 9 семейств, 18 родов, 13 видов и 18 сортов отдела Magnoliophyta. Богатое видовое и формовое разнообразие кустарниковых растений отмечено у семейства Rosaceae – 6 видов и 8 сортов (45,2 % от общего количества растений). Семейство Berberidaceae представлено 1 видом и 4 сортами (16 %), Oleaceae – 2 видами и 2 сортами (12,9 %), Caprifoliaceae – 1 видом и 1 сортом (6,5 %), Hydrangeaceae – 2 сортами (6,5 %), Vuxaceae, Celastraceae, Paeoniaceae, Cornaceae – по 1 виду (3,2 %).

Анализ природных ареалов насаждений указывает на разнообразные центры происхождения интродуцентов, а именно Северная Америка, Европа, Средиземноморье, Крым, Кавказ, Восточная Сибирь Япония, Китай, Дальний Восток. Исследованный ассортимент приходится преимущественно на североамериканское, европейское и восточно-азиатское происхождение.

Значительным количеством (более 10) представлены виды и сорта кустарников рода *Spiraea* L. Незначительным количеством (до 10) представлены такие виды и сорта кустарников, как *Chaenomeles* × *superba* (Frahm) Rehder f., *Forsythia intermedia* Zab. f., *Syringa meyeri* C.K. Schneid, *Paeonia arborea* Donn. Единичными экземплярами отмечены такие декоративные виды и сорта, как *Spiraea* × *cinerea* Zabel., *Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim. 'Diabolo', *Cornus alba* L., *Hydrangea paniculata* Siebold. f.

Оценка разнообразия приемов озеленения показала, что кустарники, в основном, используются в качестве живой изгороди (*Cotoneaster lucidus* Schltdl.), а также групповых и рядовых посадках.

С целью определения биологических особенностей кустарниковых пород парка, виды и сорта распределили на группы в соответствии с размерами, периодом и длительностью цветения, окраской листовых пластинок, цветков и соцветий. Изученный ассортимент представлен преимущественно среднерослыми (10 видов и 6 сортов) и низкорослыми (7 видов и 4 сорта) растениями. Малочисленной оказалась группа высокорослых кустарников, включающая 1 вид и 2 сорта (*Syringa vulgaris* L., *S. vulgaris* 'Aucubaefolia', *Viburnum opulus* L. f.).

Для практических целей зеленого строительства важное значение имеет определение быстроты роста растений. Так, изученный ассортимент относится к породам умеренного роста, исключение составляет *Buxus sempervirens* L.

Окраска листьев является одним из основных средств при создании контрастных цветовых решений в парковых композициях [1]. По окраске листовых пластинок изученный ассортимент распределен на 4 группы. Листья большинства видов и сортов имеют зеленый цвет всех оттенков (14 видов и 5 сортов). Немногочисленными оказались группы с пурпурной (4 сорта) и желто-зеленой (5 сортов) окраской листьев. Пестролистная группа представлена единственным сортом – *Syringa vulgaris* 'Aucubaefolia'.

Разнообразная цветовая гамма окраски осенних листьев кустарников указывает на необходимость изучения их биологических особенностей и использования пород при создании композиций [2]. Яркость осенней окраски листьев и продолжительность сохранения в значительной мере зависят от условий осенней погоды, возраста и видовых особенностей. Изученным семействам соответствуют определенные изменения осенней окраски листьев. Для семейства Rosaceae характерны красноватые тона, Oleaceae, Celastraceae и Caprifoliaceae – малиновые.

Цветки вносят сезонные изменения в декоративность насаждений [1], поэтому при подборе ассортимента кустарниковых пород важное значение имеет окраска цветков и/или соцветий, размеры, аромат. По окраске цветков и соцветий изученный ассортимент распределен на такие группы: кустарники с желтой (*Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt., *Forsythia intermedia*), белой (*Philadelphus coronarius* L. 'Snowstorm', *Viburnum opulus*), розовой (виды и сорта рода *Spiraea*), красной (*Chaenomeles* × *superba*) и фиолетовой (виды и сорта рода *Syringa* L.) окраской венчиков.

Для достижения высокого декоративного эффекта важное значение имеют сроки наступления и длительность декоративного периода растений [2]. Поэтому нами выделены группы видов и сортов по срокам и продолжительности периодов декоративности. Установлено, что группа растений, цветущие в весенний период представлена 9 видами и 8 сортами, летний период – 3 видами и 8 сортами, осенний период – 1 сортом. По длительности цветения композиции парковых насаждений представлены продолжительно цветущими, декоративный период которых составляет более одного месяца (2 вида и 3 сорта), средней продолжительности – до одного месяца (1 вид 4 сорта) и непродолжительно цветущие – до двух недель (9 видов и 11 сортов). Путем подбора и сочетания растений по срокам цветения созданы посадки непрерывного цветения в течение всего вегетационного периода.

В результате комплексной оценки [2], нами выделено 3 группы декоративности: I – растения декоративны на протяжении года (4 вида);

II – растения декоративны в период цветения и (или) плодоношения (7 видов и 7 сортов); III – растения декоративны на протяжении периода вегетации (1 вид и 10 сортов).

В обследованном насаждении территории парка ДП «ТОР» выявлено 31 вид кустарниковых растений, которые относятся к 9 семействам, 18 родам, 13 видам и 18 сортам отдела Magnoliophyta. Богатым видовым и сортовым разнообразием представлено семейство Rosaceae (45,2% от общего количества растений). Регулярный мониторинг на основе базы данных о состоянии урбанofлоры имеет практическое значение и позволяет разработать мероприятия по сохранению и содержанию насаждений, а также дальнейшей оптимизации городской среды.

Список литературы

1. Глухов А.З. Декоративная дендрология: учеб. пособие / А.З.Глухов, О.А.Гридько, Л.В. Хархота. – Донецк: ДонНУ, 2016. – 88 с.
2. Глухов А.З. Экологические и ботанические методики исследования растений: справочное пособие / А.З. Глухов, О.А. Гридько, Л.В. Хархота. – Донецк: ДонНУ, 2019. – 189 с.
3. Глухов А.З. Современное состояние дендрofлоры г. Донецка / А.З.Глухов, Л.В. Хархота, Г.А. Пастернак, Е.Н. Лихацкая // Самарский научный вестник. – 2016. – № 2(15). – С. 20–24.
4. Сафонов А.И. Функциональная ботаника в Донбассе: экологический мониторинг, информационные ресурсные технологии, фитодизайн // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2017. – № 1–2. – С. 6–12.

УДК 581.9 (471.41/42)

ЭКОКАРКАС БАССЕЙНА РЕКИ СВЯГИ

Фролов Д.А., канд. биол. наук

ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И.Н.Ульянова, г. Ульяновск, РФ

frolka-daniil@yandex.ru

Одним из ведущих методических приемов определения экологического потенциала территории является концепция экологического каркаса, под которым в общем случае понимается система наиболее ценных по своим природным характеристикам участков территории. Вслед за Н.Ф. Реймерсом [10], мы рассматриваем экологический каркас как систему ранжированных по степени экологического значения, переходящих друг в друга природных участков – «ядер», «коридоров», «буферных зон», неразрывно связанных друг с другом. При этом функционирование взаимосвязей между ними – главное условие поддержания естественного экологического равновесия территории, выполнение ими средообразующих функций.

В качестве объекта исследования был выбран бассейн р. Свияги, как типичный природный выдел, расположенный в зоне активного антропогенного воздействия на экосистемы Приволжской возвышенности. Административно территория бассейна принадлежит 2 субъектам Российской Федерации – Ульяновской области и Республике Татарстан.

В пределах бассейна, на основании имеющихся материалов [1; 2–4; 6–8] и данных собственных флористических исследований [11–12] были выделены, по общепринятым методикам участки, выполняющие функции ядер, или зон экологической стабилизации [13]. В их состав включены как уже существующие ООПТ (в основном региональные памятники природы и заказники), так и перспективные участки, выделенные в ходе собственных флористических исследований и необходимые для эффективной охраны флоры в рамках создаваемого экологического каркаса бассейна Свияги.

Ядро №1. Расположено в верховьях р. Свияги на территории Кузоватовского района Ульяновской области. Ядро представлено двумя участками – *истоком р. Свияги* и *озером Зотово* с прилегающими территориями. Собственно указанные участки являются сосредоточием флористического и ценотического разнообразия верхней части бассейна.

Роль участка, в составе ядра объясняется ландшафтной целостностью истока и прилегающих к нему территорий, сохранностью эталонных сосновых лесов-зеленомошников, присутствие во флоре реликтовых, охраняемых и редких видов растений, в том числе новых для Ульяновской области флористических находок – *Alchemilia propinqua* и *Viola selkirkii*.

Второй участок – природный памятник *Озеро Зотово* с прилегающими территориями, находится в 4,5 км северо-западнее с. Коромысловка. Территория включает в себя озеро зарастающее прибрежно-водной растительностью, окруженное коренными сосновыми и сосново-широколиственными лесами.

Значение озера в ядре объясняется его водоохранной ролью, сохранностью типичных луговых, прибрежно-водных и лесных сообществ, произрастанием редких (*Platanthera bifolia*, *Pyrola rotundifolia*, *Pulsatilla patens*) и охраняемых (*Utricularia vulgaris*) видов растений.

Ядро №2. Находится в центральной части бассейна, включает преимущественно участки типичных луговых, болотных и прибрежно-водных ценозов. Центрами сохранения биологического и ландшафтного разнообразия ядра служат – природный комплекс *экологический парк «Черное озеро»*, расположенный в г. Ульяновске, *Брехово болото* близ р.п. Ишеевка Ульяновского района и *рябчиковый луг* близ с. Арбузовка Цильнинского района. Во флоре экопарка зарегистрировано более 430 видов сосудистых растений из 262 родов и 77 семейств, что составляет третью часть флористического разнообразия бассейна р. Свияги

Значимость выделенному ядру придают растения, относящиеся к категории охраняемых (*Cypripedium calceolus*, *Listera ovata*, *Dactylorhiza*

fuchsii, *Equisetum ramosissimum*) и редких (*Leersia oryzoides*, *Elymus fibrosus*, *Urticularia vulgaris*).

Ядро №3. Расположено на юго-востоке Буинского района республики Татарстан в долине р. Свияга. В границах ядра находится Государственный природный заказник регионального значения комплексного профиля «Зея буйлары».

В ландшафте территории значительные площади занимают пойменные луга, хорошо развита система стариц и озёр.

Флористическое разнообразие представлено 190 видами растений, из которых 4 вида (*Bromopsis riparia*, *Cucubalis baccifer*, *Nuphar lutea*, *Senecio schvetzovii*) нуждаются в постоянном контроле и наблюдении в природной среде, 17 – редкие и исчезающие, занесенные в Красную книгу Республики Татарстан [6].

Территория заказника в составе ядра и экологического каркаса бассейна в целом играет заметную роль в сохранении флористического, ценоотического и ландшафтного разнообразия района исследования.

Ядро №4. Включает правобережье р. Свияги в её нижнем течении, вместе с бассейнами её малых притоков – Бирли и Кубни на территории Кайбицкого и Верхнеуслонского районов Республики Татарстан. В пределах ядра насчитывается 5 памятников природы регионального значения, из которых наибольший интерес в плане флористических исследований представляют: естественный реликтовый лесной массив из дуба (памятник природы Кайбицкие дубравы), *участок поймы рек Кубни и Свияги, озерный комплекс у пос. Новое Патрикеево* Кайбицкого района Республики Татарстан. Указанные участки играют ведущую роль в сохранении ландшафтного и флористического разнообразия нижней части Свияжского бассейна, участвуют в поддержании устойчивости речного и подземного стоков.

Коридоры и буферные зоны, согласно концепции экологического каркаса, представляют собой непрерывные линейные структуры, служащие своеобразными мостами для перехода и миграции биологических видов между ядрами каркаса. Такая функция в каркасе бассейна принадлежит долинам крупных и средних рек, некрупным лесным массивам, идущим в разных направлениях преимущественно через распаханые территории.

Помимо ядер, коридоров и буферных зон в бассейне р. Свияги были выделены перспективные участки – резерваты редких и охраняемых видов растений. Их выделение вытекает из необходимости «усиления» экологического каркаса бассейна, путем увеличения числа охраняемых территорий. В настоящее время сеть ООПТ бассейна насчитывает 17 памятников природы ботанического профиля, 1 палеоботанический памятник общероссийского значения, комплексный государственный заказник («Зея буйлары»), а также зеленые зоны городов и районных центров, общей

площадью 791 км², что составляет 4,3 % от площади бассейна. Она охватывает чуть более половины нуждающихся в охране видов растений (117 видов; 65 %). Однако, большинство экотопов этих видов, часто более многочисленные на территориях не входящих в систему ООПТ.

При реализации наших предложений по расширению сети ООПТ бассейна р. Свияги, на охраняемых территориях окажется ещё 32 вида (17,7 %) из списка редких, уязвимых и подлежащих охране видов сосудистых растений. Следует учесть, что ещё 31 вид не попал в сеть существующих и перспективных ООПТ, поэтому работа по выявлению новых участков с раритетными видами флоры на территории бассейна будет продолжена.

Список литературы

1. Бакин О.В. Сосудистые растения Татарстана / О.В.Бакин, Т.В.Рогова, А.П. Ситников. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2000. – 496 с.
2. Благовещенский В.В. Редкие и исчезающие растения Ульяновской области / В.В. Благовещенский, Н.С. Раков, В.С. Шустов. – Саратов: Приволжское книжное издательство, 1989. – 96 с.
3. Благовещенский В.В. Конспект флоры высших сосудистых растений Ульяновской области / В.В. Благовещенский, Н.С. Раков. – Ульяновск: 1994. – 116 с.
4. Благовещенский В.В. Реликтовые и эндемичные растения во флоре Ульяновской области / В.В.Благовещенский, Н.С. Раков // Природа Симбирского Поволжья: Сб. научн. трудов. – Вып. 1. – Ульяновск: УлГТУ, 2000. – С. 62–67.
5. Дэви А. Планирование национальной системы охраняемых природных территорий / А. Дэви. – М.: 2002. – 60 с.
6. Красная книга Республики Татарстан (животные, растения, грибы). Издание второе. – Казань: Изд-во «Идель-Пресс», 2006. – 832 с.
7. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 855 с.
8. Красная книга Ульяновской области. – Ульяновск: Издательство «Артишок», 2008. – 508 с.
9. Особо охраняемые природные территории Ульяновской области / Под ред. В. В. Благовещенского. – Ульяновск: Дом печати, 1997. –184 с.
10. Реймерс Н.Ф. Природопользование. Словарь-справочник / Н.Ф. Реймерс. – М.: Наука, 1990. – 638 с.
11. Фролов Д.А. Степная флора антропогенно-трансформированных ландшафтов Цильнинского района в бассейне реки Свияги / Д.А.Фролов // Природа Симбирского Поволжья: Сб. науч. тр. Ульяновск, 2006. – Вып. 7. – С. 88–94.
12. Фролов Д.А. Итоги изучения урбанофлоры бассейна реки Свияги города Ульяновска / Д.А. Фролов // Современные проблемы морфологии и репродуктивной биологии семенных растений: Материалы Междунар. конф. посвященной памяти Р. Е. Левиной (Ульяновск, 14-16 октября 2008 г.). – Ульяновск, 2008. – С.320–327.
13. Ямашкин А.А. Физико-географические условия и ландшафты Мордовии. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 1998. – 156 с.

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ МОХООБРАЗНЫХ г. ЕНАКИЕВО

Цеплая Е.А.

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

Проведение ботанико-экологических исследований на территории современного промышленно развитого города предусматривает необходимость организации системы наблюдений за состоянием окружающей среды с помощью растений [1–3]. Такие мониторинговые программы [4–7] могут реализоваться исключительно на основе первичных инвентаризационных списков для конкретной территории, что активно проводится в рамках таксономического анализа мохообразных для центральных районов Донецкой агломерации [8, 9] и требует более детального изучения в узловых промышленных объектах региона [10, 11].

Цель работы – представить результаты первичного инвентаризационного исследования (осень 2018 г., весна-лето 2019 г.) таксономического разнообразия мохообразных на стационарах (мониторинговых точках) г. Енакиево. Экотопы агломерации были разделены нами на принципиально отличные группы функционального зонирования городской среды:

1) рекреационные – преимущественно парковые зоны, территории ландшафтно-декоративного назначения,

2) промышленные – антропогенно трансформированные ландшафты.

Для промышленных территорий г. Енакиево в пробных площадках зарегистрированы:

1) ПАО "Енакиевский металлургический завод" (прт. Металлургов) – *Platygyrium repens* (Brid.) Schimp. – платигириум ползучий, *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid – цератодон пурпурный, *Funaria hygrometrica* Hedw. – фунария влагомерная;

2) ЧАО "Енакиевский коксохимпром" (ул. Марата) – *Funaria hygrometrica* Hedw. – фунария влагомерная, *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid – цератодон пурпурный;

3) проходные агломерационного цеха (прт. Металлургов) – *Tortula mucronifolia* Schwaegr. – тортула остроконечнолистная, *Amblystegiella subtilis* (Hedw.) – амблистегиум тонкий, *Platygyrium repens* (Brid.) Schimp. – платигириум ползучий;

4) шахта "Юнком" (ул. Баратинского) – *Orthotrichum speciosum* Nees – ортотрихум красивый, *Platygyrium repens* (Brid.) Schimp. – платигириум ползучий;

5) дворец культуры шахты «Юнком» – *Orthotrichum speciosum* Nees – ортотрихум красивый, *Amblystegiella subtilis* (Hedw.) – амблистегиум тонкий, *Platygyrium repens* (Brid.) Schimp. – платигириум ползучий;

6) шахта №1/2 "Красный октябрь" (ул. Лебедева-Кумача) – *Orthotrichum speciosum* Nees – ортотрихум красивый, *Bryum argenteum* Hedw. – бриум серебристый;

7) шлаковая гора шахты №1/2 "Красный октябрь" – *Tortula muralis* Hedw – тортула стенная, *Orthotrichum obtusifolium* Brid. – ортотрихум туполистный, *Amblystegiella subtilis* (Hedw.) – амблистегиум тонкий;

8) Подъёмник Шахты №1/2 "Красный октябрь" – *Bryum turbinatum* (Hedw.) – бриум кубарчатый, *Amblystegiella subtilis* (Hedw.) – амблистегиум тонкий;

9) ООО "Енакиевский мясокомбинат" (ул. Станционная) – *Amblystegiella subtilis* (Hedw.) – амблистегиум тонкий, *Platygyrium repens* (Brid.) Schimp. – платигириум ползучий;

10) противотуберкулёзный диспансер (ул. Коммунистическая) – *Amblystegiella subtilis* (Hedw.) – амблистегиум тонкий, *Orthotrichum obtusifolium* Brid. – ортотрихум туполистный;

11) р-н РАГСа (ул.Тиунова) – *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid – цератодон пурпурный, *Amblystegiella subtilis* (Hedw.) – амблистегиум тонкий;

12) КП "Енакиевский хлебозавод"(прт. 50 лет Октября) – *Platygyrium repens* (Brid.) Schimp. – платигириум ползучий, *Amblystegiella subtilis* (Hedw.) – амблистегиум тонкий;

13) Гапуровский отстойник (р-н Шлаковой горы) – *Tortula muralis* Hedw – тортула стенная, *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid – цератодон пурпурный, *Orthotrichum pumilum* Sw. – ортотрихум карликовый;

14) старая автостанция (ул. Металлургов) – *Platygyrium repens* (Brid.) Schimp. – платигириум ползучий, *Orthotrichum obtusifolium* Brid. – ортотрихум туполистный;

15) Енакиевский трампарк (ул. Гагарина) – *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid – цератодон пурпурный, *Platygyrium repens* (Brid.) Schimp. – платигириум ползучий;

16) КП Компания "Вода Донбасса" (ул.Ильича) – *Amblystegiella subtilis* (Hedw.) – амблистегиум тонкий, *Platygyrium repens* (Brid.) Schimp. – платигириум ползучий;

17) ДК им. 40-летия Победы (площадь Ленина) – *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid – цератодон пурпурный, *Amblystegiella subtilis* (Hedw.) – амблистегиум тонкий. В результате полевых экспедиций собрано 320 образцов мохообразных, которые подвергаются как систематическому анализу, так и дальнейшим химическим исследованиям.

Выражаю благодарность сотруднику научной части кафедры ботаники и экологии Е.И. Морозовой за помощь в идентификации сборов.

Список литературы

1. Сафонов А.И. Инвентаризация промышленных объектов Донбасса по фитоиндикационным критериям / А.И.Сафонов // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2019. – № 1. – С. 121–128.

2. Сафонов А.И. Стратегическая потенциализация фитоиндикаторов техногенных загрязнений / А.И. Сафонов // Аграрная Россия. 2009. – № 51. – С. 58–59.
3. 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. 8–14.
4. Bespalova S.V. Determination of bioindicators sensitivity thresholds for ecologically unfavourable environmental factors / S.V. Bespalova, O.S. Goretsky, A.Z. Glukhov, et al. // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2010. – № 1(10). – С. 9–25.
5. 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. Z. Glukhov, et al. // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2011. – № 1. – С. 25–43.
6. Сафонов А.И. Видовое разнообразие мохообразных Донецко-Макеевской промышленной агломерации / А.И. Сафонов, Е.И. Морозова // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2017. – № 3–4. – С. 24–32.
7. Safonov A. I. Phytoindicational monitoring in Donetsk / A. I. Safonov // Наука. Мысль. – 2016. – № 4. – С. 59–71.
8. 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. научн. конф. студ. и молодых ученых (Донецк, 17-20 октября 2017 г.). – Т. 2. Хим.-биол. науки. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2017. – С. 100-102.
9. 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. научн. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – Т. 1. Физ.-мат., техн. науки и экол. – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 317–318.
10. Колесников С.В. Визначення стадій демуґаційної сукцесії степової рослинності з використанням даних дистанційного зондування / С.В. Колесников, А.І. Сафонов // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2013. – № 9 (28). – С. 86–95.
11. Bespalova S.V. Conceptual approaches to standardization in system of environmental biomonitoring / S.V. Bespalova, O.S. Goretsky, A.Z. Zlotin, et al // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2013. – № 1. – С. 8–15.

УДК 631.874 (477.6)

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СИДЕРАЛЬНЫЕ КУЛЬТУРЫ ДЛЯ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ДОНБАССА

Шевчук Н.А.¹, Козуб-Птица В.В.², канд. биол. наук,
Гридько О.А.¹, канд. биол. наук, доцент

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

² ГУ «Донецкий ботанический сад», г. Донецк, ДНР

shevchuk.nini@yandex.ua

Снижение плодородия почв является одной из главных проблем в земледелии Донбасса. Одним из способов восстановления плодородия почв является применение сидеральных культур.

Учеными ГУ «Донецкий ботанический сад» (ГУ «ДБС») накоплен значительный опыт по вопросам восстановления и оптимизации деградированных земель [1, 3, 5], получены сорта и кандидаты в сорта перспективных кормовых растений, которые входят в состав многолетних травянистых фитоценозов. На сегодняшний день ведется поиск новых культур и агротехнических приемов для восстановления плодородия почв [1, 4, 5].

Цель работы – определить экологические функции сидерации в современном земледелии и расширить ассортимент сидеральных культур, перспективных для оптимизации нарушенных земель Донбасса.

Основное предназначение сидерации – пополнение запасов органического вещества в почве, т.к. в составе зеленого удобрения находится полный набор питательных веществ, необходимых для роста и развития культурных растений [2].

В качестве сидератов традиционно используют однолетние и многолетние растения семейств Fabaceae, Poaceae, Brassicaceae и др. В коллекции ГУ «ДБС» выделено 16 видов однолетних и многолетних растений, пригодных для сидерального культивирования в условиях степи [1]. Отдельного внимания заслуживают виды рода *Trifolium* L., известные своими почвоулучшающими свойствами. Нами выделены 3 вида и 1 кандидат в сорта рода *Trifolium* коллекции кормовых растений ГУ ДБС [1]. Ниже представлена биоморфологическая характеристика.

Trifolium alpestre L. (к. альпийский) – многолетнее растение с разветвлённым корневищем и ветвистыми побегами. Стеблей по несколько, прижато-волоситые, обычно неветвистые, прямые или восходящие, высотой $42,0 \pm 1,73$ см, слабо облиственные. Листья тройчатосложные, крупные, преимущественно стеблевые, короткочерешковые, с узкими прилистниками, наполовину сросшимися с черешком, жёсткие, с тёмными жилками, мохнатоопушённые, нередко сероватые. Листочки $4,9 \pm 0,07$ см длиной и $2,0 \pm 0,07$ см шириной, узкоэллиптические, заострённые, снизу густоопушённые с чётко выраженной средней жилкой, пальчатые или цельнокрайние. Соцветия – шаровидные одиночные сидячие головки, $2,0 \pm 0,07$ см длиной, окружённые верхушечными листьями. Венчик интенсивно лилово-розовый или пурпурно-красный. Плод – яйцевидный, плёчатый, односемянный боб.

T. hybridum L. (к. гибридный) – стержнекорневой многолетник, высота которого $29,5 \pm 1,47$ см. Стебли полые, неопушенные, при основании приподнимающиеся. Листья – тройчатосложные, прикорневые на длинных, стеблевые на менее длинных черешках; длина и ширина листовой пластинки составляет $6,1 \pm 0,07$ см и $4,1 \pm 0,04$ см соответственно. Листочки $3,1 \pm 0,03$ см длиной и $2,0 \pm 0,02$ см шириной овальной формы. Соцветия – шаровидные розово-белые головки длиной $1,5 \pm 0,10$ см и шириной $1,9 \pm 0,05$ см. Венчик сначала белый, позднее розовый. Плод – боб.

T. rubens L. (к. красный) – многолетнее растение высотой $55,1 \pm 0,72$ см. Корень стержнекорневой, проникающий на глубину до 2 м и более.

Стебли прямостоячие, светло-зеленые или зеленые, часто окрашены внизу антоцианом. Листья тройчатосложные, в очертании яйцевидные. Нижние розеточные и стеблевые листья на длинных черешках. Верхние стеблевые листья сидячие. Длина и ширина листовых пластинок соответственно $11,2 \pm 0,17$ см и $6,3 \pm 0,14$ см. Листочки ланцетные $4,6 \pm 0,09$ см длиной и $0,09 \pm 0,02$ см шириной, по краю неравномерно зубчатые, снизу с сеткой жилок. Соцветие – головка округлой или округло-продолговатой формы длиной $8,1 \pm 0,26$ см и шириной $2,0 \pm 0,00$ см. Плод – боб.

T. pratense L. 'Skif II' (к. луговой 'Скиф 2') – многолетнее растение высотой $56,7 \pm 0,50$ см (кандидат в сорта селекции ГУ «ДБС») [1]. Стебли прямостоячие или приподнимающиеся. Листья тройчатосложные широкояйцевидной формы, длиной $8,1 \pm 0,14$ см и шириной $3,7 \pm 0,09$ см. Листочки по краям цельные, с нежными ресничками по краям $4,0 \pm 0,08$ см длиной и $2,2 \pm 0,05$ см шириной. Цветки красно-фиолетовые, собранные в шаровидно-удлиненные головки длиной $1,6 \pm 0,09$ см и шириной $2,1 \pm 0,06$ см. Имеет стержневой корень, глубоко идущий в почву (до 150 см), от которого отходит большое количество боковых ответвлений. Главный стебель в первый год жизни соцветий не образует. В засушливых условиях региона цветет во второй половине июня, семена созревают в августе [1].

Нами отмечено, что листья некоторых видов рода *Trifolium* подвержены такому тератологическому изменению, как полимеризация – увеличение числа листочков сложного листа до четырех (*T. alpestre*) и пяти (*T. pratense* L. 'Skif II').

Сроки вегетации сидеральных растений небольшие, поэтому их можно сеять в течение всего сезона (рано весной, летом, под зиму). Однако, такие культуры как *Trifolium pratense*, *Tr. hybridum* и *Tr. rubens* рекомендовано сеять ранней весной или под зиму.

Представленные виды рода *Trifolium* насыщают почву органикой, азотом и другими минеральными веществами. Корни клевера защищают грунт от выветривания и вымывания, одновременно разрыхляют землю, благодаря чему она становится легкой, рыхлой, богатой кислородом и влагой. Клевер необходимо заделывать в почву перед самым цветением, в период массового образования бутонов – в это время растения наиболее богаты азотом. Выделенные виды клевера могут быть использованы как перспективные сидеральные культуры для улучшения плодородия земель Донбасса.

Список литературы

1. Козуб-Птица В.В. Перспективные сидеральные культуры в коллекции кормовых растений Донецкого ботанического сада / В.В.Козуб-Птица, О.К.Кустова, А.З. Глухов, В.И. Джулай // Промышленная ботаника. – 2018. – Выпуск 18. – № 2. – С. 51–56.
2. Лошаков В.Г. Экологические функции сидерации в современном земледелии / Матер. Всероссийской научн.-практ. конф. «Фундаментальные и прикладные основы

- сохранения плодородия почвы и получения экологически безопасной продукции растениеводства» (21-22 ноября 2017 г., Ульяновск). – Ульяновск, 2017. – С. 26–34.
3. Рекомендации по выращиванию перспективных сортов кормовых и лекарственных растений селекции Донецкого ботанического сада НАН Украины / И.В.Пашенко, А.З.Глухов, В.И.Джулай, О.М.Шевчук, Н.П.Купенко, В.С.Абальмасов. – Донецк, 2011. – 32 с.
 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. Чирва Ф.В. Аутэкологическая роль *Filipendula vulgaris* Moench. и *Betonica officinalis* Клоков в степных сообществах разной степени пастбищной дигрессии / Ф.В.Чирва, А.И.Сафонов // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: Матер. I Междунар. научн. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – Т. 2. Хим. и биол. науки. – Донецк : Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 147–149.

УДК 595.794 (477)

КОМПЛЕКС ПСАММОФИЛЬНЫХ ВИДОВ СКОЛИОИДНЫХ, ВЕСПОИДНЫХ И РОЮЩИХ ОС (HYMENOPTERA: SCOLIIDAE, VESPIDAE, SPHECIDAE, CRABRONIDAE) ЦЕНТРАЛЬНОГО ДОНБАССА

Амолин А.В.

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

a.amolin@mail.ru

К комплексу псаммофильных видов жалоносных перепончатокрылых мы относим такие виды, которые экологически тесно связаны с рыхлыми субстратами в частности с песками. Это, прежде всего виды, строящие свои гнезда в песчаном субстрате при этом самостоятельно выкапывающие гнездо. К данному комплексу относятся также некоторые паразитические виды ос, экологически тесно связанные со своими хозяевами, обитающими на песках.

В пределах Центрального Донбасса песчаные отложения разного возраста достаточно хорошо представлены. Значительные песчаные массивы аллювиального происхождения распространены здесь в речных долинах, например, в долине Северского Донца и на побережье Азовского моря. Кроме того, относительно крупные песчаные отложения неогенового возраста, активно разрабатываемые карьерным способом, встречаются в окрестностях г. Авдеевки и г. Ясиноватой. Локально встречаются также небольшие массивы песков, образовавшиеся в местах разрушения песчаников, в зональных степных ландшафтах Донбасса.

Основной целью данного сообщения было показать видовой состав облигатных псаммофильных видов сколиоидных, веспоидных и роющих ос Донбасса, а также указать некоторые морфо-функциональные адаптации у выявленных видов к обитанию в псаммофитных биотопах.

Исследования проводили в период с 1995 по 2018 гг. на территории Центрального Донбасса. За указанный период были обследованы следующие территории: участки боровой песчаной террасы Северского Донца (5 пунктов), Кривая и Белосарайская песчаные косы, а также участок приморской гало-псаммофитной степи между г. Новоазовск и с. Самсоново, участок псаммофитной степи в пределах РЛП «Клебан-Бык» (окр. с. Александро-Калиново), песчаные и глинисто-песчаные карьеры возле Авдеевки, Ясиноватой, Старомихайловки, Красногоровки, участки псаммофитной степи на правом берегу речки Осыково. Кроме того, были обследованы гранитные осыпи в долине р. Кальмиуса, Тавлы, Сухой

Волновахи. В местах наблюдений при помощи энтомологического сачка проводили сбор акуллат, осуществляли поиск гнезд гнездостроящих видов. Установление степени связи выявленных видов с песчаными биотопами проводили на основе анализа всей доступной литературы, прежде всего эколого-фаунистических обзоров региональных фаун [1–3] и анализа биотопического распределения выявленных видов на исследуемой территории.

В результате проведенных исследований из числа четырех семейств ос было выявлено 19 облигатных псаммофильных видов.

Семейство Scoliidae

1. *Colpa galbula* (Pallas, 1771) [= *Colpa sexmaculata* (Fabricius, 1781)]
2. *Scolia quadricincta* (Scopoli, 1787) [= *Scolia dejeani* Vander Linden, 1829]

Семейство Vespidae

3. *Pterocheilus phaleratus* (Panzer, 1797)

Семейство Crabronidae

4. *Bembecinus tridens* (Fabricius, 1781)
5. *Bembecinus hungaricus* Frivaldszky, 1876
6. *Bembix bidentata* Vander Linden, 1829
7. *Bembix megerlei* Dahlbom, 1845
8. *Bembix oculata* Panzer, 1801
9. *Bembix olivacea* Fabricius, 1787
10. *Bembix rostrata* (Linnaeus, 1758)
11. *Palarus variegatus* (Fabricius, 1781)
12. *Tachysphex helveticus* Kohl, 1885
13. *Tachysphex mediterraneus* Kohl, 1883
14. *Tachysphex panzeri* (Vander Linden, 1829)
15. *Philanthus venustus* (Rossi, 1790)
16. *Philanthus hellmanni* (Eversmann, 1849)
17. *Oxybelus latro* Olivier, 1812

Семейство Sphecidae

18. *Ammophila terminata* F. Smith, 1856
19. *Prionyx kirbii* (Vander Linden, 1827)

Анализируя представленный список видов, можно отметить некоторые морфо-физиологические адаптации у приведенных видов, позволяющих им обитать в условиях псаммофитных биотопов. Это, прежде всего, различные приспособления, которые препятствуют перегреву и обезвоживанию тела. К числу таких адаптаций у видов, обитающих на открытых песчаных участках подверженных сильной солнечной инсоляции (например, виды родов *Bembix*, *Bembecinus*, *Philanthus*, *Colpa sexmaculata*, *Pterocheilus phaleratus*), следует отнести преобладание белого или светло-желтого рисунка в окраске тела, позволяющего отражать солнечные лучи и снижать нагревание тела.

Способность к отражению солнечных лучей возможна также у псаммофильных видов ос, имеющих темную окраску кутикулы (например, у видов рода *Tachysphex*). При этом отражательную функцию у них выполняет специфическое опушение тела (зеркальное опушение), образованное светлыми, прилегающими к поверхности груди и брюшка волосками, которые часто образуют широкие перевязи или сплошные поля. Кроме того, густое светлое опушение тела у самцов псаммофильных видов сколий, низко летающих на нагретом песке, выполняет, по-видимому, ещё функцию термоизоляции.

Морфо-физиологические адаптации, связанные с гнездованием в рыхлом песчаном субстрате, включают наличие специальных морфологических приспособлений и поведенческих особенностей у некоторых видов. Например, у вида *Pterocheilus phaleratus*, характерной морфологической особенностью является наличие специальной «корзинки» (точнее «ковша»), служащей для выноса рыхлого субстрата при рытье гнездового хода, образованной сильно увеличенными члениками нижнегубных щупиков, покрытых с обеих сторон длинными, жесткими волосками и рядом длинных волосков, имеющих на нижнем крае мандибул. Следует отметить, что наличие такой корзинки, развитой в той или иной степени, свойственно всем изученным видам рода *Pterocheilus*, а также близким родам *Onychopterocheilus*, *Cephalochilus*, *Hemipterochilus*, что позволяет предположить формирование этих родов в условиях пустынных и полупустынных аридных ландшафтов. Псаммофильные виды роющих ос, например, осы рода *Bembix*, имеют на передних ногах тарзальный гребень, образованный удлиненными шиповидными выростами, расположенных на наружной стороне 1–4 члеников передних лапок, с помощью которого самки очень быстро выгребают сухой песок при строительстве своих гнезд.

Кроме указанных выше адаптаций, у выявленных видов имеется еще целый ряд неизученных морфо-физиологических, этологических, гнездостроительных особенностей, которые позволяют им обитать в открытых псаммобиоценозах.

Список литературы

1. Казенас В.Л. Роющие осы (Hymenoptera, Sphecidae) Казахстана / В.Л. Казенас // Tethys entomol. Research. Almaty, «Tethys». – 2002. – Vol. IV. – 176 p.
2. Шкуратов А.В. Роющие осы (Hymenoptera: Sphecidae) Ростовской области и прилегающих территорий / А.В. Шкуратов // Изв. Харьков. энтомот. общ-ва. – 2003 (2004). – Т. XI, вып. 1–2. – С. 70–85.
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.

ВОЗРАСТНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ГЕЛЬМИНТОЗОВ У ЛОШАДЕЙ ЧАСТНОГО СЕКТОРА

Бякова О.В., канд. биол. наук, доцент,

Пилип Л.В., канд. вет. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Вятская государственная сельскохозяйственная академия», г. Киров, РФ

pilip_larisa@mail.ru

В современном обществе интерес к лошадям проявляется как со стороны бизнеса, так и с позиции здорового образа жизни. Все больше появляется конеферм и лошадей «хобби-класса» для личного непроизводственного пользования, модным и эффективным является направление иппотерапия, особенно для лечения детей-инвалидов. Однако паразитарные болезни по-прежнему занимают лидирующее место в общей заболеваемости лошадей и зараженность их гельминтами может достигать 100% [1, 5]. У животного, заражённого гельминтами, снижается аппетит, работоспособность, нарушается функция желудочно-кишечного тракта, проявляющаяся коликами, запорами, поносами, а при высокой зараженности регистрируются отсутствие охоты, проблемы с оплодотворением, аборт у кобыл. Наиболее ярко признаки болезни отмечаются у жеребят: они худеют, отстают в развитии, кашляют, шерстный покров тускнеет, а у жеребят-сосунов при закупорке кишечника гельминтами возможны случаи смертельного исхода. Длительное нахождение гельминтов в организме хозяина приводит к снижению иммунитета и развитию восприимчивости к инфекционным и вирусным заболеваниям [2, 3, 5].

На распространение гельминтозов оказывает влияние технология содержания и культура ведения коневодства. На первом месте по экстенсивности и интенсивности инвазии подсобные хозяйства. Это объясняется низким санитарным уровнем содержания животных, несвоевременной уборкой навоза, отсутствием плановой дегельминтизации, дезинвазии помещений, отсутствием загонной системы пастбы лошадей со сменой участков [4, 5].

Целью нашей работы явилось изучение ситуации по паразитарным заболеваниям у лошадей, принадлежащих частному сектору, и выявление особенностей возникновения гельминтозов у лошадей разных половозрастных групп.

Исследования проводили в частной конюшне пос. Радужный г. Кирова. На момент обследования на конюшне находилось 20 лошадей русской и орловской рысистой породы, ганноверской, тракененской, ахалтекинской, а также помеси тяжеловозных пород. Изучение зараженности лошадей проводили путем исследования фекалий методом

флотации по Фюллеборну. Подсчет количества яиц проводили в специальной камере ВИГИС, разработанной Л.Д.Мигачевой и Г.А.Котельниковым (1987). Идентификацию гельминтов осуществляли по морфологии яиц.

Паразитарная инвазия выявлена у 14 лошадей из 20, соответственно экстенсивность инвазии (ЭИ) составила 70% (табл.).

Таблица

Возрастная зависимость зараженности лошадей (n=20)

Показатели		Возрастные группы лошадей				
		Жеребят а 4 месяца	Жеребят а до 1 года	Молодня к от 2-3 лет	Конематк и 7-15 лет	Жеребц ы 4-7 лет
Количество лошадей, всего		2	3	5	7	3
Количество инвазированных животных		2	2	4	5	1
ЭИ, %		100	66,7	80	71,4	33,3
Интенсивность инвазии (количество яиц в 1 г фекалий)	параскарисы	0	12-56	2-12	4	3
	кишечные стронгиляты	18-22	13-18	3-50	18-112	0
	оксиуриды	много	0	0	0	0

При анализе табл. обнаружено, что экстенсивность инвазии животных в частной конюшне колеблется в диапазоне от 33,3 до 100 %. Так, у жеребят 4-месячного возраста зарегистрировано сильное заражение оксиурозом и обнаружены яйца кишечных стронгилят (18-22 яиц в 1 г фекалий).

У жеребят до 1 года диагностированы параскаридоз и кишечный стронгилятоз, причём ЭИ составила 66,7%, а интенсивность инвазии (ИИ) параскаридами от 12 до 56, кишечными стронгилятами от 13 до 18 яиц в 1 г фекалий.

Зараженность молодняка возрастного диапазона от 2 до 3 лет достигла 80 %, при этом ИИ параскаридами и кишечными стронгилятами находилась в пределах от 2 до 12 яиц и от 3 до 50 яиц в 1 г фекалий соответственно.

Зараженность конематок составила 71,4 %, с интенсивностью инвазии кишечными стронгилятами от 18 до 112 яиц в 1 г фекалий.

Наиболее низкая экстенсивность инвазии зарегистрирована у жеребцов-производителей. Из трех животных яйца параскаридов выявлены у одного четырехлетнего жеребца.

Следует отметить, что у большинства обследованных животных наблюдается смешанная нематодозная инвазия, сочленами которой являются параскариды и кишечные стронгиляты.

У лошадей, принадлежащих частному сектору, диагностирован параскаридоз и кишечные стронгилятозы. Оксидоз зарегистрирован у всех жеребят четырехмесячного возраста, в результате чего животных

может беспокоить сильный зуд, могут регистрироваться частые колики и задержка в росте. Параскаридозом наиболее заражены жеребята до года и молодняк 2-3 лет. Кишечные стронгилятозы регистрируются у всех половозрастных групп за исключением жеребцов, однако наиболее подвержены им конематки от 7 до 15 лет. В хозяйствах, где регистрируются паразитарные инвазии, следует проводить диагностические исследования животных (гельминтокопроскопические исследования). С учетом возбудителя инвазии необходимо осуществлять выбор противопаразитарного препарата и проводить плановые дегельминтизации лошадей.

Список литературы

1. Бякова О.В. Иммунологическая оценка пасты «Алезан» при гельминтозах лошадей / О.В.Бякова, Л.В.Пилип, С.Н. Белозёров // Сибирский вестник. – 2008. – № 6. – С.99–101.
2. Бякова О.В. Изменения иммунобиохимических показателей и эффективность применения противопаразитарной пасты «Алезан» при миксинвазии у лошадей / О.В. Бякова, Л.В. Пилип, А.А. Ивановский // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – № 5. – С. 40–42.
3. Пилип Л.В. Биохимические изменения и показатели естественной резистентности организма при нематодозах лошадей / Л.В.Пилип, О.В.Бякова // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. – 2014. – № 3. – С. 43–46.
4. Пилип Л.В. Эпизоотическая ситуация по анаплацефалидозам и меры борьбы с ними в Кировской области / Л.В.Пилип, О.В. Бякова // Современные научно-практические достижения в ветеринарии: сб. статей Междун. науч.-практ. конф. –Киров: Вятская ГСХА, 2011. – Вып. 2. – С. 73–75.
5. Трифанова Д.В. Паразитарные заболевания / Д.В.Трифанова, О.В.Бякова, Л.В.Пилип // Молодежная наука 2014: Технологии и инновации: Матер. LXXIII Всеросс. науч.-практ. конф. молодых учёных, аспирантов и студентов. – Пермь, 2014. – С. 233–235.

УДК 595

ТРОФИЧЕСКИЕ СВЯЗИ ЧЕШУЕКРЫЛЫХ СЕМЕЙСТВ GRACILLARIIDAE И NEPTICULIDAE СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Казакова Н.А., канд. биол. наук, доцент,
Мищенко А.В., канд. биол. наук, доцент
ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова», г. Ульяновск, РФ
a.misch@mail.ru

Минирующие чешуекрылые семейств Gracillariidae (род *Phyllonorycter*) и Nepticulidae Среднего Поволжья являются облигатными минёрами. В качестве кормовых моли используют покрытосеменные растения из 14 семейств. 95 % видов минируют только один вид кормового растения каждый, и только некоторые моли питаются на двух и более видах растений (принадлежащих к одному семейству). Такая строгая приуроченность к конкретным видам кормовых растений является характерной особенностью минёров Среднего Поволжья.

Из 28 видов *Phyllonorycter* большинство (89,3 %) трофически связано с древесными растениями, причём 78,6 % развиваются собственно на деревьях, 10,7 % связано с кустарниками и 3 вида развиваются на травянистых бобовых. Все обнаруженные представители являются листовыми минёрами, гусеницы которых в процессе питания образуют сходные пятновидные мины в мезофилле листовой пластинки. Наибольшее число видов трофически связано с ивовыми (Salicaceae) – 21,4 %, розоцветными (Rosaceae) – 17,9 % и буковыми (Fagaceae) – 14,3 %. Остальные связаны с берёзовыми (Betulaceae) и бобовыми (Fabaceae) – по 10,7 %, вязовыми (Ulmaceae) и жимолостными (Caprifoliaceae) – по 7,1 %, кленовыми (Aceraceae), лещиновыми (Corylaceae) и липовыми (Tiliaceae) – по 3,6 %.

Характерной чертой видов *Phyllonorycter* является дендрофильность. 80 % видов *Phyllonorycter* Европейской части России связано с древесными растениями, для Среднего Поволжья процент немного выше – 89 %. Минируют листья деревьев следующие виды: *P. agilella*, *P. apparella*, *P. cerasicolella*, *P. comparella*, *P. corylifoliella*, *P. harrisella*, *P. issikii*, *P. kleemannella*, *P. muelleriella*, *P. pomonella*, *P. populifoliella*, *P. pyrifoliella*, *P. quercifoliella*, *P. rajella*, *P. roboris*, *P. sagitella*, *P. schreberella*, *P. sorbi*, *P. sylvella*, *P. ulmifoliella*. Виды, развивающиеся на кустарниках: *P. coryli*, *P. emberizaepennella*, *P. lantanella*, *P. pastorella*, *P. salictella*. Только 3 вида минирует листья травянистых бобовых: *Ph. insignitella*, *Ph. medicaginella*, *Ph. nigrescentella*.

Самки рода *Phyllonorycter* избегают производить повторные кладки на уже заселённые листья, поэтому для большинства видов Среднего Поволжья характерны одиночные мины на листьях кормовых растений (82 %). Такие виды не наносят существенного вреда насаждениям. Тенденцией к образованию большего числа мин обладают такие виды как *P. comparella*, *P. emberizaepennella*, *P. medicaginella*, *P. pastorella*, поэтому являются потенциальными вредителями кормовых растений. Исключительно множественные мины образует заносной вид *P. issikii*. Минимальное количество мин, обнаруженных в ходе исследований для данного вида – 2, максимальное – 22. В среднем вид *P. issikii* образует по 6–7 мин, занимающих большую часть листа, поэтому является вредителем.

Наиболее ранними минёрами в Среднем Поволжье являются виды *P. issikii*, *P. apparella*, *P. sylvella* и *P. comparella*. Первые мины, образуемые гусеницами этих видов, появляются в начале июня. Пик минирования для большинства видов приходится на июль, когда условия развития наиболее благоприятны и окончательного развития достигают листовые пластинки кормовых растений. Самым поздним видом является *Ph. medicaginella* Grsm., образующий мины на доннике в начале августа.

Из 57 обнаруженных видов семейства Nepticulidae 82,5 % развиваются на древесных растениях (66,7 % собственно деревья и 15,8 % кустарники) и 17,5 % заселяют травянистые растения. Листву деревьев

минируют виды: *S. aceris*, *S. assimilella*, *S. basigutella*, *S. betulicola*, *S. continuella*, *S. floslactella*, *S. glutinosae*, *S. incognitella*, *S. lapponica*, *S. luteella*, *S. naturnella*, *S. lemniscella*, *S. magdalenae*, *S. malella*, *S. trimaculella*, *S. microtheriella*, *S. nivenburgensis*, *S. nylandriella*, *S. obliquella*, *S. oxyacanthella*, *S. perpygmaeella*, *S. plagicolella*, *S. prunetorum*, *S. roborella*, *S. rolandi*, *S. samiatella*, *S. catharticella*, *S. salicis*, *S. sorbi*, *S. thuringiaca*, *S. tiliae*, *S. zelleriella*, *B. pulverosella*, *E. albifasciella*, *E. argyropeza*, *E. liebwerdella*, *E. longicaudella*, *E. hannoverella*, *E. occultella*, *E. sericopeza*, *E. spinosella*, *E. subbimaculella*, *E. turbidella*.

На кустарниках развиваются виды: *S. hybnerella*, *S. lonicerarum*, *S. paradoxa*, *T. chamaecytisi*, *T. pallidella*.

Виды, минирующие травы: *S. freyella*, *S. splendidissimella*, *E. arcuatella*, *E. rubivora*, *E. weaveri*, *E. septembrella*, *E. atricollis*, *T. silviae*.

Преобладающими являются листовые минёры – 91,2 %. Большинство видов этой группы Nepticulidae минирует листовую пластинку, развиваясь в мезофилле. В дальнейшем гусеницы могут покинуть мину и окукливаются в почве (96,5 % видов Nepticulidae), либо на поверхности листа (вид *S. catharticella*). В Среднем Поволжье найден лишь один вид Nepticulidae, для которого характерно окукливание непосредственно внутри мины – *E. septembrella*. Для трёх видов характерно минирование черешка – *E. argyropeza*, *E. hannoverella*, *E. turbidella*. Личинки этих молей развиваются внутри черешков весь летний период минирования. При наступлении осени и опадении листьев гусеницы выходят из черешка, образуя небольшую пятновидную мину у основания листа, после чего покидают его и окукливаются в почве на зимнюю диапаузу.

Стеблевые минёры составляют 7 %, и эта группа тоже неоднородна. Виды *T. chamaecytisi*, *T. pallidella* минируют зелёные побеги кустарниковых бобовых, образуя узкие змеевидные ходы. Личинки *E. liebwerdella* развиваются под корой дуба, формируя достаточно широкие извилистые мины. Один вид Nepticulidae минирует плоды – *E. sericopeza* (развивается в крылатках клёна).

Периоды активного минирования варьируют у разных видов Nepticulidae. Соответственно можно выделить группы видов весенней, летней и осенней генераций. Наиболее ранними являются виды *S. sorbi* и *S. magdalenae*, развивающиеся на рябине – первые мины появляются в третьей декаде мая. Виды Nepticulidae с пиком минирования, приходящимся на летние месяцы, составляют большинство – 93 %, наиболее активны в июле. Осенние виды – *S. glutinosae* (развивается на ольхе) и *E. subbimaculella* (развивается на дубе) минируют в сентябре.

Наибольшее число видов трофически связано с розоцветными (Rosaceae) – 34,7 %, ивовыми (Salicaceae) – 15,8 %, берёзовыми (Betulaceae) и буковыми (Fagaceae) – по 12,3 %. Остальные связаны с бобовыми (Fabaceae) – 5,3 %, кленовыми (Aceraceae) и лещиновыми (Corylaceae) – по

3,5 %, жимолостными (Caprifoliaceae), вьюнковыми (Convolvulaceae), брусничными (Ericaceae), зверобойными (Hypericaceae), крушиновыми (Rhamnaceae), липовыми (Tiliaceae) и вязовыми (Ulmaceae) – по 1,8 %.

Всего моли Nepticulidae Среднего Поволжья используют в качестве кормовых 26 видов растений из 14 семейств.

Для видов Nepticulidae Среднего Поволжья характерно разнообразие минирующих повреждений, образуемых на кормовых растениях. Личинки молей образуют пятновидные, змеевидные и спиральные типы мин с различной вариацией и расположением на листе. Пятновидные мины наиболее характерны для видов рода *Ectoedemia*. Вначале личинка образует узкий короткий ход, расширяющийся затем в пятно. Исключением является вид *E. sericopeza*, гусеница формирует змеевидный извилистый ход в крылатках клёна. Важным эволюционным достижением является способ компактной укладки экскрементов внутри мины. Это имеет важное значение, учитывая ограниченное пространство для питания и развития, в котором находится личинка. Для видов *Ectoedemia* и *Bohemannia* расположение экскрементов всегда центральное. Личинки видов *Stigmella* и *Trifurcula* формируют змеевидную мину, которая содержит почти непрерывную центральную полосу экскрементов. Исключениями являются виды *S. sorbi* – образует пятновидную мину с коротким змеевидным ходом, мина *S. prunetorum* является спиральной.

Виды минирующих молей рода *Phyllonorycter* и семейства Nepticulidae Среднего Поволжья являются специализированными облигатными минёрами. Большинство является листовыми дендрофилами, использующими в качестве кормового только один вид растения. Трофически моли связаны с цветковыми растениями из 14 семейств. Основная масса видов не является вредителями, за исключением заносного вида *P. issikii*.

Исследование выполнено при финансовой поддержке ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова» в рамках НИР а_м – научные исследования, осуществляемые аспирантами и молодыми учёными по теме «Исследование скрытоживущих насекомых-вредителей лесных и сельскохозяйственных культур Ульяновской области и разработка технологии борьбы с ними»

УДК 595.61

ОСОБЕННОСТИ ЗООГЕОГРАФИЧЕСКОГО СОСТАВА ДИПЛОПОД (MYRIAPODA: DIPLOPODA) ДОНБАССА

Мартынова О.В.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
olga.martynova.mail@gmail.com

Двупарноногие многоножки – один из важнейших компонентов почвенной мезофауны. Первые данные о диплоподах Донбасса появились

в конце XIX века – в работе Тимофеева «Два новых вида Диплопод» [9]. В ней были описаны *Trachynotus Dmitriewi* Timotheew, 1897 (= *Schizoturanus dmitriewi* (Timotheew, 1897)) и *Iulus rossicus* Timotheew, 1897 (= *Megaphyllum rossicum* (Timotheew, 1897)), обнаруженные в окрестностях городов Славянск, Святогорск и Мариуполь. Несколько видов двупарноногих многоножек были указаны для территории Донецкой области в определителе И.Е. Локшиной [3], а также в монографии Н.Г. Черного и С.И. Головача [10]. С 2009 года нами проводится целенаправленное изучение многоножек Донбасса. К настоящему времени были опубликованы результаты исследований мириаподофауны естественных экосистем [5, 6] и антропоценозов [4], а также сведения о видовом составе многоножек Донецкой области в целом [7, 8].

Цель настоящей работы – определение особенностей зоогеографического состава диплопод, обитающих на территории Донбасса.

Коллекция двупарноногих многоножек, собранная нами в период с 2009 по 2019 гг. на территории Донбасса, насчитывает более 4 тыс. экземпляров. Диплопод собирали вручную под укрытиями, методом почвенных раскопок, методом выгонки в эклекторах, с помощью почвенных ловушек Барбера и ловушек из овощной сетки с приманкой (нарезанный картофель или яблоки).

При проведении зоогеографического анализа использованы результаты наших исследований и литературные источники [1, 2, 10].

На данный момент в исследуемом регионе нами выявлены 15 видов двупарноногих многоножек, относящихся к 12 родам, 6 семействам и 3 отрядам. Результаты зоогеографического анализа представлены в таблице.

Таким образом, 40% видов двупарноногих многоножек Донбасса относится к эндемикам и субэндемикам Русской равнины, 40% – к видам с Европейским типом ареала, 1 вид имеет гларктическое распространение. Проникновение кавказского кивсяка *N. kochii* и восточноевропейского многосвяза *O. gracilis* на нашу территорию связано с высокой степенью синантропизации и склонностью видов к антропохории [1, 10]. Причем, интродуцент *O. gracilis* обнаружен нами только в условиях закрытого грунта, открытоживущие популяции на территории Донбасса на данный момент не выявлены.

Склонность к синантропизации отмечается для европейского вида *S. jaqueti*, а также для большинства эндемиков и субэндемиков Русской равнины (*P. stuxbergi*, *S. dmitriewi*, *B. jawlowskii*, *M. rossicum*) [1, 3, 10]. По нашим наблюдениям, в искусственных экосистемах Донбасса с различной степенью антропогенной нагрузки (лесополосы, приусадебные участки, огороды, селитебные зоны) встречается 10 видов диплопод. Лишь 4 вида двупарноногих многоножек явно избегают антропоценозы (*P. lagurus*, *M. kievense*, *M. sjaelandicum*, *N. varicorne*).

Результаты исследований показывают, что основу диплоподофауны Донбасса формируют эндемики и субэндемики Русской равнины, а также

виды европейского происхождения. Для большинства видов характерна высокая склонность к синантропизации.

Таблица

Зоогеографическая характеристика Diploroda Донбасса

№	Вид	Тип ареала
1.	<i>Polyxenus lagurus</i> (Linnaeus, 1758)	Голарктический
2.	<i>Polydesmus stuxbergi</i> Attems, 1907	Субэндемик Русской равнины
3.	<i>Polydesmus schaessburgensis</i> Verhoeff, 1898	Карпатский
4.	<i>Oxidus gracilis</i> (C.L. Koch, 1847) *	Субкосмополит восточноазиатского происхождения
5.	<i>Strongylosoma jaqueti</i> Verhoeff, 1898	Понтический
6.	<i>Schizoturanus dmitriewi</i> (Timotheew, 1897)	Эндемик Русской равнины
7.	<i>Nopoiulus kochii</i> (Gervais, 1847)	Убиквист кавказского происхождения
8.	<i>Proteroiulus fuscus</i> (Am Stein, 1857)	Паневропейский
9.	<i>Brachyiulus jawlowskii</i> Lohmander, 1928	Эндемик Русской равнины
10.	<i>Megaphyllum kievense</i> (Lohmander, 1928)	Субэндемик Русской равнины
11.	<i>Megaphyllum rossicum</i> (Timotheew, 1897)	Субэндемик Русской равнины
12.	<i>Megaphyllum sjællandicum</i> (Meinert, 1868)	Среднеевропейский
13.	<i>Rossiulus kessleri</i> (Lohmander, 1927)	Субэндемик Русской равнины
14.	<i>Unciger transsilvanicus</i> Verhoeff, 1899	Восточноевропейский
15.	<i>Nemasoma varicorne</i> C.L. Koch, 1847	Паневропейский

Примечание. * – на данный момент вид обнаружен только на территории Донецкого ботанического сада.

Список литературы

1. Головач С.И. Распределение и фауногенез двупарноногих многоножек европейской части СССР / С.И. Головач // Фауногенез и филоценогенез. – М.: Наука, 1984. – С. 92–138.
2. Зуев Р.В. Биотопическая приуроченность Chilopoda и Diploroda фауны Центрального Предкавказья / Р.В.Зуев, С.И.Сигида // Наука. Инновации. Технологии. – 2018. – № 3. – С. 141–154.
3. Локшина И.Е. Определитель двупарноногих многоножек Diploroda равнинной части Европейской территории СССР / И. Е. Локшина. – М.: Наука, 1969. – 77 с.
4. Мартынова О.В. Многоножки (Myriapoda: Diploroda) г. Славянска и его окрестностей / О.В. Мартынова // Биологический вид в структурно-функциональной иерархии биосферы: сб. матер. XV Междунар. науч.-практ. экол. конф. (Белгород, 8–12 октября 2018 г.). – Белгород: ИД «Белгород» НИУ «БелГУ», 2018. – С. 125–127.
5. Савченко К.Ю. Фауна та екологія багатоніжок заповідника «Кам'яні Могили» / К. Ю. Савченко, О.В. Стиблєцова // Кам'яні Могили – минуле та сучасність: матер. наук.-практ. конф., присвяч. 85-річному ювілею відділення УСПЗ «Кам'яні Могили». – Донецьк: Ноулідж, 2012. – Вип. 2 (Ч. 1). – С. 303–309.
6. Стиблєцова О.В. Фауна та екологія багатоніжок (Arthropoda: Myriapoda) НПП «Святі Гори» / О.В. Стиблєцова, В.В. Мартинов // Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів: зб. доп. XXII Всеукр. наук. конф. асп. і студ. (Донецьк, 17–19 квітня 2012 р.). – Донецьк: ДонНТУ, ДонНУ, 2012. – Т. 2. – С.74–75.
7. Стиблєцова О.В. Предварительные данные о фауне многоножек (Myriapoda: Chilopoda, Diploroda) Донецкой области / О.В.Стиблєцова, В.В.Мартинов //

- Структурно-функциональные изменения в популяциях и сообществах на территориях с разным уровнем антропогенной нагрузки: матер. XII Междунар. науч.-практ. экол. конф. (Белгород, 9–12 октября 2012 г.). – Белгород: ИД «Белгород», 2012. – С. 210–211.
8. Стиблещова О.В. Матеріали до вивчення видового складу багатоніжок (Myriapoda) Донецької області України / О.В. Стиблещова, В.В. Мартинов // Тези доп. VIII з'їзду ГО «Українське ентомологічне товариство» (Київ, 26–30 серпня 2013 р.). – Київ, 2013. – С. 163–164.
9. Тимофеев Т.Е. Два новых вида Diplopoda / Т.Е. Тимофеев // Тр. общ-ва испыт. природы Имп. Харьковского ин-та. – Харьков, 1897. – Т. 31. – С. 275–292.
10. Черный Н.Г. Двупарноногие многоножки равнинных территорий Украины / Н.Г. Черный, С.И. Головач. – К., 1993. – 58 с.

УДК 595.798

О ЗИМОВКЕ САМОК-ОСНОВАТЕЛЬНИЦ ОБЩЕСТВЕННЫХ ОС (HYMENOPTERA: VESPIDAE: VESPINAE, POLISTINAE) В ГОРОДЕ ДОНЕЦКЕ

Оголь И.Н.

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

Введение. В условиях умеренного климатического пояса Европы все общественные осы характеризуются однолетним жизненным циклом, проходящим по следующей схеме: весной осемененная самка-основательница самостоятельно или в группе себе подобных закладывает гнездо и выращивает рабочих особей (бесплодных самок), совместно с которыми затем выращивает репродуктивных самцов и самок; последние после копуляции зимуют [1; 5]. Как правило, зимовка протекает вне гнезд, в укрытиях, в состоянии диапаузы; при этом особи часто образуют крупные, иногда многовидовые, скопления [4; 5]. Вместе с тем, в Крыму отмечена зимовка самок *Polistes nimpha* в активном состоянии на материнских гнездах, где они кормятся запасенным в ячейках медом [3]. Подобные случаи известны также для *Vespula germanica* в Новой Зеландии, где она является адвентивным натурализовавшимся видом, в то время как в Европе самки *Vespula spp.* зимуют только вне гнезд, при этом могут вылетать и менять укрытия в зимние оттепели [5]. Данные о зимовке общественных ос на территории Донбасса отсутствуют. Нигде не проводилось сравнение этологии зимовки представителей подсемейств *Polistinae* и *Vespinae*.

Целью данной работы стало изучение экологии и этологии зимовки самок общественных ос на территории г. Донецка. Исследование проводилось с 2003 по 2019 гг.

По результатам исследования изучены экология и этология зимовки 6 видов ос из 2 подсемейств (табл. 1). Их распределение по типам микростаций характеризуется межвидовыми различиями. Так, большая часть самок *P. dominula* зимовала в укрытиях антропогенного происхождения, недалеко от гнезд, сооружаемых данным видом в кварталах городской застройки, на прилегающих к ним огородах и в промышленных постройках. Вместе с тем, другая часть самок мигрировала на зимовку в искусственный лесной массив с преобладанием дуба (иногда на расстояние более 1 км), где располагалась под корой и в трещинах древесины мертвых деревьев и пней. Большинство самок *P. gallicus*, гнездование которого строго приурочено к открытым ландшафтам с травянистой растительностью, зимовали в этом же лесном массиве, расстояние миграции в данном случае составляло порядка десятков – сотен метров. Аналогично вели себя *P. nimpha*, гнездящиеся в том же биотопе.

Таблица 1

Распределение самок общественных ос по типам зимовальных микростаций
по данным многолетнего учета

Вид осы	Тип микростанции		
	Лесная подстилка	Мертвое дерево	Постройка человека
<i>Polistes dominula</i> (Christ, 1791)	0	44	>100
<i>Polistes gallicus</i> (Linnaeus, 1767)	0	43	9
<i>Polistes nimpha</i> (Christ, 1791)	0	81	0
<i>Vespula germanica</i> (Fabricius, 1793)	1	14	6
<i>Vespula vulgaris</i> (Linnaeus, 1758)	2	0	0

Однако часть самок *P. gallicus* мигрировала в кварталы городской застройки на расстояние не менее 1,5 км, где зимовала в строениях совместно с *P. dominula*. Несмотря на то, что *P. nimpha*, в отличие от *P. gallicus*, на исследуемой территории в небольшом количестве гнездится и в урболандшафте, случаи его зимовки там не отмечены. Не исключено что все самки данного вида на зиму покидают кварталы городской застройки. Таким образом, у всех изучаемых видов ос-полистов нами обнаружены локальные сезонные миграции.

Зимующие самки *Polistes spp.* в лесном массиве располагались не ниже 20 см над землей и полностью отсутствовали под лежащими на земле камнями, в лесной подстилке и прилегающих к земле поваленных стволах деревьев. Интересно, что в нижнеднепровских плавнях, напротив, отмечена зимовка *P. dominula* в почве [Русина, 2002]. По данным А.В.Амолина (личное сообщение) на территории г. Донецка самки *P. gallicus* также образуют зимовальные скопления под камнями на терриконах угольных шахт. Данный тип микростаций отличаются от исследованных нами меньшей влажностью и лучшим прогревом. Для всех изученных видов ос-полистов нами отмечена

как одиночная, так и групповая зимовка (в плотных скоплениях до 20 особей одного, двух или трех видов). Самки *P. dominula*, начиная с середины июля, формировали предзимовочные скопления под корой мертвых деревьев, откуда позже перелетали в места зимовки, что согласуется с литературными данными [4]. У других представителей рода подобное явление не обнаружено, их самки концентрировались непосредственно в зимовальных укрытиях в сентябре-ноябре. Ни одного случая зимовки ос-полистов на материнском гнезде нами не отмечено.

На исследуемой территории *V. germanica* и *V. vulgaris* демонстрируют эвритопность в выборе как гнездовых, так и зимовальных участков, что препятствует выявлению сезонных миграций, если таковые существуют. Отсутствие *V. vulgaris* в стволах деревьев, в отличие от *V. germanica* позволяет предположить межвидовое различие в требованиях к микроклимату. В противоположность литературным данным [5], групповая зимовка самок этих видов нами не отмечена.

В поведении зимующих самок *Polistes spp.* и *V. germanica* обнаружены радикальные различия: после экспериментального вскрытия зимовальных укрытий при температуре 0...+2 °С первые, реагируя на свет, в течение 1 мин приходили в активное состояние и медленным шагом пытались скрыться, проявляя сильно выраженный отрицательный фототаксис, при этом поднимали брюшко, обнажали жало и, в случае прикосновения пальцем, успешно жалили; вторые были совершенно неподвижны, не реагировали на внешние раздражители и прочно держались коготками за субстрат. Учитывая яркую предупредительную окраску тех и других, вариант поведения ос-полистов представляется нам более эффективной защитной мерой против хищников.

В отличие от *Vespula spp.*, диапауза которых была непрерывной и проходила с сентября-октября по март-апрель, для *Polistes spp.* отмечены многочисленные случаи возобновления активности в зимние оттепели, при этом самки часто покидали одни укрытия, в частности, подтопленные талой водой, и перемещались в другие.

Заключение. При, в целом, сходных стратегиях зимовки изучаемых видов ос, в тактиках их реализации обнаружены существенные видоспецифические особенности, а также, при сравнении с литературными данными, продемонстрирована внутривидовая географическая вариабельность.

Список литературы

1. Кипятков В.Е. Происхождение общественных насекомых / В.Е. Кипятков. – М.: Знание, 1985. – 62 с.
2. Русина Л.Ю. Структура участка обитания ос-полистов (Hymenoptera: Vespidae) в Херсонской области / Л.Ю. Русина // Известия Харьковского энтомологического общества. – 2002. – Т. 9, Вып. 1-2. – С. 245-247.
3. Фатерыга А.В. Об особенностях гнездования и зимовке общественных ос *Polistes nimpha* (Hymenoptera: Vespidae, Polistinae) в условиях города в Крыму /

- А.В.Фатерыга // VI з'їзд Укр. ентомол. товариства, Біла Церква, 8–11 вересня 2003 р.: Тези доп. – Ніжин, 2003.—С. 127-128.
4. Dapporto L., Palagi E. Wasps in the shadow: looking at the pre-hibernating clusters of *Polistes dominulus* //Annales Zoologici Fennici. – Finnish Zoological and Botanical Publishing Board – 2006. – V. 43. – P.583-594.
 5. Spradbery J.P. Wasps. An account of the biology and natural history of social and solitary wasps. – Seattle: University Washington Press, 1973. – 408pp.

УДК 595.43

СТЕПЕНЬ ИЗУЧЕННОСТИ СЕНОКОСЦЕВ (OPILIONES) ДОНБАССА

Прокопенко Е.В., канд. биол. наук, доцент
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
helen_procop@mail.ru

Несмотря на то, что в настоящее время уже известно более 6653 валидных видов сенокосцев [6], по оценкам специалистов видовое разнообразие этой группы членистоногих намного больше и оценивается примерно на уровне 10000 видов [5].

Сенокосцы Донбасса до настоящего времени остаются довольно слабо изученными, особенно в сравнении с локальными фаунами европейских стран и некоторых регионов России.

Основные исследования таксономического состава и структуры населения сенокосцев региона были начаты в 2000 гг. в пределах Донецкой области (табл.). Из Луганской области мы располагаем только единичными экземплярами, поскольку специальное изучение сенокосцев там не проводилось.

Таблица

Источники информации, содержащие данные о сенокосцах Донбасса

Автор и год издания источника информации	Количество видов	Локалитет
Staręga, 1978	1 вид	г. Мариуполь
Мартынов, Прокопенко, 2003	Виды не определены	гг. Донецк и Ясиноватая
Савченко и др., 2010; Прокопенко, Савченко, 2015	4 вида	пос. Пески (Ясиноватский р-н), пос. Нижняя Крынка (Советский р-н, г. Макеевка)
Прокопенко, Савченко, 2012	6 видов	Заповедник «Каменные Могилы» (Никольский р-н)

Исследованные локальные фауны включают от одного вида сенокосцев до шести. Так, в Зуевском РЛП и в РЛП «Меотида» пока отмечено по одному виду – *Odiellus lendli* (Soerensen, 1894) и *Opilio parietinus* (De Geer, 1778), соответственно. В заповеднике «Хомутовская

степь» – три вида (*O. lendli*, *Zacheus crista* (Brulle, 1832) и *O. parietinus*). В агроценозах (культуры пшеницы, ячменя, кукурузы, эспарцета), полей защитных лесополос, целинных степных и залежных участках в окрестностях двух населенных пунктов вблизи г. Донецка – пос. Пески и Нижняя Крынка также отмечались три вида сенокосцев: *O. lendli*, *Phalangium opilio* Linnaeus, 1761 и *Opilio saxatilis* C.L. Koch, 1839 [3, 4]. Указание *Oligolophus tridens* (C.L. Koch, 1836) при дальнейшем изучении собранных экземпляров оказалось ошибочным и относится к *O. lendli*.

В заповеднике «Каменные Могилы» было найдено 6 видов сенокосцев: *O. lendli*, *O. saxatilis*, *O. parietinus*, *Ph. opilio*, *Phalangium punctipes* (L. Koch, 1878) и *Z. crista* [2]. Регистрация здесь *M. morio* была ошибочной – указание относится к *Ph. punctipes*.

Таким образом, в настоящее время в Донбассе зарегистрированы 6 видов сенокосцев, сведения о распространении которых в регионе приведены ниже.

Odiellus lendli (Soerensen, 1894)

Литературные указания: заповедник «Каменные Могилы» [2]; пос. Пески, пос. Нижняя Крынка [4 – *O. lendlii* – sic!].

Широко распространенный в регионе вид, приурочен к древесным массивам различного типа (естественные леса – 31 экз., 2 % особей, искусственные древесные насаждения – 994 экз., 77,8 %), в степных биотопах, включая выгоревшую и выпасаемую степь и заросли степных кустарников, собраны 247 экз. (19,5 %), в агроценозах малочисленен (9 экз., 0,6 %).

Сезонный максимум активности приходится на сентябрь – первую декаду октября.

Phalangium opilio Linnaeus, 1761

Литературные указания: заповедник «Каменные Могилы» [2]; пос. Пески, пос. Нижняя Крынка [4].

Вид широко распространен в регионе, наибольшее количество экземпляров отмечено в естественных и искусственных древесных массивах (15 экз., 53,6 %) и на огородах (10 экз., 35,7 %).

Пик сезонной активности наблюдается в июле.

Phalangium punctipes (L. Koch, 1878)

В регионе – крайне локальный степной вид, отмечен только в «Каменных Могилах» и 2 экз. – на обнажениях мела в с. Сидорово (Лиманский р-н). В заповеднике предпочитает участки петрофитной степи (19 экз., 17,8 %) и заросли терна (70 экз., 65,4 %).

Пик сезонной активности – в мае.

Opilio parietinus (De Geer, 1778)

Литературные указания: г. Мариуполь (Staręga, 1978); заповедник «Каменные Могилы» [2].

Широко распространен в регионе. Вид нарушенных и временных местообитаний: в агроценозах – 119 экз. (68,4 %), искусственных

древесных насаждениях – 18 экз. (10,3 %), околородных местообитаниях – 12 экз. (6,9 %), на степных участках – 25 экз. (14,4 %).

Пик сезонной активности – сентябрь – первая декада октября.

Opilio saxatilis C.L. Koch, 1839

Литературные указания: заповедник «Каменные Могилы» [2]; пос. Пески, пос. Нижняя Крынка [4].

Широко распространенный и наиболее многочисленный в регионе вид, отмечен как в Донецкой, так и в Луганской областях.

Вид временных и нарушенных местообитаний. В естественных лесах – 149 экз. (4,7 %), в искусственных древесных насаждениях – 633 экз. (19,9 %), в степных биотопах – 101 экз. (3,2 %), в техногенных биотопах – 19 экз. (0,6 %), в агроценозах – 2277 экз. (71,6 %).

Отмечены два пика сезонной активности – в июне и сентябре.

Zacheus crista (Brulle, 1832)

Литературные указания: заповедник «Каменные Могилы» [2].

В Донецкой области не найден севернее г. Ясиноватая. Вид отмечен в основном в степных местообитаниях (207 экз., 31,6 %) и древесных массивах различного типа (естественные леса – 152 экз., 23,2 %, искусственные древесные насаждения – 292 экз., 44,6 %). В агроценозах найдено всего 3 экз. (0,3 %), в техноценозах – 1 экз. (0,2 %).

Пик численности – июль.

Список литературы

1. Мартынов В.В. Многолетняя и сезонная динамика герпетобионтных членистоногих в урболандшафтах степной зоны Украины (на примере парков г. Донецка) / В.В. Мартынов, Е.В. Прокопенко // Тез. доп. IV з'їзду Укр. ентомол. тов-ва. – Біла Церква, 2003. – С. 67–68.
2. Прокопенко Е.В. К изучению фауны пауков (Aranei) и сенокосцев (Opiliones) заповедника «Каменные Могилы» / Е. В. Прокопенко, Е. Ю. Савченко // Кам'яні Могили – минуле та сучасність: мат. наук.-практ. конф., присв. 85-річному ювілею відділення УСПЗ НАН України «Кам'яні Могили». – Донецьк: Ноулідж, 2012. – Вип. 2 (Ч. 1). – С. 274–286.
3. Прокопенко Е.В. Сенокосцы (Opiliones) агроценозов Донецко-Макеевской городской агломерации / Е.В. Прокопенко, Е. Ю. Савченко // Биоразнообразие. Экология. Эволюция. Адаптация: матер. VII Междунар. конф. молодых ученых, посв. 150-летию со дня основания Одесского ун-та (Одесса, 18-19 сентября 2015 г.). – Одесса: Репозитарий Науч. библ. Одесского нац. ун-та им. И.И. Мечникова, 2015. – С. 33–34.
4. Савченко Е. Ю. Сенокосцы (Opiliones) агроценозов Донецкой области / Е. Ю. Савченко, Д. С. Горбачева, Е. В. Прокопенко // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов: тез. докл. XX Всеукр. научн. конф. асп. и студ. – Донецк: ДонНТУ, ДонНУ, 2010. – С. 30–31.
5. Снеговая Н. Ю. Сенокосцы (Opiliones) Кавказа: автореф. дис. ... докт. биол. наук / Н.Ю. Снеговая. – Баку, 2014. – 42 с.
6. Kury A. B. Classification of Opiliones / A. B. Kury. URL: <http://www.museunacional.ufrj.br> (дата обращения 22 августа 2019 г.).
7. Staręga W. Katalog der Weberknechte (Opiliones) der Sowjet-Union / W. Staręga // Fragmenta Faunistica. – Warszawa, 1978. – Vol. 23 (10). – P. 197–241.

МОРФОЛОГИЯ И ДИАГНОСТИКА ЛИЧИНОК МОШЕК

Рева М.В., канд. биол. наук, доцент, **Багирян А.Г.**

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

mvreva@mail.ru

Систематика мошек до настоящего времени представляет собой значительные трудности. Для установления видового состава необходимо изготовление микропрепаратов, исследование значительного количества различных морфологических признаков. Это обусловлено сходными условиями обитания разных видов. Установление признаков разной степени диагностической значимости представляет важнейший практический интерес.

Целью данной работы стало выявление признаков, характеризующих отдельные роды и виды симулиид.

В задачи исследований входило:

- сравнительный анализ морфологических признаков личинок симулиид родов *Schoenbaueria* Enderlein, 1921 и *Wilhelmia* Enderlein, 1921;
- выделение признаков, характеризующих отдельные роды мошек;
- установление групповых морфологических признаков;
- поиск сугубо видовых признаков.

Материалом для написания работы послужили собственные сборы и наблюдения за личинками мошек в водоемах г. Донецка в полевые сезоны 2018-2019 гг. Всего было изготовлено 20 микропрепаратов личинок мошек, относящихся к двум родам *Schoenbaueria* End. и *Wilhelmia* End. и семи видам. Также изучено более 150 препаратов личинок мошек из коллекции кафедры зоологии и экологии Донецкого национального университета:

Род *Schoenbaueria* Enderlein, 1921:

Sch. nigra (Mg., 1804)

Sch. pusilla (Fries, 1824)

Род *Wilhelmia* Enderlein, 1921:

W. angustifurca Rubz., 1956;

W. balcanica End., 1924;

W. mediterranea (Puri, 1925);

W. equina (L., 1758);

W. tertia Bar., 1926.

Сбор, камеральную обработку материала, изготовление микропрепаратов проводили по общепринятым методикам И.А.Рубцова [4], М.В.Ревы [2], З.В.Усовой [5]. Для систематического анализа было изучено шесть морфологических признаков:

- рисунок на лобном склерите;
- форма вентрального выреза;
- размеры вентрального выреза;
- строение зубцов субментума;
- количество щетинок в веерах;
- количество крючков в заднем прикрепительном органе.

Унифицированное описание видов проводили по образцу описаний видов мошек *Schoenbaueria* [1]. Размеры деталей в описаниях отдельных видов личинок мошек даны в миллиметрах. Измерения проводили по методике З.П.Паушевой [3]. В сравнительном анализе количественных морфологических признаков использовали средние данные.

Анализ морфологических признаков личинок мошек родов *Schoenbaueria* и *Wilhelmia* позволил прийти к следующему выводу: ряд признаков являются общими для всех видов рода *Schoenbaueria*.

К таким признакам относятся: особенности строения рисунка на лобном склерите; размеры вентрального выреза; общий план строения зубцов субментума; количество щетинок в веерах; количество крючьев в заднем прикрепительном органе.

Как показали исследования, общий план рисунка на лбу личинки крестообразный, четкий; вентральный вырез более мелкий, чем у личинок рода *Wilhelmia*; в большом веере насчитывается большее количество щетинок и меньшее количество крючьев в заднем прикрепительном органе, чем у личинок вышеназванного рода.

Ряд морфологических признаков являются общими для всех видов рода *Wilhelmia*.

К таким признакам относятся: особенности строения рисунка на лобном склерите; размеры вентрального выреза; количество щетинок в веерах; количество крючьев в заднем прикрепительном органе.

Как показали наши исследования, общий план рисунка на лбу личинки рода *Wilhelmia* крестообразный, нечеткий; вентральный вырез более крупных размеров, чем у личинок рода *Schoenbaueria*; в большом веере насчитывается меньшее количество щетинок и большее количество крючьев в заднем прикрепительном органе, чем у личинок рода *Schoenbaueria*.

Такой признак, как форму вентрального выреза следует отнести к групповым, так как он характерен для группы видов внутри рода.

Некоторые морфологические признаки являются сугубо видовыми. К ним относятся: строение зубцов субментума и строение зубцов мандибулы.

В заключение необходимо отметить, что для определения вида необходимо использовать весь комплекс морфологических признаков с учетом уровня их диагностической значимости.

Список литературы

1. Рева М.В. Морфо-биологические особенности и систематический анализ мошек семейства Simuliidae, встречающихся на Украине: автореф. дис. ... канд. биол. наук / М.В. Рева. – К., 1994. – 21 с.
2. 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.
3. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений / З.П. Паушева. – М., 1980. – С. 115.
4. Рубцов И.А. Фауна СССР. Насекомые двукрылые. Мошки сем. Simuliidae / И.А. Рубцов. – М.: Изд-во АН СССР, 1940. – Вып. 6. – 533 с.
5. Усова З.В. Фауна мошек Карелии и Мурманской области / З. В. Усова. – М., Л.: Изд-во АН СССР, 1961. – 286 с.

УДК 595.771

МОШКИ (DIPTERA, SIMULIIDAE) г. ДОНЕЦКА

Рева М.В., канд. биол. наук, доцент, **Бакланова А.Э.**
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
mvreva@mail.ru

Изучение видового состава, экологических особенностей развития, распространения, репродукции у кровососущих мошек (Diptera, Simuliidae) крайне важно для разработки эффективных и экологически грамотных методов регулирования численности их популяций, защиты людей и животных от нападения симулиид.

Мошки – мелкие кровососущие насекомые семейства Simuliidae отряда Diptera, входят в состав гнуса и являются специфическими переносчиками возбудителей заболеваний онхоцеркоза, гемоспоридиоза птиц, а также механическими переносчиками возбудителей туляремии, сибирской язвы и других опасных заболеваний. Укусы мошек болезненны, а слюна не менее ядовита, чем у комаров.

Цель работы – изучение фауны и биологии мошек г. Донецка и его окрестностей.

В задачи исследований входило: сбор мошек в природе и камеральная обработка материала; установление видового состава мошек г. Донецка и его окрестностей; изучение биологии и обобщение сведений о мошках, развивающихся в водоёмах г. Донецка и его окрестностей.

Материалом для работы послужили собственные сборы и наблюдения за мошками семейства Simuliidae водоёмов г. Донецка, обработка литературных данных и коллекции кафедры зоологии и экологии Донецкого национального университета.

Сбор, камеральную обработку материала, изготовление микропрепаратов и изучение отдельных вопросов по биологии мошек

проводили по общепринятым методикам И.А. Рубцова [1], З.В. Усовой [3] и Е.Б. Сухомлин [2].

Место сбора преимагинальных фаз мошек – центральные городские пруды и водоём ЦПКиО им. А.С. Щербакова г. Донецка.

Камеральную обработку материала и изготовление микропрепаратов проводили с помощью микроскопа МБС-3.

На основании камеральной обработки, сборов водных фаз мошек и наблюдений по биологии и экологии, а также анализа литературных данных нами было установлено, что:

- на территории центральных городских прудов и в водоёме парка им. Щербакова обнаружено 7 видов мошек, относящихся к 5 родам: род *Eusimulium* Roubaud, 1906: *E. aureum* (Fries), *E. securiforme* Rubz.; род *Wilhelmia* Enderlein, 1922: *W. mediterranea* (Puri); *W. balcanica* End.; род *Boophthora* Enderlein, 1921: *B. erythrocephala* (De Geer); род *Argentisimulium* Rubzov et Yankovsky, 1982: *A. noelleri* (Fried); род *Simulium* Latrielle, 1802: *S. behningi* (End.);

- развитие личинок протекает вблизи от мест отрождения на листьях, камнях и погружённых в воду ветвях. Особенно важное значение в распределении личинок мошек имеют скорость течения и характер субстрата. Личинки прикрепляются, выбирая точки, которые граничат с прямым ударом быстрого течения, там, где наблюдается завихрение;

- наиболее важным условием развития мошек является соответствующий температурный режим. Большинство найденных видов мошек являются stenothermic, но и есть эвритермные (*A. noelleri*) и теплолюбивые виды (*W. mediterranea*);

- наибольшее видовое разнообразие было отмечено в небольших и средних по размерам водоёмах с устойчивым режимом воды и невысокой (10–15 °C) температурой воды на протяжении года. Водоёмы со значительным колебанием и повышенной температурой воды (20–30 °C) в видовом отношении беднее мошками;

- в районе наших исследований:

в фазе яйца зимуют 2 вида (*E. aureum*, *E. securiforme*). Отрождение личинок начинается в марте и продолжается до апреля – мая при температуре воды от 2–6 до 14 °C;

в фазе личинки зимуют 2 вида (*W. mediterranea*, *W. balcanica*). Отрождение личинок из яиц, зимовка которых происходит в фазе личинки, отмечено во второй половине сентября – первой половине ноября при температуре воды 3–12 °C. Появление личинок этих видов второй раз наблюдается в декабре – январе при температуре воды 2–5 °C. Субстрат – водная растительность, опавшие листья и ветки, камни, расположенные на глубине от 10 до 50 см;

в фазе яйца и личинки зимуют 3 вида (*B. erythrocephala*, *A. noelleri*, *S. behningi*). Вылупление личинок из яиц у этих видов зависит от погодных

условий. В годы с холодными зимами, когда водотоки покрываются льдом и снегом (с декабря по февраль), эти виды зимуют в фазе яйца. В такие годы личинки отрождаются из яиц сразу после освобождения водотоков ото льда (февраль – март). В годы с тёплыми непродолжительными зимами виды зимуют в фазе личинки;

– яйцекладки на территории г. Донецка и его окрестностей встречаются в незагрязнённых водоемах всех типов, но чаще в открытых незатененных ручьях и малых реках.

Нами использована типизация способов откладки яиц, которая была предложена И.А. Рубцовым [1] и З.В. Усовой [3]:

1. Самки откладывают яйца на урете воды. Яйца располагаются хаотично, многослойно. Такой способ наблюдается у следующих видов: *E. aureum*, *W. mediterranea*, *A. noelleri*.

2. Самка откладывает яйца под водой. Такой способ наблюдается у *W. mediterranea*, *B. erythrocephala*. Яйцекладки *B. erythrocephala* индивидуальные и однослойные. Отрождение личинок из яиц одновременное.

3. Яйца скидываются в воду по одному или группами. В период откладки самки летают очень медленно возле поверхности воды, через несколько секунд дотрагиваются воды концом брюшка и выделяют яйца.

В границах региона у мошек достаточно четко выражена пищевая специализация. *W. mediterranea* нападает на крупный рогатый скот. Сосут кровь человека и животных виды *B. erythrocephala*, *A. noelleri*, на птиц нападают *E. securiforme*, *E. aureum*.

Список литературы

1. Рубцов И.А. Методы изучения мошек / И.А. Рубцов. – М., Л., 1956. – 56 с.
2. Сухомлін К.Б. Мошки підродини Simuliinae мішаних лісів Європи (фауна, морфологія, філогенія, систематика, екологічні особливості): автореф. дис. ... докт. біол. наук / К.Б. Сухомлін. – К., 2013. – 40 с.
3. Усова З.В. Фауна мошек Карелии и Мурманской области / З.В. Усова. – М., Л.: Изд-во АН СССР, 1961. – 286 с.

УДК 595.771

К СИСТЕМАТИКЕ МОШЕК (DIPTERA: SIMULIIDAE) ДОНБАССА

Рева М.В., канд. биол. наук, доцент, **Шкребка А.А.**
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
mvreva@mail.ru

Мошки семейства Simuliidae имеют важное практическое значение. Яйцо, личинка и куколка мошек развиваются в текучей воде родников, ручьев и рек. Взрослые насекомые появляются в умеренных широтах в

течение теплой половины года. Самки большинства видов – кровососы, самцы питаются выделениями растений; кровососание у многих видов факультативно.

Целью нашей работы стало изучение внешнего и внутреннего строения мошек на всех фазах развития (яйцо, личинка, куколка и имаго) и установление видового разнообразия мошек Донецкого региона с использованием диагностически важных признаков.

Материалом для написания работы послужили сборы личинок, собственные наблюдения и литературные данные. На основании сборов были изготовлены микропрепараты.

Сборы водных фаз мошек осуществляли в июне и сентябре 2018 и 2019 гг. Личинки были обнаружены на субстратах: камнях, палках, водной растительности, пластиковых и стеклянных бутылках, полиэтиленовых пакетах. Сбор личинок осуществляли с помощью пинцета, которым их переносили с субстрата в фиксатор.

В качестве фиксатора был использован раствор этилового спирта в концентрации $\approx 70\%$. Сборы были проведены на 1-м и 2-м городских прудах (в ручье, соединяющем пруды) и ручье (Буденовский район, лесопарк).

При изготовлении препаратов личинок были использованы общепринятые методики [1, 2].

В результате наших исследований были изучены характерные особенности внешнего и внутреннего строения мошек (имаго и преимагинальных стадий развития) и выявлены их важнейшие диагностические признаки.

У взрослых особей:

- характер изгиба, отношение наибольшей ширины (между лобными швами) к наименьшей (на высоте усиков), а также отношение высоты лба к наименьшей ширине;
- окраска и структура поверхности лба: черная, серая, в волосках, с серебристыми налетами или голая, блестящая;
- лаутерборнов орган, расположенный во 2-м членике щупиков;
- форма мандибул и максилл, особенно число зубчиков на их концах;
- размеры, густота и окраска волосков на спинке;
- опушенность мембраны;
- различия в жилковании и опушении крыльев;
- окраска, опушение и форма ног, особенно 1-го членика передней и задней лапок;
- строение коготков;
- строение базистернума и генитальных пластинок;
- своеобразное для каждого вида строение вилочки;

- форма и опушенность анальных пластинок;
- форма гоноподитов и гоностерна.

У личинок:

- почти хитинизированный задний край головной капсулы, образующий вентральный вырез;
- темный пигментный рисунок на лобном склерите;
- форма и расположение хет.

Также имеются различия в строении между самцами и самками:

- глаза у самцов крупные, соприкасающиеся по лобному шву, обычно из фасеток двоякого рода. У самок глаза мельче, разделены лбом и состоят из равновеликих фасеток;
- 2–7-й стерниты у самок обычно редуцированы;
- у ♂ лицо выделяется в виде расширяющегося книзу гребня, у ♀ лицо плоское, снизу почти достигает основания усиков, неправильно 4-угольное или 5-угольное;
- у ♂ лаутерборнов орган развит всегда слабее и более однообразен, чем у ♀. 3-й и 4-й членики заметно варьируют по относительной длине, толщине и опушению;
- у ♂ зубчики на верхней губе, мандибулах и максиллах заменены волосками (это вооружение отсутствует и у ♀ некоторых некровососущих видов);
- у ♂ жужжальца окрашены ярче и темнее, чем у ♀.

Многие виды мошек имеют в течение года одно поколение. Наибольшей длительностью развития отличается зимующая фаза. Цикл развития многих видов, будучи лабильным календарно (из-за разнообразия местных условий), фенологически относительно устойчив.

На основании использования диагностически важных признаков в водотоках Донбасса нами были установлены следующие виды мошек:

Род *Nevermannia* Enderlein, 1921: *N. angustitarsis* (Lundstrom, 1911), *N. latigonia* (Rubzov, 1956);

Род *Wilhelmia* Enderlein, 1921: *W. equine* (Linnaeus, 1758), *W. mediterranea* (Puri, 1925), *W. balcanica* Enderlein, 1924;

Род *Boophthora* Enderlein, 1921: *B. erythrocephala* (De Geer, 1776);

Род *Odagmia* Enderlein, 1921: *O. ornata* (Meigen, 1818), *O. pratora* (Friederichs, 1921), *O. rotundata* Rubzov, 1956, *O. caucasica* (Rubzov, 1940), *O. baracornis* (Smart, 1944), *O. deserticola* (Rubzov, 1940), *O. intermedia* (Roubaud, 1906), *O. frigida* (Rubzov, 1940);

Род *Argentisimulium* Rubzov et Yankovsky, 1982: *A. noelleri* (Friederichs, 1920).

Анализ морфологических признаков на всех фазах развития симулиид с учетом уровня их диагностической значимости продолжается.

Список литературы

1. Мошки (сем. Simuliidae) / И.А. Рубцов; [ред. Е.Н. Павловский]. 2-е изд. – М., 1956. – Т. 6, вып. 6. – 860 с.
2. 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.

УДК 595.771

ИНДИКАЦИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ ПРОТОЧНЫХ ВОДОЕМОВ ПО ВИДОВОМУ СОСТАВУ МОШЕК

Рева М.В., канд. биол. наук, доцент, **Щелкова Е.В.**

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

mvreva@mail.ru

Большинство мошек семейства Simuliidae являются кровососами человека и животных. Взрослые мошки – насекомые относительно небольшие, длина тела в среднем 2–6 мм, коренастые, длинноусые. По внешнему виду напоминают небольших мух. Распространены в степи, лесостепи и особенно в таежной и тундровой зонах. Мошки составляют важную часть гнуса на территории Донбасса.

Личинки мошек живут только в проточной воде, отдают предпочтение местам с наиболее быстрым течением. Они чувствительны к таким параметрам, как температура воды, содержание в ней кислорода и органических веществ. К колебанию других условий внешней среды, в частности, pH и солевому режиму, личинки мошек достаточно терпимы.

Поселяются личинки на листьях, камнях, погруженных в воду ветвях. Развитие происходит с полным превращением.

Мошки являются переносчиками возбудителей опасных заболеваний человека и животных: онхоцеркоза и анаплазмоза крупного рогатого скота, лейкоцитозооноза птиц, туляремии и других. Часто они являются промежуточными хозяевами нематод рода *Onchocerca* и споровиков рода *Leucocytozoon*.

Нападая на животных и на человека, мошки выделяют в ранку свою слюну, которая препятствует свертыванию крови. Уколы мошек болезненны и ядовиты, вызывают жжение, зуд, опухоль, местное повышение температуры, отеки и разрушения кровяных телец. При массовом нападении мошек на людей, кроме боли и зуда, наблюдается иногда повышение температуры, головокружение и другие признаки легкого отравления, при множественных укусах вплоть до гибели. Сосут кровь только самки. Самцы питаются растительными соками. В отличие от комаров, мошки нападают на свою жертву только днем, ночью они неактивны [1-3].

Виды в семействе Simuliidae различаются множеством мелких количественных признаков во всех фазах развития и немногими резкими морфологическими различиями. Наименее выражены видовые различия у самок. В ходе исследований самки встречаются чаще, а самцы и личинки встречаются гораздо реже.

Личинки мошек входят в состав гидробиоценозов и принимают участие в процессах биологического самоочищения водоемов. На численность мошек и их видовое разнообразие сказываются и антропогенные факторы. Загрязнение водотоков ухудшает условия выплода мошек. Поэтому возможно использование мошек в качестве биоиндикаторов степени загрязненности проточных водоемов.

Целью данной работы является выявление видового состава и изучение биологии мошек г. Донецка, а также установление видов-индикаторов.

В задачи наших исследований входило: 1) сбор мошек в природе и камеральная обработка материала; 2) определение видового состава симулиид; 3) изучение биологии найденных видов; 4) установление видов-индикаторов.

Материалом для написания работы послужили собственные сборы различных фаз развития мошек, а также коллекции мошек преимагинальных фаз развития на территории г. Донецка.

Были обследованы Центральные городские пруды г. Донецка.

Сбор и фиксацию личинок и куколок, а также их этикетирование проводили по общепринятым методикам [1, 3]. Биологию отдельных видов изучали с использованием методик И.А.Рубцова [1] и З.В.Усовой [3].

Камеральную обработку материала и изготовление препаратов проводили с помощью микроскопа МБС-3. Рисунки отдельных видов выполняли при помощи микроскопа МБР-1 и рисовального аппарата РА-6. Выявление видов-биоиндикаторов чистоты воды проводили путем сравнения видового состава мошек в водоемах, сходных по гидробиологическим характеристикам, но отличающимся по степени загрязненности.

В ходе исследований нами было обнаружено 7 видов мошек: *Eusimulium aureum* (Fries); *Eusimulium securiforme* (Rubz.), *Wilhelmia mediterranea* (Puri), *Wilhelmia balcanica* (End.), *Boophthora erythrocephala* (De Geer), *Argentisimulium noelleri* (Fried), *Simulium behningi* (End.).

Центральные городские пруды находятся на границе Ворошиловского и Куйбышевского районов г. Донецка и простираются с севера на юг. Общая длина – около 3 км. Пруды представляют собой небольшие водохранилища, созданные естественным путем в понижениях (балки, овраги). Они наполняются снеговыми, дождевыми и подземными водами и служат, главным образом, для задержания и хранения вод поверхностного стока.

Первый водоток соединяет первый и второй городские пруды в районе Центрального парка культуры и отдыха им. А.С. Щербакова. Водоток берет начало с небольшой бетонной плотины и устремляет свое течение по наклонному бетонному руслу, ширина которого составляет примерно 3 м. Скорость течения воды – 0,3–0,5 м/с, глубина – 0,3 м, дно каменистое. Личинки и куколки используют в качестве субстрата растения, находящиеся у поверхности воды: ветви деревьев, траву. В этом водотоке обнаружены виды *E. aureum* (Fries), *A. noelleri* (Fried), *W. mediterranea* (Puri), *W. balcanica* (End.), *B. erythrocephala* (De Geer). Их численность велика (150–200 шт./дм²).

Второй водоток находится на границе Ворошиловского и Куйбышевского районов г. Донецка. Этот водоток вытекает из-под моста (через плотину). Его длина – примерно 25 м, вода течет по бетонному руслу, шириной до 4 м, со скоростью 0,8 м/с. Глубина водотока 0,2–0,5 м, дно бетонное, сплошь покрыто водной узколистной растительностью. По берегам произрастают травянистые растения, немного кустарников. Вода в ручье чистая, взмучивается на непродолжительное время после дождей. Субстратом для личинок и куколок здесь служат водные растения, камни и палки. В этом водотоке обнаружены виды: *A. noelleri* (Fried), *W. balcanica* (End.), *B. erythrocephala* (De Geer), *E. securiforme* Rubz. и *S. behningi* (End.).

Местами выплода на центральных городских прудах и в водоеме парка им. Щербакова являются водные перекаты между прудами. Глубина этих водотоков до 0,5 м, хорошо прогреваемые, с температурой воды в летний период до 27–28 °С, со скоростью течения 0,9–1,3 м/с.

К видам-биоиндикаторам, по результатам наших исследований, следует отнести *E. securiforme* и *S. behningi*.

Изучение биологии видов-биоиндикаторов показало, что они являются малочисленными и единичными на всей исследуемой территории. Заселяют малые реки и ручьи, относительно чистые, с песчаным и илисто-песчаным дном. Скорость течения в местах обитания личинок варьирует от 0,3 до 1 м/с. Зимовка вида *E. securiforme* проходит в фазе яйца. *S. behningi* может зимовать как в фазе яйца, так и в фазе личинки.

Виды *E. securiforme* и *S. behningi* не зарегистрированы как кровососы.

Список литературы

1. Рубцов И.А. Фауна СССР. Насекомые двукрылые. Мошки сем. Simuliidae / И.А.Рубцов. – М.: Изд-во АН СССР, 1940. – Вып. 6. – 533 с.
2. Сухомлін К.Б. Мошки підродини Simuliinae мішаних лісів Європи (фауна, морфологія, філогенія, систематика, екологічні особливості): автореф. дис. ... докт. біол. наук / К.Б. Сухомлін. – К., 2013. – 40 с.
3. Усова З. В. Эколого-фаунистический обзор мошек Украины / З.В. Усова // Проблемы паразитологии. – К., 1975. – С. 221–223.

ФАУНИСТИЧЕСКИЙ ОБЗОР КРОВОСОСУЩИХ КОМАРОВ (DIPTERA: CULICIDAE) ДОНБАССА

Рязанцева А.Е., канд. биол. наук, доцент

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

kf.zoo@donnu.ru

На территории Донбасса имеются локальные благоприятные биотопы для развития преимагинальных фаз кровососущих комаров. Промышленные экосистемы отличаются своеобразием популяционных связей и процессов. Здесь создается возможность наблюдений за летней генерацией того или иного массового вида комаров. Это дает возможность изучения изменения численности и их причин в сезонном и многолетнем аспектах.

Экологический мониторинг в конкретных местных популяциях кровососущих комаров позволяет создать информационную базу прогнозирования их численности.

Исследования по изучению кровососущих комаров в Донбассе проводились в 1967–2013 гг. по общепринятой методике А.В. Гуцевича, А.С. Мончадского, А.А. Штакельберга [1].

В результате проведенных исследований установлено, что на исследуемой территории обитает 34 вида и 2 подвида, относящихся к 6 родам: *Anopheles* Mg. – 4 вида, *Uranotaenia* Arrib. – 1 вид, *Culiseta* Felt. – 5 видов, *Mansonia* Blanch. – 1 вид, *Aedes* Mg. – 19 видов, *Culex* L. – 4 вида и 2 подвида.

Видовой состав и приуроченность преимагинальных фаз к различным типам водоемов представлены в таблице.

Массовыми видами зарегистрированы: *Anopheles maculipennis* Mg., *Anopheles* (An.) *messeae* Pall., *Culiseta annulata* Schr., *Aedes caspius caspius* Pall., *Aedes caspius dorsalis* Mg., *Aedes cantans* Mg., *Culex pipiens pipiens* L., *Culex pipiens molestus* Forsk.

Необходимо отметить, что в последние годы отмечается увеличение численности малярийных комаров. Улучшение ситуации возможно только при усилении санитарного надзора за биотопами, в которых происходит выплод преимагинальных фаз кровососущих комаров.

Таблица

Видовой состав и приуроченность преимагинальных фаз кровососущих комаров
к различным типам водоемов

№ п/п	Виды личинок кровососущих комаров	Открытые водоемы пойменных лугов	Полузатененные заболоченности	Затененные водоемы в пойменном лесу	На опушках и прогалинах	Озера, ильмени	Приазовские плавни	Водоемы степных пространств	Искусственные водоемы: поилки, копанки, водоемы подвалов жилых домов	Водоемы у корней деревьев	Дупла деревьев	Заболоченные берега рек
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.	<i>Anopheles (An.) claviger</i> Mg.	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	+
2.	<i>Anopheles (An.) maculipennis</i> Mg.	+	+	–	–	+	+	+	+	+	–	+
3.	<i>Anopheles (An.) messeae</i> Pall.	+		+	+	+	+	+	+	+	–	+
4.	<i>Anopheles (An.) hyrcanus</i> Pall.	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	+
5.	<i>Uranotaenia unguiculata</i> Edw.	–	–	–	–	–	+	+	–	+	–	–
6.	<i>Culiseta (C.) ongiareolata</i> Macq.	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–
7.	<i>Culiseta (C.) alaskaensis</i> Ludl.	–	–	–	–	–	+	+	–	–	–	+
8.	<i>Culiseta (C.) annulata</i> Schr.	+	–	+	–	–	–	–	–	+	–	–
9.	<i>Culiseta (C.) morsitans</i> Theob.	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–
10.	<i>Culiseta (C.) ochroptera</i> Peus.	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.	<i>Mansonia richiardii</i> Fic.	–	+	+	–	+	–	–	–	–	–	–
12.	<i>Aedes (O.) caspius caspius</i> Pall.	+	–	–	+	+	+	+	+	–	–	+
13.	<i>Aedes (O.) caspius dorsalis</i> Mg.	+	–	+	–	–	+	+	+	–	–	+
14.	<i>Aedes (O.) pulchritarsis</i> Rond.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–
15.	<i>Aedes (O.) cantans</i> Mg.	+	–	+	+	+	–	–	–	+	–	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
16.	<i>Aedes (O.) riparius</i> D.K.	+	–	+	+	–	–	–	–	+	–	–
17.	<i>Aedes (O.) behningi</i> Mart.	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–
18.	<i>Aedes (O.) extruciens</i> Walk.	+	–	+	+	–	–	–	–	+	–	–
19.	<i>Aedes (O.) annulipes</i> Mg.	+	+	+	+	–	–	–	–	–	–	–
20.	<i>Aedes (O.) flavescens</i> Mull.	+	–	–	–	–	+	+	–	–	–	+
21.	<i>Aedes (O.) cyprius</i> Ludl.	+	+	–	–	+	–	–	–	–	–	+
22.	<i>Aedes (O.) communis</i> Deg.	–	+	–	+	–	–	–	–	–	–	–
23.	<i>Aedes (O.) sticticus</i> Mg.	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–
24.	<i>Aedes (O.) dianiaus</i> H.D.K.	–	–	+	+	–	–	–	–	–	–	–
25.	<i>Aedes (O.) cataphylla</i> Dyar.	–	–	+	+	–	–	–	–	–	–	–
26.	<i>Aedes (O.) leucomelas</i> Mg.	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–
27.	<i>Aedes (O.) detritus</i> Hal.	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–
28.	<i>Aedes (A.) vexans</i> Mg.	+	–	–	–	–	–	+	–	–	–	+
29.	<i>Aedes (A.) geniculatus</i> Ol.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–
30.	<i>Aedes (A.) cinereus</i> Mg.	+	+	–	–	–	–	–	+	+		+
31.	<i>Culex (B.) modestus</i> Fic.	+	+	+	–	+	–	–	–	+	–	+
32.	<i>Culex (N.) territans</i> Walk.	–	+	+	–	+	–	–	–	+	–	–
33.	<i>Culex (C.) theileri</i> Theob.	+	–	–	+	+	+	–	–	–	–	+
34.	<i>Culex (C.) torrentium</i> Mart.	+	–	–	+	+	+	–	+	–	–	–
35.	<i>Culex (C.) pipiens pipiens</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	–	+
36.	<i>Culex (C.) pipiens molestus</i> Forsk	+	+	–	+	+	+	+	+	+	–	+

Список литературы

1. Гуцевич А. В. Комары семейства Culicidae. Насекомые двукрылые. Фауна СССР / А. В. Гуцевич, А. С. Мончадский, А. А. Штакельберг. – М., Л.: Наука, 1970. – Т. 3, вып. 4. – 374 с.

ЭКОЛОГО-ФАУНИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СИНАНТРОПНЫХ ДВУКРЫЛЫХ г. АМВРОСИЕВКА И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ

Савченко Е.Ю., Семоненко А.В.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
semonenko_98@mail.ru

Синантропные мухи – виды высших двукрылых насекомых, в той или иной степени связанные с человеком. Они являются обитателями населенных пунктов и жилищ или паразитами человека и (или) домашних животных. Имеют важное эпидемиологическое значение как механические переносчики возбудителей инфекционных и паразитарных болезней (возбудителей кишечных инфекций, полиомиелита, цист простейших, яиц гельминтов, эпидемического конъюнктивита и др.). В настоящее время известно, что на территории СНГ с домашними животными связаны более 257 видов мух (95 родов и 25 семейств) [1, 3]. Согласно литературным данным и нашим исследованиям на настоящий момент удалось подтвердить наличие в г. Амвросиевка и его окрестностях 28 видов синантропных мух.

Цель работы – проведение эколого-фаунистического анализа синантропных двукрылых окрестностей г. Амвросиевка.

Наши исследования проводились на территории г. Амвросиевка и его окрестностей в 2016-2018 гг., в качестве стационарных биотопов были выбраны ферма (п. Васильевка, Амвросиевский район), подворье (пгт. Успенка, Амвросиевский район) и пастбище (г. Амвросиевка). Сбор материала проводился во время теплого сезона (весна, лето, осень). В качестве основных методик сбора применялись марлевые сачки, морилки и липучки.

Всего в результате исследований в г. Амвросиевка и его окрестностях было выявлено 28 видов синантропных мух, относящихся к 16 родам и 6 семействам. Преобладающим по числу видов является семейство Tabanidae. В его состав входит 10 видов, что составляет 36 % видового богатства двукрылых исследуемой территории. По численности преобладает семейство Calliphoridae (901 экз., 36 %).

Наибольшее количество видов синантропных мух было зарегистрировано на пастбище – 27 видов, на территории фермы – 21 вид и в подворье отмечено 15 видов.

В ходе исследования были исследованы экологические группы синантропных мух [4]. Эндофилы – виды, проводящие большую часть жизни в жилищах людей или помещениях для скота (4 вида, 14 %), полуэндофилы – виды, обитающие как в помещении, так и на открытом воздухе (8 видов, 29 %) и экзофилы – виды, проводящие все время на открытом воздухе (16 видов, 57 %).

Таким образом, как по численности, так и по видовому богатству преобладает группа экзофилов (рис. 1).

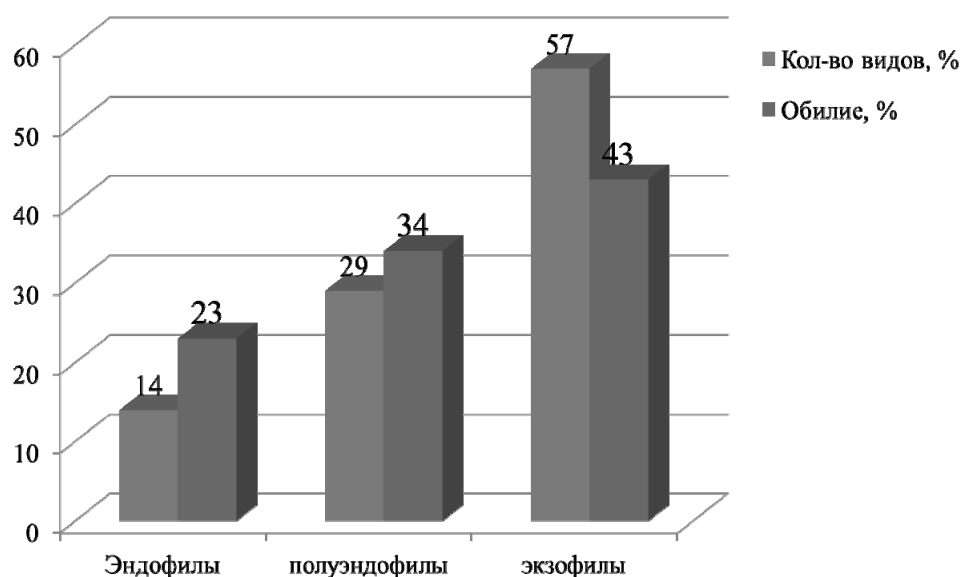


Рис. 1. Экологические группы синантропных двукрылых окрестностей г. Амвросиевка

Также среди собранных синантропных мух нами было выделено 5 трофических групп: нектарофаги, копрофаги, гематофаги, некрофаги и полифаги [2]. Доминирующей является группа нектарофагов (13 видов, 34 %), однако по численности преобладает группа некрофагов (933 экз., 31 %) (рис. 2).

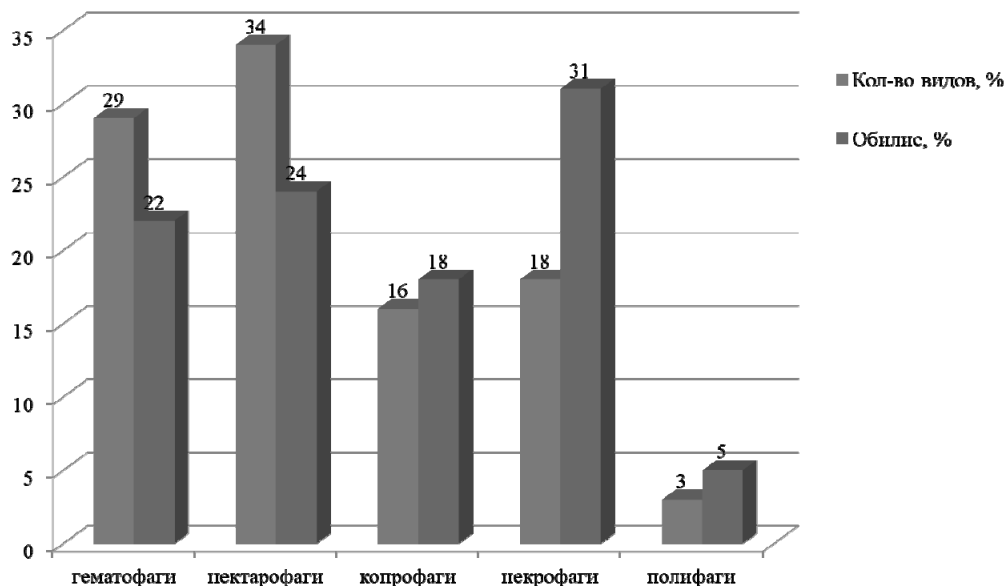


Рис. 2. Трофические связи синантропных мух окрестностей г. Амвросиевка

Нами было обнаружено 28 видов синантропных двукрылых, относящихся к 16 родам и 6 семействам. Преобладающим по числу видов является семейство Tabanidae. Наибольшее количество видов

синантропных мух было отмечено на пастбище – 27 видов, на территории фермы – 21 вид и в подворье – 15 видов. По месту предпочитаемого нахождения синантропных мух в населённых пунктах г. Амвросиевка и его окрестностях были выделены экологические группы, в которых как по численности, так и по видовому богатству преобладает группа экзофилов, что объясняется физико-географическими особенностями района исследования. В результате изучения пищевых связей среди собранных синантропных мух было выделено 5 трофических групп. Доминирующей является группа нектарофагов (13 видов, 34 %), однако по численности преобладает группа некрофагов (933 экз., 31 %)

Список литературы

1. Дербенева-Ухова В. П. Мухи и их эпидемиологическое значение / В. П. Дербенева-Ухова. – М.: Изд-во Медгиз, 1952. – 272 с.
2. Любвина И.В. Отряд Diptera (Двукрылые). Кадастр беспозвоночных животных Самарской луки / И. В. Любвина. – Самара, 2009. – С. 287–322.
3. Нарчук Э.П. Определитель семейств двукрылых насекомых фауны России и сопредельных стран (с кратким обзором семейств мировой фауны) / Э. П. Нарчук. – СПб: Зоологический институт РАН, 2003. – 253 с.
4. Павлов А.В. Возможность использования синантропных двукрылых (Diptera) в качестве индикаторов санитарного состояния населенных пунктов / А.В. Павлов // Энтомологические исследования в России и соседних регионах. – М., 2007. – № 9. – С. 52–55.

УДК 595.423 : 574.34

ПАНЦИРНЫЕ КЛЕЩИ ДЕНДРАРИЯ ДОНЕЦКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА

Штирц А.Д., канд. биол. наук, доцент, **Соколова К.Н.**
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
eco-1999@mail.ru

Донецкий ботанический сад – один из крупнейших в Европе. Общая площадь сада – 203 га. Он расположен на границе городов Донецк и Макеевка. Магистральная дорога (проспект Ильича), связывающая эти два города, разделяет сад на два крупных участка: Южный (Дендрарий) и Северный массивы. В Южном массиве на площади 45 га собрана уникальная коллекция древесных растений, высаженная в пейзажном стиле по систематическому принципу (принадлежности древесных пород к определенным семействам) [2].

Изучение фауны и экологии почвообитающих панцирных клещей (орибатид) под листовыми древесными породами в Южном массиве до настоящего времени не проводилось.

Цель исследования – установить видовой состав и проанализировать экологическую структуру сообществ панцирных клещей в почвах под двумя лиственными древесными породами Дендрария Донецкого ботанического сада.

Для достижения данной цели предусматривалось решение следующих задач: 1) установить видовой состав панцирных клещей в почвах под лиственными древесными породами (дуб черешчатый и липа сердцевидная); 2) проанализировать основные экологические характеристики (видовое богатство, численность, среднюю плотность населения, индексы экологического разнообразия, структуру доминирования, соотношение жизненных форм); 3) провести оценку состояния окружающей среды на исследуемой территории Дендрария Донецкого ботанического сада с использованием интегрального показателя структуры сообществ панцирных клещей;

Материалом для настоящей работы послужили сборы на территории Дендрария ГУ «Донецкий ботанический сад» в апреле 2017 г. в почве под двумя лиственными древесными породами – липой сердцевидной (*Tilia cordata* Mill.) и дубом черешчатым (*Quercus robur* L.). Общий объем обработанного материала – 450 экз. имаго панцирных клещей, относящихся к 30 видам.

Отбор почвенных проб и выгонка клещей в термозеклекторах проводились по общепринятой методике Е.М. Булановой-Захваткиной [1]. Видовая принадлежность панцирных клещей устанавливалась при микроскопировании с помощью микроскопа Zeiss Primo Star (Германия). Для анализа структуры доминирования сообществ использовались градации доминирования по шкале Г. Энгельманна [7] для микроартропод. Анализ распределения жизненных форм проведен в соответствии с работами Д.А. Криволицкого [3, 5]. Для оценки экологического разнообразия сообществ орибатид использованы индексы Шеннона и Пиелу [4]. Оценка состояния окружающей среды с помощью интегрального показателя сообществ панцирных клещей проведена по ранее предложенной нами методике [6].

Анализ показателей *средней плотности и видового богатства* показывает, что средняя плотность населения панцирных клещей исследуемых участков Дендрария варьирует от 9710 экз./м² в почве под липой сердцевидной до 16000 экз./м² под дубом черешчатым. Видовое богатство составляет, соответственно, 20 и 23 вида.

Индекс экологического разнообразия Шеннона исследуемых участков был достаточно высоким: в почве под липой – 2,50 нат, под дубом – 2,40 нат. Выравненность исследуемых сообществ также велика, индекс Пиелу составлял 0,83 в почве под липой и 0,77 – под дубом.

Анализ *структуры доминирования* панцирных клещей в почве под липой сердцевидной показал, что почти четверть всего населения

приходится на долю одного доминирующего вида *Oppiella nova* (Oudemans, 1902) – 23 %. Особенностью данной структуры является большое количество и высокая доля субдоминантов (9 видов – 66 %), на долю 9 редких видов (рецендентов и субрецендентов) приходится 11 %.

В почве под дубом черешчатым доминируют другие виды: *Medioppia obsoleta* (Paoli, 1908) – 23 % и *Suctobelbella* sp. – 22 %. По сравнению с липовой рощей здесь ниже количество и доля субдоминантов (4 вида – 29 %). Характерной особенностью структуры доминирования орибатид в почве под дубом является большое количество и доля редких видов. Так, на долю рецендентных видов приходится 22 % (9 видов), на долю субрецендентов – 4 % (8 видов).

Таким образом, структура доминирования панцирных клещей в почве под дубом более выровнена, отмечено большое количество редких видов, которые составляют четверть всего населения орибатид.

Анализ соотношения жизненных форм орибатид показывает, что на исследуемых участках присутствуют представители всех 6 основных жизненных форм панцирных клещей.

Сравнивая характер распределения адаптивных типов орибатид в почвах под липой сердцевидной и дубом черешчатым, можно отметить значительное сходство между ними. Явно доминирует группа обитателей мелких почвенных скважин, особенно в почве под дубом. Обитатели поверхности почвы, толщи подстилки, вторично неспециализированные формы играют меньшую роль в характере распределения жизненных форм, а первично неспециализированные и глубокопочвенные формы представлены незначительно. В почве под липой жизненные формы панцирных клещей распределены более равномерно.

В результате анализа интегрального показателя структуры сообществ панцирных клещей установлено, что экологическое состояние окружающей среды в почве под липой сердцевидной на территории Дендрария Донецкого ботанического сада соответствует II уровню – незначительные отклонения от нормы (20 баллов), в почве под дубом черешчатым – I уровню – условно нормальное (23 балла).

В почвах под исследуемыми лиственными древесными породами (липа сердцевидная и дуб черешчатый) формируется достаточно оригинальный комплекс панцирных клещей, экологическая структура которого во многом зависит от свойств листового опада. Несмотря на искусственный характер насаждений и расположение их в городской черте, в них складываются достаточно благоприятные условия для нормальной жизнедеятельности почвообитающих организмов, способствующих осуществлению круговорота веществ в биогеоценозах.

Список литературы

1. Буланова-Захваткина Е.М. Панцирные клещи – орибатиды / Е.М.Буланова-Захваткина. – М.: Высш. шк., 1967. – 254 с.

2. Донецкий ботанический сад. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.dbs.com.ru/>
3. Криволицкий Д.А. Морфо-экологические типы панцирных клещей (Acariformes, Oribatei) / Д.А. Криволицкий // Зоол. журн. – 1965. – Т. 44, № 8. – С. 1176–1189.
4. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и способы его измерения: пер. с англ / Э. Мэгарран. – М.: Мир, 1992. – 184 с.
5. Панцирные клещи: морфология, развитие, филогения, экология, методы, исследования, характеристика модельного вида *Nothrus palustris* C.L. Koch, 1839 / Криволицкий Д. А., Лебрен Ф., Кунст М. и др. / Под ред. Д. А. Криволицкого. – М.: Наука, 1995. – 224 с.
6. 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). – Р. 51–66. <http://dx.doi.org/10.14258/abs.v1i1-2.782>
7. Engelmann H.D. Zur Dominanzklassifizierung von Bodenarthropoden / H.-D. Engelmann // Pedobiologia. – 1978. – Bd. 18, Hf. 5/6. – S. 378–380.

УДК 595.423 : 574.34

МОНИТОРИНГ ФАУНЫ ОРИБАТИДНЫХ КЛЕЩЕЙ РЛП «КЛЕБАН-БЫК», «ДОНЕЦКИЙ КРЯЖ» И ЗАКАЗНИКОВ «ВЕЛИКОАНАДОЛЬСКИЙ ЛЕС», «МАРИУПОЛЬСКАЯ ДАЧА»

Ярошенко Н.Н., д-р биол. наук, профессор

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

yaroshenko-1935@mail.ru

Материал был собран в 2005–2016 гг. по общепринятой методике [4]. Почвенные пробы брали биоценометром объемом 250 см³ в 10-кратной повторности в каждом исследуемом экотопе. Камеральную обработку собранного материала проводили в лаборатории акарологии кафедры зоологии и экологии ДонНУ. Индекс доминирования определяли по В.Н.Беклемишеву [1], общность видового состава клещей – по индексу Сьеренсена.

На территории РЛП «Клебан-Бык» в 2005–2006 гг. в 11 экотопах в 432 пробах учтено 20541 экз. имаго панцирных клещей со средней плотностью населения 19020 экз./м². Определено 167 видов орибатид, относящихся к 81 роду и 45 семействам. Доминировали 5 видов: *Multiopria glabra* Mih., *Scheloribates latipes* (Koch), *Scheloribates laevigatus* (Koch), *Punctoribates zachvatkini* Schald., *Pilogalumna allifera* (Oudms.).

В РЛП «Донецкий кряж» в 2008 г. в 5 экотопах из 50 проб извлечено 896 экз. имаго орибатид, плотность – 7168 экз./м². Определено 56 видов, относящихся к 38 родам и 28 семействам. Доминировали 4 вида: *Licnobelba alestensis* Gr., *Micropria minus* (Paoli), *Ramusella clavipectinata* (Mih.), *Ceratozetes mediocris* Berlese [2].

При сравнении видового состава панцирных клещей двух РЛП установлено 52 общих вида (табл.). Доминировал вид *P. allifera*. Сходство видового состава орибатид по индексу Сьеренсена составило 41,6 %, что обусловлено различием географического расположения и своеобразием экотопов каменистой целинной степи РЛП «Донецкий кряж» и овражно-балочным рельефом целинной степи РЛП «Клебан-Бык».

В заказниках «Великоанадольский лес» и «Мариупольская дача» в 2011–2012 гг. в 150 пробах обнаружено 3163 экз. имаго орибатид, плотность – 8436 экз./м². Определен 71 вид орибатид, относящийся к 41 роду и 24 семействам. Доминировали 7 видов: *Metabelba papillipes* (Nic.), *Eremaeus silvestris* (Berl.), *Oppiella nova* (Oudms.), *M. minus*, *Oribatula tibialis* Mich., *Protoribates capucinus* Berl., *P. allifera* [3].

Фаунистическое сходство панцирных клещей РЛП «Клебан-Бык» и заказников составило 41,26 % (52 общих вида), что обусловлено сходством степных ландшафтов.

Таблица

Мониторинг общих видов панцирных клещей РЛП «Клебан-Бык», «Донецкий кряж» и заказников «Великоанадольский лес», «Мариупольская дача» (2005–2016 гг.)

Вид	РЛП «Клебан-Бык»	РЛП «Донецкий кряж»	«Великоанадольский лес», «Мариупольская дача»
1	2	3	4
<i>Hypochthonius luteus luteus</i> Oudms.	72/0,35	19/1,41	54/1,71
<i>Sphaerochthonius dilutus</i> Serg.	19/0,09	15/1,12	–
<i>Hypochthoniella minutissima</i> (Berl.)	510/2,48	27/2,01	–
<i>Brachychthonius cricoides</i> Weis-Fogh	60/0,29	5/0,37	5/0,16
<i>Brachychthonius berlesei</i> Will.	59/0,29	4/0,30	1/0,03
<i>Liochthonius alpestris</i> (Forssl.)	205/1,00	10/0,74	–
<i>Liochthonius lapponicus</i> (Trag.)	197/0,96	15/1,12	–
<i>Epilohmannia inexpectata</i> Schuster	111/0,54	–	10/0,32
<i>Epilohmannia styriaca</i> Schuster	28/0,14	–	6/0,19
<i>Nothrus biciliatus</i> Koch	37/0,18	4/0,30	21/0,66
<i>Camisia horrida</i> (Herm.)	3/0,015	5/0,37	2/0,06
<i>Camisia biverrucata</i> (Koch)	1/0,005	–	1/0,03
<i>Hermanniella dolosa</i> Gr.	10/0,05	1/0,07	1/0,03
<i>Hermanniella punctulata</i> Berl.	10/0,05	20/1,50	–
<i>Liodes theleproctus</i> (Herm.)	36/0,18	11/0,82	–
<i>Allodamaeus starki</i> B.-Z.	8/0,04	–	149/4,71
<i>Allodamaeus femoratus</i> (Koch)	–	3/0,22	122/3,68
<i>Gymnodamaeus austriacus</i> Will.	23/0,11	2/0,15	49/1,55
<i>Licnodamaeus undulatus</i> (Paoli)	24/0,12	10/0,74	–
<i>Belba dubinini</i> B.-Z.	14/0,07	1/0,07	–
<i>Metabelba pulverulenta</i> (Koch)	353/1,72	43/3,20	84/2,66
<i>Metabelba papillipes</i> (Nic.)	388/1,89	41/3,05	193/6,10
<i>Eremaeus silvestris</i> Forssl.	106/0,52	1/0,07	267/8,44
<i>Eremaeus triglavensis</i> Tarman	3/0,015	–	4/0,13
<i>Fosseremaeus laciniatus</i> (Berl.)	27/0,13	–	137/4,33
<i>Microzetorchestes emeryi</i> (Coggi)	142/0,69	2/0,15	7/0,22
<i>Xenillus tegeocranus</i> (Herm.)	31/0,15	–	7/0,22
<i>Birsteinus clavatus</i> D. Kriv.	22/0,11	1/0,07	–
<i>Tectocephus velatus</i> Mich.	205/1,00	13/0,97	67/2,12
<i>Suctobelbella latirostris</i> (Forssl.)	602/2,93	44/3,27	86/2,72

1	2	3	4
<i>Suctobelbella alloenasuta</i> Moritz	748/3,64	44/3,27	99/3,13
<i>Suctobelbella subtrigona</i> (Oudms.)	156/0,76	20/1,50	55/1,74
<i>uctobelbella perpendiculata</i> (Forssl.)	2/0,010	5/0,37	–
<i>Multioppia glabra</i> Mih.	1376/6,70	51/3,80	71/2,24
<i>Quadroppia quadricarinata</i> (Mich.)	3/0,015	1/0,07	24/0,76
<i>Oppiella nova</i> (Oudms.)	397/1,93	42/3,12	199/6,29
<i>Epimerella smirnovi</i> var <i>longisetosa</i> Kul.	3/0,015	1/0,07	3/0,10
<i>Medioppia obsoleta</i> (Paoli)	53/0,26	7/0,52	5/0,16
<i>Lauroppia maritima</i> (Will.)	41/0,20	2/0,15	–
<i>Discoppia cylindrica</i> (Perez-Inigo)	630/3,07	–	1/0,03
<i>Oppia fixa</i> Mih.	2/0,10	2/0,15	–
<i>Ramusella clavipectinata</i> (Mih.)	1004/4,89	120/8,92	72/2,28
<i>Ramusella michelcici</i> (Perez-Inigo)	79/0,38	7/0,52	5/0,16
<i>Microppia minus</i> (Paoli)	507/2,47	12/0,89	184/5,82
<i>Oribatula tibialis</i> Mich.	8/0,04	–	238/7,52
<i>Oribatula pallida</i> Banks	4/0,019	–	33/1,04
<i>Oribatula angustolamellata</i> Iord.	10/0,05	–	4/0,13
<i>Zygoribatula frisiae</i> (Oudms.)	358/1,74	–	5/0,16
<i>Zygoribatula exarata</i> Berl.	160/0,78	60/4,46	51/1,61
<i>Zygoribatula terricola</i> v.d.Hammen	79/0,38	–	12/0,38
<i>Scheloribates latipes</i> (Koch)	1502/7,31	51/3,80	1/0,03
<i>Scheloribates laevigatus</i> (Koch)	1147/5,58	35/2,60	21/0,66
<i>Scheloribates semidesertus</i> B.-Z. et Mach.	63/0,31	–	27/0,85
<i>Peloribates europaeus</i> Will.	19/0,09	7/0,52	–
<i>Peloribates pilosus</i> Hammer	15/0,07	2/0,15	–
<i>Protoribates capucinus</i> Berl.	115/0,56	10/0,74	225/7,11
<i>Protoribates monodactylus</i> (Haller)	295/1,44	9/0,67	37/1,17
<i>Protoribates longior</i> Berl.	7/0,03	2/0,15	–
<i>Trichoribates trimaculatus</i> (Koch)	16/0,08	5/0,37	–
<i>Ceratozetes mediocris</i> Berl.	129/0,63	196/14,57	1/0,03
<i>C. minutissimus</i> Will.	85/0,41	–	90/2,85
<i>Ceratozetella selnicki</i> (Rajski)	444/2,16	3/0,22	–
<i>Ceratozetoides cisalpinus</i> (Berl.)	22/0,11	–	3/0,10
<i>Punctoribates zachvatkini</i> Schald.	3068/14,94	–	19/0,60
<i>Xiphobates spinosus</i> (Selln.)	5/0,02	6/0,45	–
<i>Xiphobates kievienensis</i> (Schald.)	24/0,12	84/6,25	–
<i>Tectoribatus ornatus</i> (Schuster)	14/0,07	–	1/0,03
<i>Galumna lanceata</i> Oudms.	517/2,52	24/1,78	11/0,35
<i>Pilogalumna allifera</i> (Oudms.)	1473/7,17	74/5,50	210/6,64
<i>Phthiracarus globulus</i> (Koch)	2/0,10	3/0,22	–
<i>Phthiracarus laevigatus</i> (Koch)	5/0,02	–	2/0,06
<i>Phthiracarus lanatus</i> Feider et Suci	1/0,005	–	4/0,13
<i>Euphthiracarus cribrarius</i> (Berl.)	135/0,66	7/0,52	109/3,45
Количество видов	72	53	53

Примечание. В числителе – количество экз., в знаменателе – индекс доминирования в процентах.

Следует отметить, что фауна панцирных клещей заказников Донбасса еще до конца не изучена. Общность видового состава орибатид РЛП «Донецкий кряж» и заказников низкая – 32,07 % (34 общих вида), что обусловлено различием исследуемых экотопов Донбасса.

Видовое разнообразие и численность панцирных клещей заповедных территорий Донбасса очень высоки. Отдельные разрозненные участки целинных степных плакоров, балок и оврагов, меловых и песчаных

обнажений и других целинных экотопов требуют детального исследования и государственной охраны.

Список литературы

1. Беклемишев В. Н. Термины и понятия, необходимые при количественном изучении популяции эктопаразитов и нидиколов / В. Н. Беклемишев // Зоол. журн. – 1961. – Т. 40, вып. 2. – С. 143–158.
2. Ярошенко Н.Н. Панцирные клещи регионального ландшафтного парка «Донецкий кряж» и участка, отводимого под заповедание, Амвросиевского района Донецкой области / Н.Н. Ярошенко // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона: межвуз. сб. научн. работ. – Донецк: ДонНУ, 2008. – Вып. 8. – С. 172–188.
3. Ярошенко Н.Н. Панцирные клещи (Acariformes: Oribatei) и другие почвообитатели заповедных территорий «Великоанадольский лес», «Мариупольская дача» Донецкой области / Н.Н. Ярошенко // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2012. – № 1 (12). – С. 201–219.
4. 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.

Физиология и биохимия растений и грибов

УДК 574. 502.4:502.62

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕКРЕАЦИОННЫХ ТЕРРИТОРИЙ СРЕДСТВАМИ ФИТОДИЗАЙНА

Голубничая С.Н., канд. биол. наук, доцент

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

sg197@yandex.ru

Современный турист стремится к активному отдыху, интересуется культурными ценностями, к познанию окружающей среды. Большую популярность приобретают маршрутно-познавательный, этнографический виды туризма. Однако в индустриально развитых регионах, каким, например, является Донбасс, участков первозданной природы очень мало. В связи с чем большую актуальность приобретает создание на рекреационных территориях со значительной антропогенной нагрузкой более высокую аттрактивность, выполняющую функцию эстетического наслаждения, за счет дизайнерской оптимизации растительного покрова.

Цель работы – рассмотреть основные принципы оптимизации территорий предназначенных для отдыха с помощью растений.

Роль растительности в качестве рекреационного ресурса сложно переоценить, так как с ней связано оздоровительное влияние ландшафта, благодаря ионизационным, фитонцидным свойствам, психологическому и эстетическому воздействию на организм человека. Кроме того, растения обогащают воздух кислородом и поглощают углекислый газ, снижают уровень загрязнения, в том числе и шумового, неблагоприятно действующего на нервную систему человека.

Живописность растительного покрова прекрасно сочетается с наличием на рекреационной территории водных объектов, создающих своеобразный щадящий микроклимат, повышающих ионизацию воздуха, что способствует нормализации процессов жизнедеятельности человека и создает более комфортные условия для произрастающих на этой территории растений.

Комплексное решение по восстановлению ландшафтов рекреационных территорий за счет дизайнерской, технологической и эстетической проработки позволит создавать на небольших рекреационных территориях в течение всего летнего сезона комфортные условия для отдыха.

В решении данной проблемы важно учитывать эстетическую сторону, так как красота и привлекательность пейзажа выступают в качестве главного фактора предпочтения людьми одних территорий другим. Учет эстетического потенциала расширяет методическую

направленность оценки в сторону создания комфортности территорий, предназначенных для отдыха. Нами прорабатывается проект дизайнерского оформления участка рудеральной растительности, его оптимизации с использованием растений и малых архитектурных форм.

При подборе растений следует руководствоваться двумя основными принципами: экологическим и художественно-декоративным.

Экологический принцип основывается на учете условий произрастания растений. Наиболее полно соответствуют климатическим и эдафическим условиям виды местной флоры, а также те, которые акклиматизированы в данном районе [2].

Художественно-декоративный принцип базируется на выявлении внешних данных растений, а именно декоративности кроны, плодов, цветков, цветовой палитры, форме кроны, гармоничности и контраста [1,3].

В зависимости от роли растений в композиции требования к их декоративности различны, так как одни растения используются как фон, другие являются доминантой композиции.

Гармония и контраст – два важных принципа, используемых в озеленении. Гармоничными или контрастными могут быть сочетания красок, света и тени, образов и линий. Гармоничный образ чаще всего достигается объединением аналогичных элементов – красок или форм. Например, гармоничный образ можно создать различными оттенками зеленого цвета, создавая группы, или повторением разновеликих, но одинаковых по форме растений, например, деревьев и штамбовых кустарников. Гармоничная композиция производит успокаивающее впечатление, так как в ней нет резких перемен и напряжения. Излишняя гармонизация, однако, может вызвать ощущение однообразия.

Контраст – резко выраженная противоположность, он может быть достигнут композиционным объединением противоположных друг другу размеров, форм, цветов. Так, на фоне темной хвои контрастно смотрятся белые стволы берез, на фоне газона – одиноко стоящее дерево. Неправильное использование контраста создает ощущение смятения, раздробленности.

Важно учитывать цветовую палитру, так как цвет углубляет впечатление, производимое композицией, вызывая у человека определенные ощущения и настроения. Художественное воздействие цветовых эффектов основывается либо на одинаковости красок, либо на их разнообразии. Красочная композиция не может носить случайный характер. Приятное впечатление вызывают комбинации таких цветов как красный и зеленый, желтый и фиолетовый, синий и оранжевый. Однако и другое сочетание красок может в определенных ситуациях создать эффектную цветовую композицию, например, белый цвет смягчает дисгармонию в сочетании красного и оранжевого цветов. Другой фактор, который нужно учитывать при подборе цветовых комбинаций – яркость

красок. Яркими красками считаются все так называемые «теплые» тона – красный, оранжевый, желтый и их оттенки. Их противоположностью являются «холодные» тона – синий, зеленый, фиолетовый. Комбинация чрезмерно ярких красок может быть крикливой, вызывать утомление. При создании участков для отдыха важно не перегружать их красками ярких оттенков – зелень листвы, голубая поверхность водоемов смягчит яркость. При создании цветников очень важно учитывать принцип цветового соответствия. Форма кроны древесных растений также может оказывать влияние на эмоции человека.

Пирамидальную форму кроны имеет большинство вечнозеленых растений, а их более темная окраска вызывают у человека серьезное настроение, минимальное движение их ветвей создает впечатление неподвижности, торжественности [3]. Поэтому такие растения целесообразно высаживать там, где нужно подчеркнуть строгость обстановки, например, в мемориальных комплексах. Но такое впечатление создается, когда подобные деревья или кустарники сгруппированы в одном месте. В случае, когда они сочетаются с лиственными породами, цветниками, хвойные придают последним выразительность, контрастность. Лиственные деревья и кустарники более интересны своими сезонными изменениями. В приморских зонах именно лиственные породы предпочтительнее, так как эти зоны пользуются популярностью летом, ранней осенью и поздней весной.

При подборе таких растений нужно учитывать время их вегетации и сезон наибольшей декоративности с целью создания разнообразных композиций, что придаст территории более привлекательный вид в течение всего сезона отдыха.

Указанные принципы подбора растений для оптимизации природных и антропогенных ландшафтов для отдыха людей можно рекомендовать для территорий населенных пунктов и отдельных баз отдыха и пансионатов Донбасса, а также для парков, скверов промышленных городов и рекреационных территорий, прилегающих к водным объектам. Все это позволит повысить комфортность отдыха населения.

Список литературы

1. Миронова Л.Н. Коллекции цветочно-декоративных растений ботанического сада как форма экологического воспитания населения / Л.Н.Мироева, А.А.Реут // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2017 – Т. 26 – № 4. – С. 253-257.
2. Древесные насаждения в оптимизации техногенной и рекреационной среды Приазовья / Под ред. Е.Н. Кондратюка. – К.: Наук. думка, 1992. – 172 с.
3. Рудникова И.А. Фитодизайн и здоровье// И.А. Рудникова// Инновационные проекты и программы в образовании. – 2009. – №3. – С.85.

**ПЕРОКСИДАЗНАЯ АКТИВНОСТЬ ГРИБА
PLEUROTUS OSTREATUS НА ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕДАХ
С РАСТИТЕЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ**

Демченко С.И., канд. биол. наук, доцент
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
sdemch5@mail.ru

Внеклеточные оксидоредуктазы (в частности пероксидазы, каталазы и фенолоксидазы) мицелиальных грибов в настоящее время активно исследуются как в связи с проблемой биодеструкции материалов, так и в связи с вопросами биоутилизации ксенобиотиков [2, 3].

Ксилотрофный гриб белой гнили *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm. (вешенка обыкновенная) известен как продуцент ферментов, участвующих в процессе деградации лигноцеллюлозосодержащих растительных отходов. Эти отходы ежегодно возобновляются, как правило, содержат все необходимые компоненты для нормального роста и развития базидиомицетов, и поэтому используются при подборе питательных сред для увеличения биохимической активности дереворазрушающих грибов [1].

Цель представленной работы – исследование способности базидиального гриба *P. ostreatus* к образованию внеклеточных пероксидаз на средах с различными лигноцеллюлозными отходами.

В работе использовали природный штамм гриба *P. ostreatus* РО-2117 с высокой пероксидазной активностью из коллекции мицелиальных культур базидиальных грибов кафедры физиологии растений ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». Поверхностное выращивание мицелия *P. ostreatus* проводили на жидкой питательной среде, которая содержала следующие компоненты: $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ – 0,2 г, KH_2PO_4 – 0,06 г, $\text{K}_2\text{HPO}_4 \times 3\text{H}_2\text{O}$ – 0,04 г, $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,05 г, измельченная лузга подсолнечника или пшеничная солома – 0,2, 0,5, 1,0, 2,0, 3,0 г, вода дистиллированная – 100 мл. Мицелиальные культуры *P. ostreatus* культивировали в полной темноте при температуре 26 ± 1 °C на протяжении 6, 9, 12, 15, 18 и 21 суток. После окончания культивирования культуральную жидкость отделяли от мицелия путем фильтрования. В культуральном фильтрате определяли активность внеклеточной пероксидазы фотоэлектроколориметрическим методом – по окислению о-дианизидина в присутствии перекиси водорода [4].

Накопление абсолютно сухой биомассы мицелия гриба (мг/100 мл) определяли весовым методом [4].

Анализ экспериментальных данных, полученных при изучении динамики роста гриба *P. ostreatus* на питательных средах с растительными отходами (измельченная лузга семян подсолнечника и пшеничная солома),

позволил обнаружить, что максимальная биомасса мицелия природного штамма РО-2117 наблюдалась на 9-е сутки роста грибницы. По мере истощения питательных компонентов среды накопление биомассы мицелия снижалось и достигало наименьших значений на 21-е сутки роста гриба. При этом интенсивный рост вегетативного тела гриба зафиксирован на питательной среде с лузгой семян подсолнечника.

Динамика биосинтеза внеклеточной пероксидазы грибом *P. ostreatus* не зависела от скорости роста его мицелия на средах с лигноцеллюлозными отходами. Так, максимальная активность пероксидазы на среде с подсолнечной лузгой отмечалась на 21-е сутки роста, на среде с пшеничной соломой – на 18-е сутки роста гриба. На протяжении всего периода роста грибницы зафиксированы существенные различия в уровне пероксидазной активности ксилотрофа, произрастающего на разных средах, что, по-видимому, обусловлено различным содержанием лигнина в исследованных растительных отходах, отличиями в его химическом составе, а также присутствием экстрактивных веществ. Наилучшей органической добавкой к среде для биосинтеза пероксидазы грибом *P. ostreatus* была лузга семян подсолнечника.

Изучение интенсивности биосинтеза пероксидазы в зависимости от концентрации подсолнечной лузги и пшеничной соломы в питательной среде показало, что оптимальным было использование растительных отходов в концентрации 2 %. При увеличении концентрации лигноцеллюлозных отходов до 3 % биосинтез фермента снижался в 1.5 раза.

Культура гриба *P. ostreatus* РО-2117 обладает способностью расти и образовывать внеклеточные пероксидазы на средах с исследованными растительными отходами. Из всех испытанных сред наиболее благоприятной для биосинтеза пероксидазы является среда, содержащая лузгу семян подсолнечника в концентрации 2 %.

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. Демченко С.И. Пероксидазная активность монокарионов гриба *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm. / С.И. Демченко, И.А. Грановский // Проблемы экологии охраны природы техногенного региона. – 2019. – № 1-2. – С. 91–96.
3. Касатова Е.В. Активность экзооксидоредуктаз микроскопических грибов в связи с биодеструкцией ими природных и синтетических полимеров: Автореф. дис. ... канд. биол. наук / Е.В. Касатова. – Нижний Новгород, 2011. – 18 с.
4. 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.

МОЛОКОСВЕРТЫВАЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ ШТАММОВ *IRPEX LACTEUS* И *TRAMETES HIRSUTA*

Журба А.Н., Бударенко А.В., Чемерис О.В., канд. биол. наук
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
chemeris07@rambler.ru

С развитием биотехнологии ксилотрофные базидиомицеты становятся источником биологически активных веществ и ферментов различного спектра действия, характеризующиеся высокой активностью и стабильностью. Одним из направлений современных исследований базидиальных грибов является поиск и получение заменителей дорогостоящего сычужного фермента животного происхождения – реннина (химозина). Ежегодно выделяется большое количество штаммов чистых культур базидиомицетов. Однако лишь некоторые представители из этих выделенных штаммов могут составить конкуренцию сычужному ферменту и быть перспективными для дальнейших исследований. Так, грибы *Russula decolorans* [7], *Schizophyllum commune* [9], *Irpex lacteus* [8, 10], *Hirschioporus laricinus* [3] – активные продуценты молокосвертывающего фермента. Однако ученые не оставляют попыток найти и других продуцентов заменителя реннина среди базидиальных грибов.

Цель работы – установить способность штаммов *Irpex lacteus* и *Trametes hirsuta* к синтезу экзопротеиназ молокосвертывающего действия.

Объектом исследований выступали штаммы базидиальных грибов *Irpex lacteus* Ил-1-18, *Trametes hirsuta* Th-1-18 и Th-2-18. Основные физиолого-биохимические и культурально-морфологические характеристики штаммов были изучены с 5-х по 25-е сутки культивирования на жидкой глюкозо-пептонной питательной среде [7]. Кислотность питательной среды довели до значения pH 4,0 с помощью 10 %-го раствора HCl. Стерильную питательную среду инокулировали кусочком 7-дневного мицелия размером 5×5 мм. Культивирование штаммов базидиомицетов осуществляли в колбах Эрленмейера объемом 100 мл с 50 мл питательной среды в статических условиях.

Определение молокосвертывающей активности (МСА) культуральной жидкости (КЖ) проводили по методу Kawai и Mukai [10]. Полученные значения переводили в условные единицы согласно формуле [1, 6]. Содержание белка в культуральной жидкости определяли спектрофотометрическим методом на спектрофотометре СФ-46 (ЛОМО, Россия) [2], используя формулу Лайне [11]. Накопление биомассы определяли весовым методом [4]. pH культуральной жидкости измеряли с помощью анализатора ионов AI-123 (ДЕСКК, Украина). Статистическую обработку полученных данных осуществляли дисперсионным анализом, а сравнение средних арифметических величин – по критерию Дункана [5].

Установлено, что исследованные штаммы базидиальных грибов способны к синтезу экзопротеиназ молокосвертывающего действия. Так, для штамма *I. lacteus* Ил-1-18 и *T. hirsuta* Th-2-18 молокосвертывающая активность культуральной жидкости наблюдалась на 5-е сутки культивирования, а для штамма *T. hirsuta* Th-1-18 – на 10-е сутки. Максимальные значения ферментативной активности культуральной жидкости наблюдались на 15–20-е сутки культивирования штамма *I. lacteus* Ил-1-18 в пределах 355–396 Е/мл. Тогда как для штамма *T. hirsuta* Th-1-18 отмечено значительное повышение значений МСА культуральной жидкости на 15-е сутки до 301 Е/мл, а для штамма *T. hirsuta* Th-2-18 – на 25-е сутки роста на уровне 201 Е/мл.

Установлено, что содержание белка в культуральной жидкости исследованных штаммов базидиальных грибов было выше контрольного уровня – 1,36 мг/мл. Исключение составил вариант культивирования штамма *T. hirsuta* Th-2-18 на 15-е сутки – содержание экзобелка находилось на уровне контрольного значения. Максимальные значения молокосвертывающей активности культуральной жидкости штаммов *I. lacteus* и *T. hirsuta* наблюдались на фоне повышения содержания белка, что свидетельствует о преобладающих процессах синтеза внеклеточных ферментов молокосвертывающего действия над процессами использования белка питательной среды для роста мицелия.

Накопление биомассы является важным физиологическим показателем, характеризующим ростовые особенности продуцента. В связи с этим нами были проведены исследования накопления биомассы штаммом *I. lacteus* и штаммами *T. hirsuta*. Установлено, что при культивировании штамма *I. lacteus* Ил-1-18 наблюдался быстрый выход на стационарную фазу роста на 10-е сутки. Однако максимальный выход экзопротеиназ молокосвертывающего действия в культуральную жидкость отмечен на 15-е и 20-е сутки культивирования. Для штаммов *T. hirsuta* наблюдался разный характер накопления биомассы. Так, для штамма Th-1-18 выход на стационарную фазу роста отмечен на 10-е сутки, а для штамма Th-2-18 – на 15-е сутки. При этом для штамма Th-1-18 характерны и более высокие значения данного показателя. Нужно отметить, что максимум молокосвертывающей активности культуральной жидкости штаммов *T. hirsuta* также отмечен на стационарной фазе роста.

Нами также было исследовано изменение pH культуральной жидкости штаммов *I. lacteus* и *T. hirsuta*. Установлено, что pH КЖ исследуемых штаммов смещался в процессе культивирования к значениям pH 4,3 для штаммов *I. lacteus* Ил-1-18 и *T. hirsuta* Th-2-18 и к значениям pH 4,5 для штамма *T. hirsuta* Th-1-18.

Проведенные исследования показали, что штаммы *I. lacteus* Ил-1-18 и *T. hirsuta* Th-1-18 и Th-2-18 способны к синтезу экзопротеиназ молокосвертывающего действия. Наиболее активными продуцентами

искомого энзима являются штаммы *I. lacteus* Ил-1-18 и *T. hirsuta* Th-1-18 с максимальными значениями активности фермента на 15-е сутки культивирования. Для штамма *T. hirsuta* Th-2-18 необходимо провести процессы оптимизации условий культивирования и состава питательной среды, что позволит повысить выход внеклеточных экзопротеиназ молокосвертывающего действия в культуральную жидкость.

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. Никитина О.А. Регуляция активности экзопротеиназ молокосвертывающего действия штаммов *Hirschioporus laricinus* (Karst.) Ryv: Дис. ... канд. биол. наук. – Киев, 1998. – 152 с.
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 / Ю.Г.Приседський. – Донецьк: ТОВ «Норд Комп'ютер», 1999. – 210 с.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. Characteristics of a Cheese-like food produced by fermentation of the mushroom *Schizophyllum commune* / [Okamura-Matsui T., Takemura K., Sera M. et al.] // Journal of Bioscience and Bioengineering. – 2001. – Vol. 92, N 1. – P. 30–32.
10. 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.
11. Layne E. Spectrophotometric and turbidimetric methods for measuring proteins / E. Layne // Methods Enzymol. – 1957. – Vol. 3. – P. 447–455.

ФРАКЦИОНИРОВАНИЕ БЕЛКОВ КУЛЬТУРАЛЬНОГО ФИЛЬТРАТА ШТАММА В-02 *IRPEX LACTEUS* (FR.) FR.

Загнитко Ю.П., Кривченко М.А., Лимановская Ю.В.

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

upzagnitko@mail.ru

В современном мире с каждым годом возрастает потребность в использовании протеолитических ферментов в медицине, легкой и пищевой промышленности, а также в научных исследованиях. Данная необходимость ставит важную задачу поиска удобных и экономически выгодных источников биологически активных веществ среди растений, животных и грибов [1, 4] для получения ферментов протеолитического действия в промышленных масштабах.

Цель работы – получить ферментный препарат молокосвертывающего действия с последующим анализом его физико-химических свойств.

При получении ферментного препарата штамм В-02 *I. lacteus* выращивали на жидкой модифицированной глюкозо-пептонной среде в оптимальных условиях. Фракционирование экзоферментных комплексов проводили сернокислым аммонием [2, 3]. Полученные фракции белка обессоливали путем диализа против дистиллированной воды до исчезновения положительной реакции на сульфат-ионы. После центрифугирования в рефрижераторной центрифуге надосадочную жидкость лиофильно высушивали. Полученные таким образом белковые фракции, проверяли на молокосвертывающую активность. Во время проведения эксперимента использовали следующие методы: физиолого-биохимические – изучение молокосвертывающей и казеиназной активности, содержания белка в культуральной жидкости; математико-статистические – для обработки и оценки достоверности полученных результатов.

При анализе молокосвертывающей активности полученных белковых фракций молокосвертывающего действия штамма В-02 *I. lacteus* в зависимости от процентного насыщения сернокислым аммонием показано, что высушенные фракции белков обладают максимальным уровнем молокосвертывающей активности при 80%-ном насыщении культурального фильтрата сернокислым аммонием. Фракция белков, осажденная при 100 %-ном насыщении, показала активность ферментов молокосвертывающего действия меньше в 2,3 раза, чем при 80%-ном насыщении (443380,0 и 614380,0 ед/г соответственно). Меньший уровень МСА в 4,8 и 2,9 раза показали белки, полученные при 40 % и 60 %-ном насыщении культуральной жидкости $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ – 300790,0 и 436440,0 ед/г соответственно. При 20 %-ом насыщении культурального фильтрата штамма В-02 *I. lacteus* сернокислым аммонием МСА не была

зафиксирована. Показатели МСА фракции белков 80 %-ного насыщения культурального фильтрата сернокислым аммонием превосходили исходные данные в 15,6 раз.

Характер изменения казеиназной активности различных фракций ферментного препарата схож с характером изменений показателей МСА. При 80%-ном насыщении сернокислым аммонием показана максимальная способность к гидролизу казеина. При колебании степени насыщения в большую или меньшую сторону от 20-60 до 100 % отмечен незначительный, но достоверный спад казеиназной активности ферментного препарата.

Следует отметить, что в полученном ферментном препарате содержание белка на 1 г препарата колеблется от 476,3 до 890,7 мг/г в зависимости от степени насыщения аммонием сернокислым. Максимальная концентрация белка в 1 г ферментного препарата зафиксирована при 80 %-ном насыщении культурального фильтрата сернокислым аммонием.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что исследуемый штамм В-02 *I. lacteus* может быть использован в качестве перспективного продуцента протеиназ молокосвертывающего действия. Для получения ферментного препарата молокосвертывающего действия штамма В-02 *I. lacteus* с максимальным уровнем вышеуказанной активности необходимо проводить 80 %-ное насыщение культуральной жидкости аммонием сернокислым.

Список литературы

1. Бойко М.И. Древоразрушающие грибы – активные продуценты протеиназ молокосвертывающего и тромболитического действия / М.И.Бойко, В.М.Стадничук // Матер. 1-го Всероссийск. конгр. по мед. микологии "Успехи мед. микологии". – М.: Нац. Академия микологии, 2003. – Т. 1. – С. 237-238.
2. Додсон Р., Эллиот Д., Эллиот У., Джонс К. Справочник биохимика. – М.: Мир, 1991. – 290 с. Г.А.
3. Кочетов Г.А. Практическое руководство по энзимологии / Кочетов – М.: Высш. шк., 1980. – 272 с.
4. Шаркова Т.С. Низшие грибы – продуценты перспективных тромболитически активных веществ / Т.С.Шаркова, Л.В.Подорольская, Т.Н.Серебрякова и др. // Матер. 1-го Всероссийск. конгр. по мед. микологии "Успехи мед. микологии". – М.: Нац. Академия микологии, 2003. – Т. 1. – С. 299-300.

ОСОБЕННОСТИ НАБУХАНИЯ СЕМЯН В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ

Зубарева К.Ю., канд. биол. наук

ФГБНУ «Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур», г. Орел, РФ
kristi_orel@bk.ru

Физиологическое дозревание семян сопровождается структурными и биохимическими превращениями, в результате которых семена приобретают способность к прорастанию.

Лимитирующим физическим фактором для прорастания большинства культурных растений является вода. Семена различных растений обладают определенным оптимумом для набухания и прорастания [1]. Набухание начинается, когда семена достигают влажности выше критической, происходит изменение физического состояния и создаются условия старта биологических процессов. За счет поглощения влаги из какого-либо субстрата активизируется жизнедеятельность биосистемы, ферменты клеток переходят в активное состояние, происходит перестройка коллоидов (белков, крахмала и других гидрофильных веществ) и усиливается их гидратация, увеличивается дыхательный коэффициент. Начинается рост первичных корешков. Далее наблюдается становление проростка.

Таким образом, фаза набухания – важнейшее условие прорастания семян.

Цель работы – учитывая значимость начального развития растений, установить степень набухания семян в зависимости от условий предпосевной обработки.

В качестве объектов исследования использовали семена двух зернобобовых культур: гороха сортов Спартак и Эстафета и сои сортов Зуша и Осмонь.

Исследование процесса набухания, A , определяли массовым выражением:

$$A = (m_1 - m_2) / m_2,$$

где m_1 и m_2 – массы соответственно набухшего и исходного образцов [2].

В опытах отбирали навески с одинаковой массой в 4-кратной повторности, помещали в исследуемый раствор. Через определенные промежутки времени семена просушивали фильтровальной бумагой и взвешивали.

Набухание опытных образцов осуществляли в водных субстратах при комнатной температуре. Семена в опытах использовали двух вариантов: К – необработанные семена (контроль); В – семена, обработанные защитно-стимулирующим составом (ЗСС) в день проведения испытаний.

В результате исследований было установлено, что прирост веса в результате поглощения водного субстрата нарастает неодинаковыми темпами (таблица, рисунки 1 и 2) в зависимости от степени обработки, а также сортовой принадлежности семян.

Таблица

Потребность семян в жидкости при набухании

Культура, сорт	Количество	Сухая масса семян, гр		Масса семян при набухании, гр, в течение, ч:									
				1		2		3		5		24	
		К	В	К	В	К	В	К	В	К	В	К	В
Горох													
Спартак	50	11,0	11,0	12,5	12,8	14,5	15,4	15,7	16,5	19,0	19,3	22,0	22,2
Эстафета	50	13,0	13,0	13,6	13,6	16,2	16,4	18,2	18,4	21,0	21,3	26,0	26,5
Соя													
Зуша	50	7,0	7,0	11,5	11,7	13,3	14,3	14,5	14,5	15,5	17,0	18,0	20,5
Осмонь	50	7,0	7,0	7,5	8,4	8,6	9,1	10,5	10,6	13,0	14,0	14,0	17,5

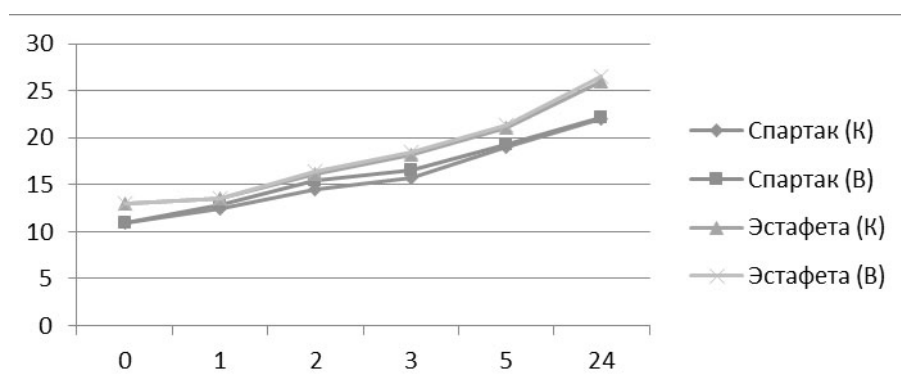


Рис. 1. Динамика поглощения влаги семенами гороха: ось абсцисс – время набухания, ч; ось ординат – масса семян, г

Семена гороха, обработанные ЗСС и необработанные (контрольный вариант), в первые часы поглощают практически одинаковое количество влаги (14 % и 16 % соответственно – сорт Спартак; 5 % – сорт Эстафета). Затем скорость поглощения воды возрастает, количество воды, поглощенной за 24 часа достигает у сорта Спартак 100 % (контроль) и 102 % (опытный вариант), у сорта Эстафета – 100 % и 104 % соответственно (рисунок 1).

При проведении аналогичных манипуляций с семенами сои наблюдается следующая картина (рисунок 2): в первый час поглощения воды контрольный и опытный вариант показывают значительные различия в относительном приросте массы семян при набухании – у сорта Зуша 64 % и 67 %, тогда как у сорта Осмонь эти показатели меньше 7 % и 20 %. Однако в опытном варианте в первый час поглощения у сорта Осмонь исследуемый критерий превышает контроль на 14 %. Через 24 часа

поглощение воды составило у сорта Зуша 193 % и 207 % соответственно, у сорта Осмонь – 150 % и 164 %. Опытные варианты превышают контрольные на 14 % у обоих сортов сои.

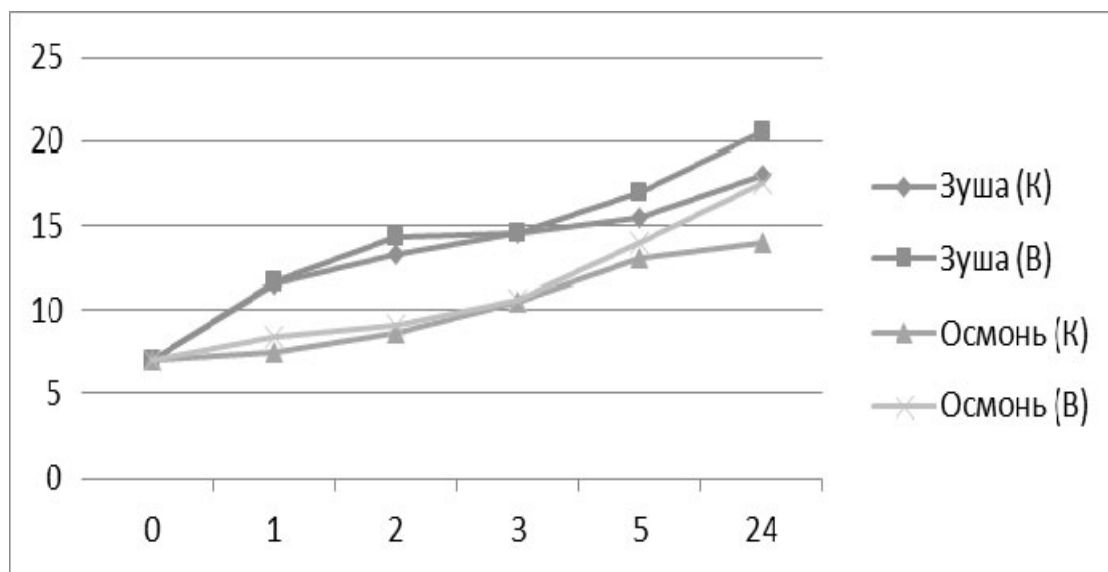


Рис. 2. Динамика поглощения влаги семенами сои: ось абсцисс – время набухания, ч; ось ординат – масса семян, г

Установлено, что количество воды, поглощенной семенами зависит, прежде всего, от видовой и сортовой принадлежности, которые различаются, в свою очередь, по химическому составу зерна (а именно содержанию в нем крахмала и белков), характеру эндосперма и особенностей семенных покровов, что неоднократно было подтверждено результатами исследований многих ученых [3].

Итак, предлагаемая предпосевная обработка ЗСС семян сои и гороха обеспечит хорошее и дружное прорастание семян, более быстрый рост растений за счет повышения скорости поглощения воды семенами при набухании.

Список литературы

1. Никулин А.В. Определение зависимости прорастания семян от степени набухания / А.В. Никулин, И.Н. Тарасова // Успехи современного естествознания. – 2011. – № 5. – С.128.
2. Зимон А.Д. Занимательная коллоидная химия / А.Д. Зимон– 4-е изд., доп. И перераб. – М.: Агар, 2002. – 168 с.
3. Данильчук Т.Н. Динамика водопоглощения ячменя при различных режимах замачивания / Т.Н.Данильчук // Пиво и напитки. – 2009. – № 4. – С. 6–8.

ФИТОРЕМЕДИАЦИЯ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ ИОНАМИ КОБАЛЬТА, МАРГАНЦА И ХРОМА

Колесникова А.А., Качмар А.П., Фрунзе О.В.

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

hromyh82@mail.ru

Концепция использования растений для восстановления загрязненной окружающей среды не нова. Более 300 лет назад растения предложили использовать в очистке сточных вод. Использование растений для восстановления окружающей среды называли «зеленой рекультивацией», «ботанической биоремедиацией», и т.д. [2, 3, 6].

В условиях Донбасса с высокой плотностью и разнообразием промышленных источников загрязнения среды, с широкой амплитудой техногенных нагрузок на природные экосистемы, достигающих в локальных зонах критических, а для многих видов растений и летального уровней, предоставляется хорошая возможность для изучения механизмов фиторемедиации почв в условиях полиметаллического загрязнения. Около 500 видов растений являются гипераккумуляторами. Среди них выделяют значительное количество злаков [6]. Идеальные для фиторемедиации растения должны обладать способностью накапливать высокие концентрации металла, выдерживать высокие концентрации соли, обладать большой скоростью роста, быстро накапливать биомассу, эффективно накапливать металл в надземных частях, простотой уборки урожая [3].

Цель работы – установить сорбционную способность ионов кобальта, марганца и хрома некоторыми видами декоративных и газонных злаков.

Как объекты исследования для проведения эксперимента были использованы проростки злаков: *Bromus arvensis* L., *Festuca rubra* L., *Agrostis vulgaris* With., *Lolium perenne* L., *Poa pratensis* L., *Miscanthus sinensis* L.

Содержание марганца, кобальта и хрома в растительном материале определяли по методу атомно-адсорбционной спектроскопии по В. Прайсу на атомно-адсорбционном спектрофотометре. Полученные данные обрабатывали статистически с помощью специально разработанных программ.

Сорбция металлов зависит от видовой специфики растений, химической характеристики металлов и характеристики почвы. Проведённые исследования показали, что представители растений-гипераккумуляторов принадлежат к различным семействам, таким как *Asteraceae*, *Brassicaceae*, *Cunouniaceae*, *Fabaceae*, *Flacourtiaceae*, *Lamiaceae*, *Poaceae*, *Violaceae*, *Amaranthaceae*, *Amaranthaceae*, *Boraginaceae*, *Boraginaceae*; большая группа растений-гипераккумуляторов так же принадлежит семейству Злаков *Poaceae*.

Проведенные исследования показали, что способность злаков накапливать в своих органах тяжелые металлы зависит как от металла, так и от специфических особенностей вида.

В таблице представлены данные фактора переноса ионов Co, Mn, Cr для некоторых злаков.

Таблица

Фактор переноса Co, Mn, Cr некоторых видов злаков

№ п/п	Вид растения	Фактор переноса		
		Co	Mn	Cr
1	<i>Miscanthus sinensis</i> L.	15,1	15,2	15,2
2	<i>Bromus arvensis</i> L.	14,1	14,0	13,1
3	<i>Lolium perenne</i> L.	13,0	14,2	14,0
4	<i>Festuca rubra</i> L.	5,8	5,0	3,0
5	<i>Agrostis vulgaris</i> With.	1,8	1,0	1,0
6	<i>Poa pratensis</i> L.	0,9	0,8	0,9

Как видно из представленных данных, перспективным фитосорбентом является *Miscanthus sinensis* L. До недавних пор этот злак выращивался в основном в декоративных целях. В последние годы в мировой практике эта культура рассматривается как эффективный возобновляемый энергетический ресурс. Средняя урожайность в Европе для *Miscanthus sinensis* L. 12-20 т/га. Энергетическое соотношение для данной культуры, то есть количество полученной энергии к энергии, затраченной на его выращивание, составляет 36. Углеродное соотношение – составляет 53. На каждую единицу углерода, затрачиваемую при его выращивании, он поглощает с природной среды 53 единицы. Биомасса *Miscanthus sinensis* L. содержит 47% углерода. Таким образом, при урожайности 15 т/га биомасса фиксирует 7 т углерода или 25,8 т/га диоксида углерода. *Miscanthus sinensis* L. усваивает из почвы за год 0,93 т/га углерода и 112,5 г/га кобальта, 11,4 кг/га марганца и 103,5 г/га хрома. Это обеспечивает двойной экологический эффект – снижение интенсивности развития парникового эффекта и детоксикацию загрязненных территорий.

При выполнении операции сжигания предпочтительно, чтобы торрефицированная масса обладала относительно высокой теплотворной способностью. В этом случае при сжигании биомассы в промышленных котельных кроме использования тепла, выделяемого в процессе сжигания, обеспечивается концентрирование токсических компонентов в золе. Зола утилизируется в металлургическом процессе. Для улавливания золы из продуктов сжигания – дымовых газов применяются отработанные в мировой и отечественной практике решения, например, очистка газовых выбросов в электрофильтрах. Учитывая то, что продукты сжигания содержат значительное количество соединений металлов, это обеспечивает снижение удельного сопротивления дымовых газов и, соответственно, увеличение эффективности процессов очистки газов от загрязнителей.

Исследования показали, что у *Bromus arvensis* L., *Lolium perenne* L. и *Miscanthus sinensis* L. фактор переноса металла превысил 15 для Co, Mn и Cr, что говорит о высокой способности данных видов растений накапливать ионы тяжелых металлов в вегетативных органах. У *Festuca rubra* L. Фактор переноса металла колебался от 5,8 до 3,0, что так же показывает значительную способность данных видов растений к накоплению ионов Co, Mn и Cr. Наименьшую способность накапливать ионы тяжелых металлов показали проростки *Agrostis vulgaris* With. и *Poa pratensis* L., фактор переноса металла которых не превысил 1,0.

Список литературы

1. Большаков В.А. Агротехногенное загрязнение почвенного покрова тяжелыми металлами: источники, масштабы, рекультивация / В.А. Большаков и др. – М., 1993. – 91 с.
2. Высоцкий С.П. Пути решения проблем экологической безопасности автотранспорта / С.П. Высоцкий, Н.В. Игнатенко, Н.А. Столярова // Екологічні проблеми паливно-енергетичного комплексу. II регіональна наукова конференція аспірантів і студентів, 26-27 квітня 2011 р., Донецьк, 2011. – С.16-18
3. Высоцкий С.П. Пути снижения влияния автотранспорта на окружающую среду / С.П.Высоцкий, Н.А.Столярова, А.В. Фаткулина, К.С. Широких // Вісті Автомобільно-дорожнього інституту: науково-виробничий збірник / ДВНЗ «ДонНТУ» АДІ. Горлівка, 2012. – № 1(14). – С. 139-145.
4. Kang, D.-H. Assessment of Landfill Leachate Volume and Concentration of Cyanide and Fluoride during Phytoremediation /D.-H. Kang, D. Tsao, F. Wang-Cahill, S. Rock, A.P.Schwab, M.K. Banks // Bioremediation Journal. – 2012. – Vol. 12. – N 1.– P. 32-45.
5. Kramer, U. Phytoremediation: novel approaches to cleaning up polluted soils / U. Kramer // Current Opinion in Biotechnology. – 2008. – Vol. 16. – N 2. – P. 133-141.
6. Pilon-Smits, E. Phytoremediation of Metals Using Transgenic Plants / E. Pilon-Smits, M.Pilon // Critical Reviews in Plant Sciences. – 2014. – Vol. 21. – N 5. – P. 439–456.

УДК 581.2; 581.19

РЕАКЦИИ СВОБОДНО-РАДИКАЛЬНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ В ПРОРОСТКАХ *PINUS SYLVESTRIS* L., ИНФИЦИРОВАННЫХ *HETEROBASIDION ANNOSUM* (FR.) BREF

Кудинова О.В., канд. биол. наук, доцент

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

kudinova808@mail.ru

Реакции свободно-радикального или перекисного окисления липидов (ПОЛ) играют существенную роль в жизнедеятельности различных организмов. В норме скорость реакций ПОЛ поддерживается на минимальном стационарном уровне. Однако под воздействием различных факторов (водный дефицит, загрязнение среды, низкие температуры,

ультрафиолетовое излучение, действие гербицидов и др.) возможно их значительное ускорение, что в подавляющем большинстве случаев рассматривается как неблагоприятный процесс [1-8].

Учитывая вышесказанное, нами сделано предположение о возможности изменения реакций ПОЛ в тканях проростков *Pinus sylvestris* при действии на них – гриба *Heterobasidion annosum*.

Исследование уровня ПОЛ проводили с помощью 2-тиобарбитуровой кислоты (ТБК). Определение основано на фотометрии окрашенного комплекса с максимумом поглощения при 532 нм, проявляющегося при взаимодействии ТБК с малоновым диальдегидом (МДА), который образуется при окислении ненасыщенных жирных кислот [9]. При проникновении грибной инфекции в проростки сосны обыкновенной в последних повреждаются клетки, и в первую очередь мембранные структуры. Причиной этих повреждений, как показал эксперимент, являются свободно-радикальные процессы, приводящие к перекисному окислению ненасыщенных жирных кислот липидов мембран. В стеблях проростков, полученных из черных семян, инфицированных штаммами МСП-99 и МСД-99, содержание МДА достоверно превышает контрольные значения уже на начальном этапе действия инфекции (рис. 1). С развитием патологического процесса происходит усиление ПОЛ в клетках этих проростков, причем тем интенсивнее, чем более вирулентным штаммом они поражены.

В проростках из бежевых семян после 6-суточного инфицирования штаммом На-6-99 быстро образуются активированные формы кислорода и содержание МДА в 12-суточных инфицированных проростках составляет $11,76 \times 10^{-6}$ М/г, что в 6,12 раз больше контрольных значений (рис.). Под действием слабовирулентного штамма МСД-99 только к 12 суткам наблюдается достоверное увеличение содержания МДА в больных растениях. В контрольных корешках проростков из черных семян уровень МДА достоверно выше, чем в инфицированных. С течением времени происходит резкое снижение МДА в корешках как контрольных, так и больных растений. Исключение составляют корни проростков *P. sylvestris*, инфицированные штаммом МСД-99.

Что касается ПОЛ в корешках сосен из бежевых семян, то здесь ситуация прямо противоположна тому, что мы наблюдали в стеблях, т.е. при действии слабовирулентного штамма МСД-99 в клетках изменяются физико-химические свойства мембран, на что указывает высокое содержание комплекса ТБК-МДА. Значения МДА в корешках растений, инфицированных штаммами МСП-99 и На-6-99 практически не отличаются от контроля в течение всего эксперимента. Разная реакция клеток корешков и стеблей на инфекцию в отношении ПОЛ объясняется, возможно, тем, что гифы гриба штаммов На-6-99 и МСП-99 проникают вверх по стеблю от корневой шейки, а штамма МСД-99 – вниз, по корню, вызывая там изменения свойств мембран клеток.

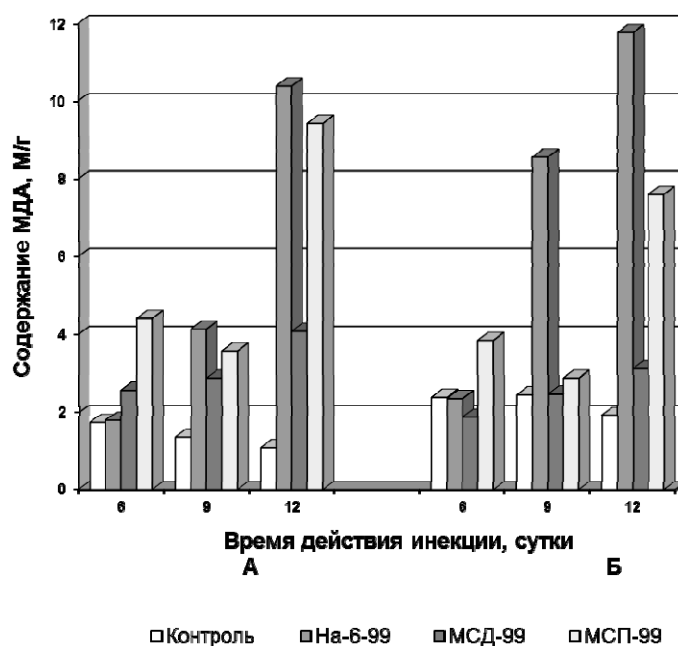


Рис. Содержание МДА ($\text{М/г} \times 10^{-6}$) в стеблях проростков *P.sylvestris* из черных (А) и бежевых (Б) семян

Таким образом, установлено, что в проростках *P.sylvestris* в ответ на инфекцию гриба *H. Annosum* образуются активированные формы кислорода, повреждающие мембранные структуры клеток, причем сильно-вирулентные штаммы На-6-99 и МСП-99 интенсифицируют процессы ПОЛ в стеблях, а слабовирулентный штамм (МСД-99) – в корнях.

Список литературы

1. Колупаев Ю.Е. Стресові реакції рослин / Ю.Е.Колупаев // Харк. Держ. Аграрн. Ун-т. – Харків, 2001. – 173 с.
2. Курганова Л.Н. Проокислительно-антиокислительный статус хлоропластов гороха при действии стрессирующих абиотических факторов среды: 1. Продукция активных форм кислорода и липопероксидация / Л.Н.Курганова, И.В.Балалаева, А.П.Веселов и др. // Вестн. Нижегород. Ун-та им. Н. И. Лобачевского. 2010. № 2 (2). С. 544–549.
3. Лукаткин А.С. Холодовое повреждение теплолюбивых растений и окислительный стресс / А.С.Лукаткин. – Саранск: Изд-во Мордов. Ун-та, 2002. 208 с.
4. Михайлова И.Д. Перекисное окисление липидов в растениях огурца и редиса при действии тяжелых металлов / И.Д.Михайлова, А.С. Лукаткин // Изв. Саратов. Ун-та Нов. Сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2016. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perekisnoe-okislenie-lipidov-v-rasteniyah-ogurtsa-i-redisa-pri-deystvii-tyazhelyh-metallov> (дата обращения: 19.09.2019).
5. Шакирова Ф.М. Неспецифическая устойчивость растений к стрессовым факторам и ее регуляция / Ф.М. Шакирова. – Уфа: Гилем, 2001. – 161 с.
6. Anjum N.A. Lipids and proteins – major targets of oxidative modifications in abiotic stressed plants / N.A.Anjum, A.Sofa, A.Scopa, et al. // Envir. Sci. Pol. Res. 2015. – Vol. 22, № 6. – P. 4099–4121.
7. Thounaojam T.C. Excess copper induced oxidative stress and response of antioxidants in rice / T.C.Thounaojam, P.Panda, P.Mazumdar et al. // Plant Physiol. – Biochem. 2012. – Vol. 53, № 1. – P. 33–39.

8. Sytar O. Heavy metal-induced oxidative damage, defense reactions, and detoxification mechanisms in plants / O.Sytar, A.Kumar, D.Latowski, et al.. // Acta Physiol. Plant. 2013. Vol. 35, № 4. P. 985–999.
9. Орехович В.Н. Современные методы в биохимии / В.Н.Орехович. – М.: Медицина, 1977. – С. 66-68.

УДК 577.151.52: 582.284

ЦЕЛЛЮЛОЗОЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ НЕКОТОРЫХ ШТАММОВ ГРИБА *IRPEX LACTEUS*

Пискунова А.А., Чемерис О.В., канд. биол. наук
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
chemeris07@rambler.ru

В настоящее время переработка целлюлозосодержащего сырья с применением целлюлаз является перспективной технологией получения экологически чистого биотоплива [9] и различных химических продуктов [7]. Базидиомицеты – продуценты биологически активных веществ, в том числе и дереворазрушающих ферментов [1, 3, 5]. Однако способность разных штаммов к гидролизу лигнина и целлюлозы неодинакова [1]. Поэтому поиск новых штаммов базидиальных грибов – активных продуцентов целлюлаз является актуальной задачей технологии биоконверсии растительного сырья.

Цель работы – провести сравнительную характеристику целлюлозолитической активности некоторых штаммов базидиомицета *Irpex lacteus* (Fr.) Fr.

Для исследования целлюлазной активности было отобрано 6 штаммов *I. lacteus* – 1632, 1080, 1082, 2433, 2424, В-04. Штаммы *I. lacteus* культивировали на жидкой питательной среде Чапека поверхностным способом в колбах Эрленмейера объемом 100 мл, разливая по 25 мл питательной среды. В качестве единственного источника углерода использовалась неизмельченная хроматографическая бумага марки «медленная» массой 130 мг/25 мл. Кислотность питательной среды доводили до pH 5,0 с помощью 10 % HCl на анализаторе ионов AI-123 (Украина). Штаммы *I. lacteus* выращивали при температуре 32°C.

Активность ферментов целлюлозолитического комплекса определяли относительно таких субстратов: фильтровальная бумага (Whatman № 1, плотность 80 г/м²) – общая целлюлозолитическая активность (ФБА), Na-карбоксиметилцеллюлоза (C5678, Sigma, Германия) – эндогликоназная активность. За единицу активности принимали такое количество фермента, которое образует 1 мкмоль редуцирующих сахаров (для полимерных субстратов). Состав реакционных смесей для определения энзиматической

активности и условия проведения реакций были в строгом соответствии с рекомендациями IUPAC [6] и общепринятых методик [4, 6].

Редуцирующие сахара в культуральной жидкости штаммов *I. lacteus* определяли по методу Шомодьи–Нельсона [4] по количеству образовавшихся редуцирующих сахаров в питательной среде в результате гидролиза хроматографической бумаги на 5, 10, 15, 20 и 25-е сутки роста штаммов.

Концентрацию белка в культуральной жидкости определяли спектрофотометрическим методом на СФ-46 (Россия). Удельную активность определяли отношением общей активности культуральной жидкости к содержанию белка в культуральной жидкости.

Все полученные данные подлежали статистической обработке методом дисперсионного анализа качественных и количественных признаков, а сравнение средних арифметических величин – методом Дункана [2].

Установлено, что все исследованные штаммы *I. lacteus* показали наибольшую общую целлюлозолитическую активность на 5-е сутки культивирования на уровне 2,0–2,5 ед/мл. При этом на 10-е сутки культивирования штаммов *I. lacteus* отмечено снижение активности от двух и более раз. При дальнейшем культивировании штаммов *I. lacteus* наблюдался разный характер изменений ФБА культуральной жидкости. Так, для штаммов *I. lacteus* 1632 и 2433 с 15-х суток культивирования наблюдалась общая целлюлозолитическая активность на уровне 10-х суток. На 20-е и 25-е сутки культивирования она оставалась на этом же уровне.

Для штаммов *I. lacteus* 1080, 1082, 2424 и В-04 отмечено достоверное снижение целлюлазной активности культуральной жидкости, начиная с 10-х суток культивирования. Причем минимальные значения ферментативной активности 0,028 ед/мл для штаммов отмечены на 25-е сутки роста.

На 5-е сутки культивирования штаммов *I. lacteus* выявлены максимальные значения удельной целлюлозолитической активности культуральной жидкости 3–5 ед/мг белка. Именно в этот период отмечены высокие значения общей целлюлозолитической активности, что может свидетельствовать о синтезе искомых энзимов в питательную среду. При дальнейшем культивировании для всех штаммов наблюдалось достоверное снижение целлюлозолитической активности культуральной жидкости.

Установлено, что штаммы *I. lacteus* синтезировали эндоглюконазы. Причем характер проявления эндоглюконазной активности отличался от целлюлозолитической активности продуцентов. Эндоглюканазная активность культуральной жидкости всех исследованных штаммов *I. Lacteus* наблюдалась с 5-х по 25-е сутки культивирования.

Наименьшие показатели эндоглюконазной активности культуральной жидкости на уровне 0,1 ед/мл отмечены для штаммов *I. lacteus* 1632, 1080 и 1082. При дальнейшем культивировании данных штаммов отмечена тенденция к повышению эндоглюконазной активности культуральной жидкости до значений 1,5–2,0 ед/мл.

Для штаммов *I. lacteus* 2433, 2424 и В-04 отмечены более высокие значения эндоглюконазной активности и составляли от 0,2 ед/мл на 5-е сутки культивирования до 0,55 ед/мл – на 25-е сутки. Нужно отметить, что для данных штаммов высокая эндоглюконазная активность культуральной жидкости наблюдалась на фоне низкой целлюлозолитической активности. Так, для штамма *I. lacteus* 2433 и В-04 максимальные значения эндоглюконазной активности выявлены на 25-е сутки культивирования. Для *I. lacteus* штамма 2424 максимум ферментативной активности культуральной жидкости наблюдался на 10-15-е сутки роста.

Исследованные штаммы базидиального гриба *I. lacteus* являются перспективными продуцентами целлюлозолитических ферментов. Причем максимальные значения как общей, так и удельной целлюлозолитической активности на 5-е сутки культивирования штаммов могут указывать, что ферменты наиболее активно синтезируются на ранних этапах культивирования, при ранней колонизации углеродсодержащего субстрата. Можно выделить штаммы *I. lacteus* с низкими показателями эндоглюконазной активности – 1632, 1080 и 1082 и штаммы *I. lacteus* с высокими показателями эндоглюконазной активности – 2433, 2424 и В-04. Высокие значения эндоглюконазной активности отмечены на фоне низкой целлюлозолитической активности культуральной жидкости штаммов *I. lacteus*.

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. Приседський Ю.Г., Статистична обробка результатів біологічних експериментів / Ю.Г.Приседський – Донецьк: Кассиопея – 1999. – 210 с.
3. Семичаевский В.Д. Целлюлазы высших базидиальных грибов / В.Д. Семичаевский // Микология и фитопатология. -1989. – Т. 23, № 6. – С. 581–590.
4. Сеницин А.П. Методы изучения и свойств целлюлозолитических ферментов / А.П.Сеницин, В.М.Черноглазов, А.В.Гусаков // Итоги науки и техники. Сер. Биотехнология – 1993. – Т. 25. – С. 152.
5. Evaluation of 18 isolates of basidiomycetes for lignocellulose degrading enzymes / [M. Kathirgamanathan, C. L. Abayasekara, S. A.Kulasooriya et al.] // Ceylon Journal of Science. – 2017. – Vol. 46, N 4. – P. 77–84.
6. Ghose T.K. Measurement of cellulase activity / T.K. Ghose // Pure Appl. Chem. – 1987. – Vol. 59, N 2. – P. 257–268.
7. Kumar R. Bioconversion of lignocellulosic biomass: biochemical and molecular perspectives / R. Kumar, S. Singh, O. V. Singh // Journal of industrial microbiology and biotechnology. – 2008. – N. 35. – P. 377–391.
8. Mullings R. Measurement of saccharification by cellulases / R. Mullings // Enzyme and Microbial Technology. – 1985. – Vol. 7, № 12. – P. 586–591.
9. New strains of basidiomycetes that produce bioethanol from lignocellulose biomass / [E. Yu. Kozhevnikova, D. A. Petrova, D. S. Kopitsyn et al.] // Applied Biochemistry and Microbiology. – 2016. – Vol. 52, N 6. – P. 638–642.

ВЛИЯНИЕ ИСТОЧНИКА УГЛЕРОДНОГО ПИТАНИЯ НА МОЛОКОСВЕРТЫВАЮЩУЮ АКТИВНОСТЬ ШТАММА *IRPEX LACTEUS* 2426

Помазкова Ю.А., Чемерис О.В., канд. биол. наук
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
chemeris07@rambler.ru

Способность синтезировать внеклеточные ферменты, характеризующиеся высокой активностью и стабильностью обусловила применение базидиальных грибов в различных отраслях промышленности. Ведутся активные научные работы по поиску компонентов питательных сред, которые имеют влияние на регуляцию синтеза ферментов при культивировании продуцентов [9]. Важной задачей является подбор оптимальных источников углеродного питания для каждого из исследуемых штаммов грибов [10]. Так, для роста гриба *Hirschioporus abietinus* наилучшими источниками углеродного питания оказались сахароза, мальтоза, сорбит, ксилоза. Слабое влияние на рост гриба оказывают инулин, галактоза, лактоза [3]. Также установлено, что при изучении динамики молокосвертывающей активности некоторых штаммов гриба *Irpex lacteus* лучшим источником углеродного питания является глюкоза и фруктоза [10], а также крахмал и ксилоза [2].

Цель работы – определить молокосвертывающую активность культуральной жидкости штамма *Irpex lacteus* 2426 при изменении источника углеродного питания.

Объектом исследований выступал штамм базидиального гриба *Irpex lacteus* 2426. Основные физиолого-биохимические и культурально-морфологические характеристики штамма были изучены с 5-х по 25-е сутки культивирования на жидкой глюкозо-пептонной питательной среде [8]. Источник углерода – глюкозу заменяли фруктозой, сахарозой и галактозой в количестве эквивалентном содержанию углерода глюкозы в питательной среде. Кислотность питательной среды доводили до значения pH 4,0 с помощью 10 %-го раствора HCl. Стерильную питательную среду инокулировали кусочком 7-дневного мицелия размером 5×5 мм. Культивирование штамма *I. lacteus* 2426 осуществляли в колбах Эрленмейера объемом 100 мл с 50 мл питательной среды в статических условиях при температуре 32 °С. Определение молокосвертывающей активности (МСА) культуральной жидкости (КЖ) проводили по методу Kawai и Mukai [11]. Полученные значения переводили в условные единицы согласно формуле [1, 7]. Содержание белка в культуральной жидкости определяли спектрофотометрическим методом на спектрофотометре СФ-46 (ЛОМО, Россия) [4], используя формулу Лайне [12].

Накопление биомассы определяли весовым методом [5]. pH культуральной жидкости измеряли с помощью анализатора ионов AI-123 (ДЕСКК). Статистическую обработку полученных данных осуществляли дисперсионным анализом, а сравнение средних арифметических величин – по критерию Дункана [6].

В результате исследований было установлено, что штамм *I. lacteus* 2426 способен к синтезу экзофермента молокосвертывающего действия при культивировании на питательных средах с разными источниками углерода. При культивировании штамма *I. lacteus* 2426 на питательной среде, содержащей глюкозу, молокосвертывающая активность культуральной жидкости была максимальна на 15-е сутки и составляла 244 Е/мл. При дальнейшем культивировании МСА культуральной жидкости снижалась. Достаточно высокие значения молокосвертывающей активности культуральной жидкости данного штамма – ~200 Е/мл отмечены на 10-е сутки культивирования на питательной среде с сахарозой в качестве источника углеродного питания. При культивировании штамма *I. lacteus* 2426 на питательных средах, содержащих фруктозу и галактозу, молокосвертывающая активность культуральной жидкости была на уровне 110–150 Е/мл.

Нами также было исследовано содержание белка в культуральной жидкости штамма *I. lacteus* 2426 при культивировании на питательных средах с разными источниками углерода. Установлено, что при использовании глюкозы, галактозы и сахарозы содержание белка в культуральной жидкости превышало контрольные значения – 2,0 мг/мл, что свидетельствует об интенсивных синтетических процессах. При культивировании штамма *I. lacteus* 2426 на питательной среде с фруктозой содержание белка в культуральной жидкости было ниже контрольного уровня. Это может указывать на преобладание процессов поглощения белка из питательной среды для роста мицелия над процессами синтеза внеклеточных белков.

При культивировании штамма *I. lacteus* 2426 на питательных средах, содержащих разные источники углерода, определено накопление биомассы по показателю абсолютно сухой биомассы. Выявлено, что для штамма *I. lacteus* 2426 экспоненциальная фаза роста наблюдалась до 10-х суток культивирования. Максимальные значения молокосвертывающей активности культуральной жидкости данного штамма наблюдались на стационарной фазе роста мицелия независимо от источника углеродного питания. При культивировании штамма *I. lacteus* 2426 на питательных средах, содержащих разные источники углерода, было установлено изменение pH культуральной жидкости. Отмечено постепенное смещение кислотности культуральной жидкости к значениям pH 5,0–5,2. В этот период отмечено снижение молокосвертывающей активности культуральной жидкости штамма.

Таким образом, при изменении углеродного источника питания штамм *I. lacteus* 2426 способен к синтезу экзопротеиназ молоко-

свертывающего действия. Наибольшая молокосвертывающая активность культуральной жидкости наблюдалась при использовании питательной среды, содержащей глюкозу. Однако в качестве альтернативного источника углеродного питания возможно использование сахарозы.

Список литературы

- 1 Белки, ферменты и стерилы базидиальных грибов. Методы исследования / Под ред. О.П. Низковской. – Ленинград: Наука, 1979. – 72 с.
- 2 Бойко С.М. Біологічні особливості штамів *Irpex lacteus* Fr. – продуцентів протеїназ молокозсідальної дії: автореф. Дис. На здобуття наук. Ступеня канд. Біол. Наук: спец. 03.00.21 «Мікологія» / С. М. Бойко. – Київ, 2002. – 20 с.
- 3 Исследование потребностей *Hirschioporus abietinus* в источниках углеродного и азотного питания / [Негрук С.Ф., Криводубский О.А., Фильчаков Л.П., Потапова Т.А.] // Микология и фитопатология. – 1982. – Т. 16, вып. 3. – С. 236–241.
- 4 Кочетов Г. А. Практическое руководство по энзимологии / Г. А. Кочетов. – Москва: Высшая школа, 1980. – 272 с.
- 5 Петербургский А.В. Практикум по агрономической химии / А. В. Петербургский. – Москва: Колос, 1968. – 469 с.
- 6 Приседський Ю. Г. Статистична обробка результатів біологічних експериментів: навчальний посібник / Ю. Г. Приседський. – Донецьк: ТОВ «Норд Комп'ютер», 1999. – 210 с.
- 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 Федорова Л. Н. Влияние источников углеродного питания на молокосвертывающую активность микоризного гриба / Л. Н. Федорова, Т. Н. Дроздова // Микология и фитопатология. – 1982. – Т. 16, вып. 2. – С. 133–138.
- 10 Чемерис О. В. Влияние различных источников углеродного питания на синтез протеиназ молокосвертывающего действия штаммами гриба *Irpex lacteus* / О. В. Чемерис, Ю. Г. Купцова, М. И. Бойко // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2018. – №1–2. – С. 117–123.
- 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.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЕСТРУКЦИИ КСЕНОБИОТИКА METHYL ORANGE ШТАММОМ ГРИБА *TRAMETES HIRSUTA* TH-11 НА СРЕДАХ, СОДЕРЖАЩИХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ОТХОДЫ

Чайка А.В.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
alexander.v.chaika@gmail.com

Ежегодно на предприятиях сельского хозяйства, лесной и лесоперерабатывающей промышленности образуется огромное количество органических отходов (лuzга подсолнечника, древесная кора, солома, сено, опилки и т.д.). Только часть отходов используются в качестве удобрения, подстилки и корма для животных и птицы. Основная масса подобных отходов накапливается или сжигается, тем самым загрязняя почву, атмосферу и грунтовые воды токсичными веществами. Перспективным, экологически безопасным и экономически выгодным направлением решения данной проблемы является применение биокаталитических процессов конверсии трудноразлагаемых отходов с использованием дереворазрушающих грибов. Будучи эффективными биодеструкторами, дереворазрушающие грибы обладают рядом неспецифических ферментов лигнолитического действия, способных разрушать различные ксенобиотики [1].

Цель работы – установить эффективность деструкции ксенобиотика methyl orange культуральным фильтратом штамма ксилотрофного базидиомицета *Trametes hirsuta* (Wulfen) Lloyd Th-11 на средах, содержащих сельскохозяйственные отходы.

Штамм *T. hirsuta* Th-11 культивировали глубинным методом на жидкой питательной среде, содержащей древесные опилки акации белой, либо пшеничную солому как источник углеродного и азотного питания. В качестве контроля использовали жидкую среду [2]. Процесс глубинного культивирования проводили при температуре $25 \pm 1^\circ\text{C}$ в колбах на лабораторной качалке. Эффективность окислительной деструкции (ЭД) веществ определяли по разрушению модельного соединения – красителя methyl orange $\text{C}_{14}\text{H}_{14}\text{N}_3\text{NaO}_3\text{S}$ (CAS 547-58-0) культуральным фильтратом штамма [2]. Полученные экспериментальные данные обрабатывали с использованием общепринятых методов статистической обработки результатов биологических экспериментов.

В результате исследования динамики эффективности деструкции ксенобиотика methyl orange штаммом *T. hirsuta* Th-11 установлено, что наибольшие значения исследуемого показателя на всех средах характерны для конца культивирования (8-е сутки). Наибольший уровень ЭД отмечен при росте штамма *T. hirsuta* Th-11 на контрольной среде ($76,52 \pm 5,48$ усл.

Ед.). При росте исследуемого штамма на среде с древесными опилками уровень ЭД в конце культивирования был практически вдвое ниже ($41,17 \pm 2,46$ усл. Ед.), а на более ранних сроках – выше (на 2-е сутки в 6,2, на 4-е сутки – в 1,4 раза), чем на контрольной среде. При росте штамма *T. hirsuta* Th-11 на среде с пшеничной соломой уровень ЭД был значительно ниже, чем на остальных средах в течение всего срока культивирования. Максимальное значение ЭД здесь составило $7,84 \pm 1,55$ усл. Ед. на 8-е сутки роста.

Следовательно, на средах, содержащих сельскохозяйственные отходы, эффективность деструкции ксенобиотика methyl orange штаммом *T. hirsuta* Th-11 была достаточно низкой, что требует поиска путей ее индукции. С этой целью на втором этапе исследования проводили подбор дополнительных компонентов в средах. Вносили лигносульфонат (в количестве 10 г/л), твин-80 (1 г/л) и раствор минеральных элементов по Кирку (70 мл/л) [2]. Внесение в среду, содержащую опилки, лигносульфоната и твин-80 в исследуемых концентрациях приводило к снижению эффективности деструкции ксенобиотика methyl orange штаммом *T. hirsuta* Th-11. Добавление минеральных элементов приводило к увеличению ЭД штамма *T. hirsuta* Th-11 в полтора раза.

Внесение в среду с пшеничной соломой минеральных элементов не оказывало влияния на исследуемый показатель, внесение твин-80 приводило к его снижению, а внесение лигносульфоната – к увеличению в 2,4 раза. В результате проведенных исследований наибольший уровень эффективности деструкции ксенобиотика methyl orange штаммом *T. hirsuta* Th-11 отмечен на 8-е сутки роста на контрольной среде. Использование древесных опилок либо пшеничной соломы в качестве источников углеродного и азотного питания приводило к снижению ЭД. Предварительная оптимизация состава сред показала возможность индукции ЭД: внесение минеральных элементов на среде с опилками и лигносульфоната на среде с пшеничной соломой приводило к значительному увеличению исследуемого показателя.

Список литературы

1. Королева О. В. Оптимизация условий глубинного культивирования базидиомицета *Coriolus hirsutus* – продуцента внеклеточной лакказы / О.В.Королева // Прикладная биохимия и микробиология. – М., 2000. – Т.36, Вып. 1. – С. 30–36.
2. Чайка А.В. Эффективность деструкции красителя methyl orange штаммами ксилотрофных грибов при глубинном культивировании / А.В.Чайка, Д.В.Шершень // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2017. – № 1–2. – С. 101–107.

Физиология человека и животных

УДК616.12-008.079:616-003.96

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА НА ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СОСТОЯНИЯ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА

Алешечкин П.А., Талёб Аль Каравани Я.Б.

ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького»,
г. Донецк, ДНР
Yasya003@mail.ru

Факторы учебной среды в современных условиях могут оказывать негативное влияние на функциональное состояние учащихся. Стресс, эмоциональное перенапряжение, избыточные информационные нагрузки, сложность поставленных перед студентом задач, нерациональный режим труда и отдыха, несбалансированное питание, гипокинезия, вредные привычки и другие факторы приводят к напряжению адаптационных способностей организма человека. Несвоевременные меры по устранению неблагоприятного влияния этих факторов вызывают преждевременное переутомление организма и сопровождаются нарушением функционирования различных органов и систем.

Целью данной работы является физиолого-гигиеническое обоснование мероприятий, направленных на оптимизацию учебного процесса в вузе. Для этого проведен анализ адаптационного потенциала (АП) у учащихся с различным уровнем состояния здоровья в процессе обучения. Исследования были проведены на базе психофизиологической лаборатории кафедры медицинской физики, математики и информатики «ГОО ВПУ ДонНМУ им. М. Горького».

На основании критериев включения и исключения для исследования было отобрано 33 человека: 17 (51,51 %) лиц женского и 16 (48,48 %) – мужского пола. Средний возраст обследуемых составил $18 \pm 0,4$ (95 % ДИ 18-19) лет. На момент проведения исследования 25 (75,6 %) человек не имели острых и обострений хронических заболеваний, из них 11 (44 %) лиц мужского пола и 14 (56 %) – женского. При первичном осмотре, опросе и сопоставлении с данными медицинских карт исследуемых было выявлено 8 (24,24 %) лиц с наличием хронической патологии различных органов и систем, из них 5 (62,5 %) лиц мужского и 3 (37,5 %) – женского пола. Известно, что адаптационные резервы организма позволяют противостоять воздействию различного вида нагрузок, минимизируя их неблагоприятное влияние и обеспечивая должный уровень эффективной деятельности человека. Адаптационные резервы организма – это, по существу, критерий физического здоровья [1, 2].

В результате проведенных исследований было установлено, что показатель АП в группе здоровых лиц как у мужчин, так и у женщин до проведения функциональных проб, находился в пределах 2,59 у.е. Данный показатель соответствует состоянию удовлетворительной адаптации сердечно-сосудистой системы (ССС) к воздействию стрессовых факторов. При оценке исходных значений АП, у лиц имеющих хронические заболевания, установлено, что у мужчин и женщин показатель был выше предела нижней границы значений, соответствующих состоянию напряжения механизмов адаптации (2,60-3,09 у.е.). Таким образом, испытуемые, имеющие хронические заболевания, входят в группу риска лиц, у которых возможно возникновение различных заболеваний ССС. Они нуждаются в проведении дополнительных медицинских диагностических исследований.

Была проведена оценка АП при проведении функциональных проб. В результате исследований были выявлены достоверные различия по показателю АП у мужчин и женщин до и после проведения ортостатической пробы ($p < 0,05$). Показатель АП после проведения этой пробы был выше предела нижней границы шкалы (3,10-3,49 балла), соответствующей уровню неудовлетворительной адаптации ССС. После проведения клиностаической пробы и пробы с задержкой дыхания АП в изучаемых группах был выявлен на уровне, который соответствовал состоянию напряжения механизмов адаптации.

Таким образом, в результате исследований установлено, что показатель АП является чувствительным маркером функционального состояния ССС организма человека. Функциональная ортостатическая проба позволила выявить группу лиц, имеющих показатели неудовлетворительной адаптации ССС. Другие функциональные пробы (клиностаическая и проба с задержкой дыхания) также являются информативными и позволяют выявлять состояния напряжения механизмов адаптации у лиц с хроническими заболеваниями в стадии ремиссии.

Полученные результаты были положены в основу разработки методических рекомендаций по оптимизации учебного процесса в медицинском вузе.

Список литературы

1. Баевский Р.М. Оценка эффективности профилактических мероприятий на основе измерения адаптационного потенциала / Р.М.Баевский, А.П.Берсенева, В.К. Вакулин // Здравоохранение Российской Федерации. – 1987. – № 9. – С. 5–23.
2. Global and Regional Patterns in Cardiovascular Mortality From 1990 to 2013 / Roth Gregory A. // Circulation. – 2015. – Vol. 132. – P. 1667–1678.

КОРРЕКЦИЯ ДЕФЕКТОВ ОСАНКИ

Бабаиш В.Ф., Балакирева Е.А., канд. биол. наук

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

eliz_balakireva@ukr.net

Введение. Анализируя физическое состояние современных детей и подростков, можно заключить, что практически здоровые из них составляют лишь 1-4 %. Количество детей и подростков с нарушением осанки составляет от 60 до 80 %, то есть, в среднем, у четырех из пяти имеются видимые дефекты опорно-двигательного аппарата [1].

Нарушение осанки часто сопровождается расстройствами в работе внутренних органов и систем организма. Чаще всего от нарушения осанки страдает сердечно-сосудистая и дыхательная системы [2].

Ограничение естественной потребности в движениях, связанное с нерациональным домашним режимом, сочетающееся со значительной статической нагрузкой на позвоночный столб и мышцы туловища при однообразных позах во время умственной деятельности ребенка, способствует закреплению порочной осанки.

Решение проблемы коррекции осанки усугубляется отсутствием у большинства подростков интереса к физической культуре.

Коррекция нарушений осанки требует специфического, строго регламентированного использования средств адаптивной физической культуры, что указывает на важность и актуальность темы исследования [3].

Цель исследования – разработать и обосновать эффективность комплексной программы коррекции физических дефектов осанки у подростков методами адаптивной физической культуры

Основная часть. Экспериментальные исследования проводились на базе Донецкого легкоатлетического манежа ДонНТУ, в секции по стрельбе из лука. Занятия проводились 3 раза в неделю. Продолжительность занятий составляла 90 минут. Эксперимент проводился в течение семи месяцев. Нами была сформирована группа, состоящая из 14 подростков (от 13 до 15 лет), имеющих сколиотическое (левостороннее) нарушение осанки. Обследованные были разделены на 2 равные подгруппы по 7 человек. В экспериментальной группе использовалась разработанная нами комплексная программа, включающая выполнение физических упражнений, направленных на коррекцию сколиотической осанки в сочетании со стрельбой из лука. В контрольной группе выполнялся только комплекс физических упражнений.

В процессе работы нами учитывались следующие показатели жизненной емкости легких, силу мышц спины.

В экспериментальной группе тестировали силовой показатель мышц спины, участвующих в растягивании лука (трапециевидная мышца, задняя дельтовидная мышца). При этом было необходимо выполнять следующие указания:

- исследуемый брал лук в левую руку (динамометр находился в правой руке);
- крючок динамометра цеплялся за тетиву лука;
- исследуемый растягивал лук;
- в точке укладки производилась фиксация положения и регистрация результата.

Стрельба из лука оказывает положительное воздействие за счёт специальных физических упражнений, которые выполняются в процессе стрельбы. Основная нагрузка идёт на мышцы верхней части плечевого пояса, а также затрагивает мышцы спины, например ромбовидные, которые имеют огромное значение при технически правильном выполнении выстрела. Также хорошо работают дельтовидные и трапециевидные мышцы, присутствует экскурсия грудной клетки при натяжении тетивы. Все вместе они улучшают крово- и лимфообращение в зонах плечевого пояса, верхней части спины, шеи, груди и рук, что, в свою очередь, улучшает кровообращение.

За счёт равномерного распределения нагрузки в плечевом поясе при натяжении лука, естественным образом выпрямляется верхний отдел позвоночника.

Причиной обеспечивающей коррекцию является то, что стрельба из лука при систематических, регулярных занятиях обеспечивает вытяжение дефекта в направлении, противоположном искривлению. В результате такой тренировки осанка постепенно выравнивается, мышцы на выпуклой стороне становятся сильнее и выносливее, а перенапряжение мышцы на вогнутой стороне немного растягиваются.

Заключение. Применение разработанной комплексной программы позволило значительно ускорить процесс коррекции физических дефектов осанки и улучшить функциональные показатели дыхательной системы и мышечного тонуса. Разработанная программа может быть использована инструкторами лечебной физической культуры, методистами и учителями физического воспитания для проведения занятий с подростками, имеющими дефекты осанки.

Список литературы

1. Лукьяненко Т.В. Здоровый позвоночник. Рецепты и рекомендации: учеб.пособ. / Т.В. Лукьяненко. – Харьков: Книжный Клуб «Клуб Семейного Досуга»; Белгород: ООО «Книжный Клуб «Клуб Семейного Досуга»», 2008. – 264 с.
2. Чечельницкая С.М. Нарушения осанки у детей: учеб.пособ. / С.М. Чечельницкая. – Ростов н/Д: Феникс, 2009. – 286 с.
3. Потапчук А.А. Осанка и физическое развитие детей: Программы диагностики и коррекции нарушений: учеб.пособ. / А.А. Потапчук, М.Д. Дидур. – СПб.: Речь, 2001. – 164 с.

ВЛИЯНИЕ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКОГО СТИМУЛИРОВАНИЯ АКТИВНОСТИ ДОФАМИНЕРГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ «ДЕПРЕНИЛОМ» НА ПОВЕДЕНИЕ НИЗКОТРЕВОЖНЫХ КРЫС

Богданова С.А., Фролова Г.А., канд. биол. наук, доцент
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
bogdsvetlana@mail.ru

В последнее время появляются работы, результаты которых свидетельствуют о том, что в основе развития тех или иных депрессивных и тревожных расстройств может лежать не только угнетение активности моноаминергических нейромедиаторных систем, но и их активация [1].

В связи с этим, целью представленного фрагмента комплексной работы является анализ влияния селективной стимуляции активности дофаминергической нейромедиаторной системы на психодинамические показатели самцов белых крыс с исходно низким уровнем поведенческой тревожности.

Эксперимент был проведен на 30 половозрелых самцах белых крыс массой 220 ± 15 г. По времени пребывания в открытом пространстве приподнятого крестообразного лабиринта были отобраны животные с низким уровнем тревожности ($n=14$).

Уровень тревожности определяли с помощью стандартной методики «Приподнятый крестообразный лабиринт» (ПКЛ) [2]. Лабиринт состоит из двух закрытых и двух открытых рукавов (10×50 см.), расположенных перпендикулярно на высоте 80 см над уровнем пола. В течение 5 минут при размещении животного в центр ПКЛ проходила регистрация следующих поведенческих актов: время пребывания животных на открытом пространстве лабиринта [3], количество повторных выходов на открытую часть ПКЛ и время пребывания в ней, количество выглядываний из закрытых рукавов, количество стоек на открытом пространстве и частота дефекаций. Показателями исследовательской деятельности в ПКЛ можно считать количество стоек на открытом пространстве и свешиваний, совершаемых животными с открытого рукава для изучения окружающего крысу пространства, расположенного под рукавом лабиринта. В связи с тем, что осматривать пространство животным приходится на высоте 80 см, то с учетом существующего страха высоты у крыс, эти показатели могут рассматриваться также как проявление меньшей тревожности.

Выбор фармакологического препарата связан с его действием на систему моноаминоксидазы (МАО), обеспечивающую разрушение моноаминов в синаптической щели. Так, низкотревожные животные получали внутрибрюшинные инъекции специфического ингибитора МАО-Б депренила в дозе 3 мг/кг в течение 14 дней [4]. Данный препарат

уменьшает разрушение в головном мозге дофамина, а также усиливает действие леводопы, который, попадая в нейроны, превращается в дофамин.

Первичные экспериментальные данные обрабатывались с помощью общепринятых методов математической статистики. Разделение исследуемой популяции животных на группы с различным уровнем тревожности проводилось согласно правилу $\bar{X} \pm 0,67\delta$. Для оценки достоверности различий между результатами контрольных исследований и достоверности отличий между опытными и контрольными данными использовался U-критерий Манна-Уитни.

Установлено, что ингибитор МАО-Б – депренил, стимулирующий активность дофаминергической системы, выявил анксиолитический эффект у исследуемых низкотревожных животных (n=14), что выражалось в увеличении на $73,1 \pm 9,46\%$ ($p_u < 0,01$) времени пребывания на открытом пространстве лабиринта (рис. 1).

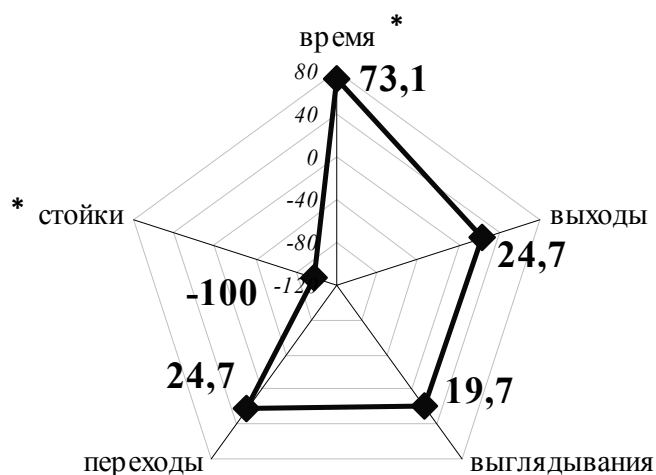


Рис. 1. Спектр изменений эмоционально-поведенческих реакций у низкотревожных крыс на фоне стимулирования активности дофаминергической системы (численные значения показателей выражены в % от контрольных).

Примечание: *, ** – различия статистически значимы ($p_u < 0,05$)

В то же время отсутствие стоек в открытом пространстве ПКЛ свидетельствует о снижении исследовательской деятельности животных, что не согласуется с описанным выше снижением тревожности. Возможно, это отсутствие стоек связано с тенденцией к увеличению количества переходов между рукавами, выходов крыс в открытое пространство и выглядываний из закрытых рукавов, хотя данные показатели не выявили достоверных отличий по сравнению с контролем. Обращает на себя внимание тот факт, что эмоциональность животных, оцениваемая по количеству фекальных болюсов, возросла на $48,5 \pm 3,66$, $p_u < 0,05$.

Таким образом, установлено, что стимулирование дофаминергической системы привело к анксиолитическому эффекту у крыс с исходно низким уровнем тревожности.

Список литературы

1. Фролова Г.А. Характер влияния селективного стимулирования активности моноаминергических нейромедиаторных систем мозга на психодинамические показатели поведения самцов белых крыс / Г.А.Фролова // Научные достижения биологии, химии, физики: сб. ст. по матер. III междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск: СибАК, – 2011.
2. Калугев А.В. Стресс, тревожность и поведение: актуальные проблемы моделирования тревожного поведения у животных / А.В. Калугев. – Киев: CSF, 1998. – 98 с.
3. Dawson G. R., Tricklebank M. D. Use of the elevated plus maze in the search for novel anxiolytic agents // Tr.in Pharmacolog.Sc. – 1995. – № 16. – P. 33–36.
4. Исмаилова Х.Ю. Индивидуальные особенности поведения (моноаминергические механизмы) / Х.Ю.Исмаилова, Т.М.Агаев, Т.П.Семенова. – Баку: Нурлан, 2007. – 229 с.

УДК613.64:622.272.3

АНАЛИЗ ВНЕЗАПНОЙ СМЕРТНОСТИ НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ ДОНБАССА С ПОЗИЦИИ МЕДИЦИНСКОЙ КЛИМАТОЛОГИИ

Болотов А.А.

ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет им. М.Горького»,
г. Донецк, ДНР
alexandrbolotov1991@yandex.ru

Актуальную и многоаспектную проблему для нашего региона представляет влияние природно-климатических факторов на состояние здоровья горнорабочих. Это обусловлено тем, что метеопатологические реакции у горнорабочих на действие нагревающего микроклимата, природных и климатообразующих факторов являются одними из основных причин производственного травматизма и внезапной смерти на рабочем месте.

Цель исследования состояла в анализе влияния природно-климатических факторов, а также факторов производственной среды глубоких угольных шахт на функциональное состояние здоровья горнорабочих, что впоследствии вызвало внезапную смерть на рабочем месте.

Проводить анализ производственной среды угольных шахт с использованием принципов только медицинской климатологии недостаточно. Медицинские классификации погоды по Г.П. Федорову не учитывают ряд значимых факторов, влияющих на горнорабочих, таких как скорость движения воздуха, возможность возрастания температуры воздуха в холодный период. В этой классификации не отражены изменения технологически значимых производственных факторов, особенности и характер выполняемого труда, геомагнитные колебания, а также влияние действующих в различных сочетаниях и комбинациях

других вредных и опасных производственных факторов на состояние здоровья горнорабочих [1, 2].

Среди всех случаев внезапной смерти у трудящихся угольных шахт Донбасса на период с 2015 года 96,2 % составляют подземные горнорабочие мужского пола, 50 % – рабочие основных профессиональных групп (ГРОЗ, забойщики, машинисты подземных установок, проходчики) и 50 % – рабочие вспомогательных групп (слесари, электрики, начальники смены и т.д.)

Анализируя погодные условия с использованием классификации погоды по Г.П.Федорову и случаи внезапной смерти на угольных шахтах Донбасса, можно сделать следующие выводы: при оптимальном типе погоды на угольных шахтах произошло 3,9 % случаев, при раздражающем типе погоды – 7,7 % случаев, а при остром типе погоды – 88,4 % случаев внезапной смерти на производстве.

Перепады барометрического давления по отношению к шахтной поверхности определяли расчетным путем с использованием барометрического градиента, равного 12 Па/м (или 9 мм рт.ст. /100м). На горизонтах глубиной 1000-1200 м абсолютный перепад давления составил 12-14,4 кПа (или 110 мм рт.ст) [3, 4]. Следовательно, помимо перепадов давления на поверхности земли, которое влияет на состояние здоровья горнорабочих, на них также оказывает воздействие барометрическое давление. Этому явлению подвержены горнорабочие при спуске и подъеме из шахты, во время движения по горным выработкам, а также при переходе вентиляционных дверей. В сочетании эти перепады достигали до 129 мм рт.ст.

В ходе исследования выявлена зависимость смертности от номера и времени рабочей смены, в смену №1 – 61,5 % случаев внезапных смертей, в смену №2 – 23,0 %, в смены № 3 и №4 – по 7,7 % случаев соответственно. В начале смены произошло 24 % случаев внезапной смерти, в середине смены – 60 % случаев, а в конце смены – 16 % случаев.

Кроме того, немаловажную роль играет возрастной показатель. В возрасте от 18 до 29 лет нет смертельных случаев, в возрасте от 30 до 39 лет – 11,5 % случаев, от 40 до 49 лет – 34,6 % случаев, от 50 до 59 лет – 30,7 % случаев, в возрасте 60 и более лет – 23 % случаев.

Из анамнеза известно, что в 11,5 % случаев внезапных смертей у горнорабочих были заболевания сердечно-сосудистой системы, однако, во врачебном свидетельстве о смерти патологическим процессом, который привел к летальному исходу, указаны хронические заболевания сердечно-сосудистой системы в 53,8 % случаях. Ишемическая болезнь сердца стала причиной смерти в 61,5 % случаев, а иная сердечно-сосудистая патология – в 38,5 % случаев.

Также следует учесть, что к отрицательному влиянию воздействия геомагнитных возмущений предрасположены по многочисленным научным данным от 50 до 70% населения всего мира. Причем начало

стрессовой реакции у конкретного человека при различном проявлении геомагнитного фактора может смещаться на разное время. У первой группы людей реакция возникает за 1-2 дня до геомагнитного возмущения, у второй – в пик магнитной бури, у третьей группы симптомы проявляются только спустя какое-то время (через 1-2 дня).

Геомагнитные факторы способны оказывать огромное влияние и на деятельность человека – не только на состояние здоровья в виде плохого самочувствия, но и в виде учащения случаев травматизма на производстве. В ранее проведенных исследованиях было установлено, что именно во время магнитных бурь до 5 раз увеличивается вероятность получения травм различной степени тяжести с возможным летальным исходом.

Все эти неблагоприятные факторы способны вызывать как специфическое, так и неспецифическое напряжение регуляторных систем в форме стресса, и в то же время, сама опасная профессия способна создавать стрессогенные ситуации, резко повышающие психофизиологические требования к организму человека. Таким образом, сочетание экстремальной погоды и опасной ситуации могут вызвать такое напряжение и перенапряжение адаптации, которое для отдельных людей, имеющих скрытую патологию или повышенную реактивность, или недостаточную вегетативную обеспеченность может привести к фатальным последствиям.

Внезапная смерть подземных горнорабочих угольных шахт связана со специфическими особенностями условий труда. Определяющий вклад вносят неблагоприятные климатические факторы (более 88 % случаев) и параметры микроклимата на рабочих местах (более 60 % случаев).

Список литературы

1. Курко Я.В. Особенности состояния внимания и скорости реакций на звуковой раздражитель у практически здоровых людей при различных метеорологических ситуациях / Я.В. Курко // Актуальные проблемы транспортной медицины. Одесса. – 2006. – №1(3). – С.111-114.
2. Ластков Д.О. Питьевое водоснабжение горнорабочих с учетом природно-климатических особенностей угольных шахт / Д.О.Ластков, А.А.Болотов, О.В.Соколова // Материалы III Международного Форума Научного совета Российской Федерации по экологии человека и гигиене окружающей среды 13-14 декабря 2018г. «Современные проблемы оценки, прогноза и управления экологическими рисками здоровью населения и окружающей среды, пути их рационального решения». – М., 2018. – С. 199-202.
3. Ластков Д.О. Методологические подходы к разработке медицинской классификации погоды для лиц опасных профессий / Д.О.Ластков, А.И.Клименко, Т.В.Михайлова, А.А.Болотов // Материалы III Международного Форума Научного совета Российской Федерации по экологии человека и гигиене окружающей среды 13-14 декабря 2018г. «Современные проблемы оценки, прогноза и управления экологическими рисками здоровью населения и окружающей среды, пути их рационального решения». – М., 2018. – С. 205-209.
4. Ластков Д.О. Оценка климатических факторов в условиях «опасных производств» / Д.О.Ластков, А.А.Болотов // Донецкие чтения 2018: образование, наука, инновации,

культура и вызовы современности: Материалы III Международной научной конференции (Донецк, 25 октября 2018 г.). – Том 2: *Химико-биологические науки* / под общей редакцией проф. С.В. Беспаловой. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2018. – С.322-324.

УДК614.72:616-0920.11

СТРЕСС-ИНДУЦИРОВАННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ИНФАРКТМ МИОКАРДА И ИНСУЛЬТОМ В ПРОМЫШЛЕННОМ РЕГИОНЕ

Гапонова О.В.

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

olha.haponova@yandex.ua

В последние годы, как в нашей стране, так и за рубежом активизировалось изучение роли тяжелых металлов в этиологии, патогенезе и саногенезе ряда заболеваний внутренних органов, в том числе сердечно-сосудистой системы. По степени значимости для человека все макро- и микроэлементы делятся на эссенциальные (или жизненно необходимые), к которым чаще всего относят кальций, хлор, магний, натрий, фосфор и др., условно эссенциальные, токсичные и потенциально токсичные. Исходя из литературных данных, авторы подразделяют исследованные металлы по механизму патогенетического действия на миокард как не обладающие избирательной кардиотоксичностью и характеризующиеся преимущественно тиоловым механизмом действия (свинец и медь) и отличающиеся выраженным кардиотоксическим действием по катехоламиновому механизму (кадмий) [1, 3].

В проведенных ранее исследованиях было выявлено, что население Донецка, проживающее в экологически неблагоприятных районах, болеет чаще, чем население, проживающее в экологически относительно чистых районах, при достоверно более высоких показателях смертности и распространенности заболеваний.

Цель – изучить динамику заболеваемости системы кровообращения у населения г. Донецка в довоенный и военный периоды.

Проведен анализ официальных учетно-статистических форм за довоенное (2010-2013 гг.) и военное (2014-2017 гг.) 4-хлетия по заболеваемости взрослого населения, инфарктом миокарда и инсультом по районам города. В довоенный период повышенные показатели заболеваемости инсультом прослеживаются в Ленинском, Петровском, Куйбышевском, Пролетарском, Буденновском районах, а инфарктом миокарда – в Буденновском, Куйбышевском, Калининском и Ленинском районах. В военный период превышение среднегогородских показателей

заболеваемости инсультом наблюдается в Буденновском, Куйбышевском, Ленинском, Петровском районах, инфарктом – в Буденновском, Куйбышевском, Киевском и Ленинском районах [2].

Таким образом, заболеваемость инфарктом миокарда и инсультом населения загрязненных районов выше соответствующих показателей по менее загрязненным районам г. Донецка. В частности, различия в показателях заболеваемости населения наиболее «грязного» и «чистого» районов составили по инфаркту миокарда 2,1 раза, по инсульту – 2,5 раз. Выявленные различия, очевидно, связаны с неблагоприятным действием токсичных и условно токсичных тяжелых металлов. Отмечается тенденция к снижению среднегородских показателей заболеваемости инфарктом миокарда на 20 % и инсультом – на 16 %. Максимальное снижение заболеваемости инфарктом миокарда отмечено в Ворошиловском и Калининском районах (29-44 %), а инсультом – в Ленинском и Петровском районах (31-33 %).

Для предупреждения неблагоприятного влияния ТМ на здоровье населения наиболее перспективными путями представляются детоксикация почвы (что затрудняется наличием «букета» загрязнителей) и внедрение превентивного питания.

В настоящее время реализуются подпрограммы «Витаминизация в ДНР» (начата работа по внедрению добавки пищевой «Аскорбум» производства «Стиролбиофарм» г. Горловка, ДНР) и «Пектинопрофилактика в ДНР» (начата работа по внедрению продукции компании ООО ТД «САВА» г. Томск, РФ).

Список литературы

1. Ластков Д.О. Оценка, прогноз и управление рисками воздействия тяжелых металлов на здоровье населения / Д.О.Ластков, Д.А.Госман, О.В.Гапонова и др. // Материалы III Международного Форума Научного совета Российской Федерации по экологии человека и гигиене окружающей среды 13-14 декабря 2018 г. «Современные проблемы оценки, прогноза и управления экологическими рисками здоровью населения и окружающей среды, пути их рационального решения». – М., 2018. – С.202–205.
2. Ластков Д.О. Частная методология оценки экологического риска здоровью населения / Д.О.Ластков, А.А.Болотов, О.В.Гапонова и др. // Материалы V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Опыт использования методологии оценки риска здоровью населения для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия. Методология оценки риска и идентификация массовых неинфекционных заболеваний населения» 19-21 сентября 2018 г. – Ангарск: АГТИ, 2018. – С. 62–66.
3. Ластков Д.О. Экологический риск от тяжелых металлов для здоровья населения: оценка и профилактика / Д.О.Ластков, О.В.Гапонова, Д.А.Госман и др. // Донецкие чтения 2018: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Материалы III Международной научной конференции (Донецк, 25 октября 2018 г.). – Том 2: Химико-биологические науки / под общей редакцией проф. С.В. Беспаловой. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2018. – С. 319–321.

**ПРИМЕНЕНИЕ ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ
ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ТУБЕРКУЛЁЗОМ
РАБОЧИХ ПЫЛЕОПАСНЫХ ПРОФЕССИЙ В УСЛОВИЯХ
ЛОКАЛЬНОГО ВОЕННОГО КОНФЛИКТА**

Госман Д.А.

ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет им. М.Горького»,

г. Донецк, ДНР

dima-dmitrow@rambler.ru

Серьёзной экологической проблемой за последние столетие стало интенсивное развитие промышленности и транспортного комплекса, представляющих собой наиболее мощные источники загрязнения биосферы. Почва является слабо мигрирующей средой, которая ежедневно подвергается загрязнению тяжелыми металлами [1]. По данным ВОЗ до 95% тяжелых металлов поступает в организм человека по трофическим цепочкам с продуктами растительного и животного происхождения. Такие ксенобиотики, как тяжелые металлы, не только вызывают токсические эффекты, но и являются неспецифическими факторами снижения общей резистентности организма человека, что приводит к возникновению, как искусственных эндемических болезней, так и других заболеваний. Тема интоксикаций тяжелыми металлами достаточно обширно раскрыта в современной научной литературе. Было выявлено влияние тяжелых металлов в индукции рака легких и почек [2]. Иммунотоксическое действие тяжелых металлов принято рассматривать в двух аспектах: непосредственно повреждающее действие вещества на иммунную систему и участие иммунной системы в реализации механизмов их токсического действия [3]. Поступление в организм таких ксенобиотиков, как тяжелые металлы, может возникнуть изменения неспецифической резистентности и иммунологической реактивности, а также развитие вторичного иммунодефицита, последствием чего является снижение противоинфекционного, противоопухолевого иммунитета, формирование аллергических, аутоиммунных реакций и патологий [4]. Некоторые тяжелые металлы, такие как свинец и кадмий, обладают прямым иммунотоксическим действием на легочную ткань, что характеризуется угнетением фагоцитарной активности макрофагов в легочной ткани [5] и является прямым доказательством связи интоксикаций организма тяжелыми металлами и повышения уровня заболеваемости инфекционной патологией. В связи с этим тяжелые металлы могут выступать в роли возможного фактора, стимулирующего рост заболеваемости населения города Донецка туберкулёзом легких.

Связь заболеваемости туберкулёзом с воздействием пылевого фактора доказана в научной литературе, но практически нигде не учтены

факторы, влияющие на работника вне его рабочего места, хотя зачастую они могут оказывать значительный вклад в развитие патологических процессов. В условиях индустриального региона для поддержания населением здорового образа жизни чрезвычайно важное значение приобретает правильно организованное питание, в котором усилены те или иные функции пищи к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды.

Цель – оценить возможность применения лечебно-профилактических напитков для снижения заболеваемости туберкулёзом рабочих пылеопасных профессий.

Проведен анализ научно-технической литературы, в т.ч. эколого-геохимической паспортизации, выполненной Институтом минеральных ресурсов, а также статистических данных о заболеваемости туберкулезом и распространенности заболеваний по Буденновскому, Ворошиловскому районам и городу Донецку в целом за последние 6 лет. Анализ заболеваемости населения Буденновского района за период 2010-2013 гг. свидетельствует о более высоких показателях распространенности заболеваний (на 7,9-12,5 % по отношению к Ворошиловскому району и на 5-8 % по отношению к общегородским показателям). Обращает на себя внимание рост смертности и распространенности заболеваний в военный период (2014-2016 гг.) в сравнении с довоенным: по отношению к Ворошиловскому району рост показателей составил 8,9-14,3 %, к общегородским показателям – 7-9 %, хотя оба района не пострадали в результате боевых действий. Коэффициент корреляции Пирсона составил 0.75, что свидетельствует о наличии сильной связи между изучаемыми показателями. Анализ загрязнения почвы показал: при ПДК свинца в почве 30 мг/кг в Буденновском районе его содержание в отдельных точках превышало ПДК более чем в 100 раз, концентрация ртути в почве составила 7,4 мг/кг (при ПДК 2,1 мг/кг). При ПДК 2,0 мг/кг превышение концентрации мышьяка составляет 2-75 раз, максимальное значение – в зоне влияния завода «Донваторцветмет» и санитарно-защитной зоне (южный и западный участки селитебной территории). В качестве контрольного района был выбран Ворошиловский район: средняя концентрация свинца в почве не превышает 24 мг/кг, ртути – 0,37 мг/кг, что находится в пределах ПДК. Для профилактики свинцовых интоксикаций, у лиц, подвергающихся воздействию неорганических соединений свинца, рекомендуется рацион лечебно-профилактического питания № 3. Профилактическая направленность рациона обеспечивается большим количеством овощей и фруктов, не прошедших термическую обработку, – источники пектина. Согласно результатам НИЛ ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» 5-недельный курс применения соков и нектаров с высоким содержанием пектинов ООО ТПК «САВА» (г. Томск), привел к снижению концентрации тяжелых металлов в моче в 3,2 раза (со 116 мкг/л до 36,3 мкг/л) у работников горно-металлургического производства.

Применение пектин-содержащего лечебно-профилактического питания приводит к значительному снижению резорбции тяжелых металлов (свинец, никель, ртуть) в желудочно-кишечном тракте, что предопределяет существенное снижение концентрации данных металлов в организме человека, а значит, обуславливает ослабление их негативного влияния на общую резистентность организма в целом, что должно благоприятно отразиться на заболеваемости населения туберкулезом.

Список литературы

1. Анализ закономерностей формирования общественного здоровья взрослого населения Донбасса / С.В. Грищенко // Здоровье и окружающая среда. Сборник материалов республиканской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 90-летию республиканского унитарного предприятия "Научно-практический центр гигиены": в 2-х томах. Главный редактор С.И. Сычик. – 2017. – С. 16-19.
2. Иваницкая Н.Ф. Экологическая оценка загрязнения атмосферного воздуха и почв городов Донецкой области тяжелыми металлами / Н.Ф. Иваницкая // Медико-соціальні проблеми сім'ї. – 2012. – Том 17, № 2. – С. 62-64.
3. Козлова О.А. Методические вопросы оценки устойчивости трудоспособного населения к негативному экологическому воздействию / О.А.Козлова, Е.Х.Тухтарова, Е.А.Илинбаева // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2017. – Т. 10. – № 4. – С. 212-227. DOI: 10.15838/esc/2017.4.52.12
4. Вплив плумбуму як отрути на організм людини / О.Ю. Третевич // Укр. наук.-мед. молодіжний журнал. – 2014. – № Спецвип. – №2. – С. 61.
5. Дослідження цитотоксичності наночастинок сульфід кадмію та сульфід свинцю, стабілізованих органічними сполуками / Н.С. Леоненко // Сучасні проблеми токсикології, харчової та хімічної безпеки. – 2015. – № 3. – С. 56-60.

УДК 619:618.2

КЛИНИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ПРИ ГЕСТОЗЕ НА ФОНЕ ФЕТОПЛАЦЕНТАРНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ У СОБАК

Данилейко Е.В.¹, Тресницкий С.Н.², канд. вет. наук, доцент

¹ГОУ ЛНР «Луганский национальный аграрный университет», г. Луганск, ЛНР

²ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»,

г. Ростов-на-Дону, РФ

katarina_vet@mail.ru

В основе патогенеза гестоза лежат нарушения всех функций плаценты: эндокринной, белоксинтезирующей, барьерной и других [1].

Нарушение функций плаценты ведет к изменению иммунного статуса беременной, к нарушению всех функций организма. Без плаценты нет позднего гестоза, и только одно заболевание в ранние сроки беременности может дать клинику позднего гестоза – это перерождение ворсин хориона =

пузырный занос. Тогда плацента большая уже в ранние сроки беременности (как при позднем сроке), что и дает клинику позднего гестоза [2].

Отсутствие позднего гестоза у животных объясняют горизонтальным положением организма, следовательно, лучшим кровообращением в почках. Пусковой механизм зависит от морфофункциональных состояний различных систем организма матери. Поздний гестоз с позиций патофизиологии – это срочный порочный круг, который включает множество патогенетических звеньев, что обуславливает множество форм гестоза [3].

Поэтому изучение особенностей проявления симптоматики при гестозе у собак является актуальным для практикующих врачей ветеринарной медицины.

Цель исследования – определение симптоматики в гестационном периоде на фоне фетоплацентарной недостаточности у собак.

Работа выполнена в период 2017-2019 гг., в городе Санкт-Петербург. При изучении распространенности различной патологии использовали данные Управления ветеринарии Ленинградской области за 2017 по 2018 гг. Для изучения клинических признаков гестоза на фоне фетоплацентарной недостаточности у беременных собак проведена многосторонняя оценка клинических признаков у 17 условно здоровых и больных гестозом животных. Для подтверждения диагноза проводили ультразвуковую диагностику на 25, 45 и 58 день беременности.

При изучении симптоматики гестоза на фоне фетоплацентарной недостаточности у собак особое внимание уделяли таким породам, как немецкий цверг шпиц, чихуа-хуа, йорк, русский той, корги, особенно после третьей вязки.

При анализе клинической картины заболевания акцентировали свое внимание собакам мелких пород, возрастной диапазон с трех до пяти лет. Общий анамнез у большинства обследованных животных был осложнен. В основном был представлен вагинитами.

Обращает на себя внимание значительная доля первородящих с абортами в анамнезе, составляющая 40,3 %. Возможно, это связано с тем, что 83 % собак основной группы и 76,2 % обследованных группы сравнения проводили вязку ранее, чем через 12 месяцев после предыдущих родов.

Симптомы фетоплацентарной недостаточности начинают проявляться лишь при декомпенсированной форме почечной недостаточности. Основным симптомом гестоза на фоне фетоплацентарной недостаточности у собак является внутриутробная задержка развития плода в виде несоответствия высоты стояния дна матки и сроков гестации (косвенный признак), которые выявляются при пальпации и ультразвуковом исследовании.

Появление кровянистых выделений из влагалища на разных сроках беременности – опасный симптом, который свидетельствует о происходящем преждевременном отслоении плаценты, что может привести к острой

фетоплацентарной недостаточности и гипоксии плода. При тяжелых формах нефропатии наблюдаются преимущественные расстройства центральной нервной системы, проявляющиеся спазмами и нередко рвотой. Сонливость, вялость, расстройство анализаторов – свидетельство нарушения кровообращения головного мозга и поражения сетчатки. Боли и спазмы в эпигастрии обусловлены мелкими геморрагиями в стенке желудка и тканях печени. В печени развивается паренхиматозная или жировая дистрофия, некроз печени с развитием геморрагического гепатита.

Наиболее тяжелыми проявлениями гестоза являются: судороги, отек мозга и легких, геморрагии почек и печени, артериальная гипертензия. Только в 18% случаев клинические симптомы не наблюдались, проявляясь безсудорожной формой, чаще при высоких показателях гипертензии.

Мелкие породы собак, и особенно возрастом более трех лет, наиболее часто подвержены гестозу, что связано в большинстве случаев с несоблюдением 12 месячного интервала после предыдущих родов.

Клиническая диагностика заболевания вызывает некоторые сложности, для уточнения необходимо учитывать планировку беременности и результаты регулярных диагностических обследований, как до беременности, так и во время гестации.

Основные симптомы заболевания – внутриутробная задержка развития плода, вялость, рвота, спазмы в эпигастрии и правом подреберье, а при ультразвуковом исследовании кровоизлияния.

Список литературы

1. Ушаков М.А. Клинические признаки и биохимические индикаторы гестоза у беременных собак с экстрагенитальной патологией / М.А.Ушаков, Е.Н.Моисеев, Р.Н.Булатов // Мировые научно-технологические тенденции социально-экономического развития АПК и сельских территорий: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию окончания Сталинградской битвы. – 2018. – С. 379-384.
2. Кучерявенков М.А. Клинико-биохимические индикаторы гестоза у беременных собак / М.А.Кучерявенков, В.С.Авдеенко // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2015. – № 2. – С. 214-215.
3. Рыхлов, А.С. Кос у плотоядных при экстрагенитальной патологии / А.С.Рыхлов, П.В.Родин, М.А.Кучерявенков, В.С.Авдеенко // Современные проблемы животноводства в условиях инновационного развития отрасли: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – 2017. – С. 183-185.

ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ САМЦОВ БЕЛЫХ КРЫС К ГАЛОПЕРИДОЛУ В ОТКРЫТОМ ПОЛЕ

Жукова А.А., Золотухина А.И., Курилова О.А.

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

gal_alex_frolova@mail.ru

Детальные исследования последних десятилетий существенно расширили представления о структуре и многочисленных функциях дофаминергической системы. Нарушение дофаминергической передачи является одной из причин развития различных расстройств и таких серьезных заболеваний, как синдром Паркинсона, другие расстройства двигательной активности, шизофрения, синдром Альцгеймера. Поэтому вопрос о влиянии характера изменения дофаминергической нейротрансмиссии занимает одно из главных мест в нейрофармакологии. Вместе с тем, остается открытым вопрос о существовании зависимости между исходными уровнями психоэмоциональных показателей особи и направленностью их изменения в результате воздействий, оказывающих влияние на нейрохимические процессы, ответственные за формирование этих психоэмоциональных состояний [1, 3].

Целью данной работы является установление изменений во временной динамике поведения крыс в открытом поле в результате блокирования D₂-рецепторов галоперидолом у животных с различным исходным уровнем активности.

Эксперимент был выполнен на 40 половозрелых самцах лабораторных крыс массой 180-220 г., содержащихся в виварии в стандартных условиях. Уровень активности животных устанавливали в открытом поле (ОП) путем подсчета суммарного количества пересеченных квадратов [4]. Количество дефекаций и актов груминга анализировались отдельно. После тестирования в условиях открытого поля, исследуемые животные были разделены на три группы, в соответствии с различной выраженностью поведенческой активности, показанной на протяжении 1 минуты исследования: с высоким (ВА), средним (СА) и низким (НА) уровнями активности [2]. Блокирование центральных D₂-рецепторов головного мозга осуществлялось 3-х дневным внутрибрюшинным введением галоперидола в дозе 2,5 мг/кг [5].

Первичные экспериментальные данные обрабатывались с помощью общепринятых методов математической статистики. Разделение исследуемой популяции животных на группы проводилось согласно сигмального отклонения. Для оценки достоверности различий между результатами опытных и контрольных данных использовался U-критерий Манна-Уитни. С помощью корреляционного анализа устанавливали наличие связей между

определяемыми показателями животных. Математическая обработка материала проводилась с помощью пакета программ STATISTICA 6.0 и Excel.

В результате контрольного тестирования установлено, что доля животных, показавшая средний уровень активности была максимальной (60 %). Что касается временной динамики поведения в условиях открытого поля, то установлено, что у животных СА и СА максимальное количество пересеченных квадратов наблюдалось в течение первой минуты пребывания в ОП – $31,3 \pm 2,19$ и $13,9 \pm 1,01$ квадрата соответственно. В течение следующих 3-х минут уровень поведенческой активности у животных этих групп снижался в среднем на 60-80 %. На 5-й минуте эксперимента у ВА крыс наблюдалось некоторое увеличение количества пересеченных квадратов; в группе со СА – напротив – животные выявили неподвижность, что расценивается как косвенный признак депрессивно-подобного состояния у животных [5]. В группе с исходно средним уровнем активности наблюдалась иная временная картина поведения. Количество пересеченных квадратов у животных оставалось стабильно низким на уровне 12-6 единиц. Относительно суммарного количества пересеченных квадратов (двигательная активность) и вертикальных стоек (исследовательская активность), то следует отметить большую выраженность этих показателей у крыс с ВА, в то время как у остальных животных (исходно средне- и низкоактивных) эти показатели достоверно не отличались.

В результате введения галоперидола во временной динамике двигательной активности групп с различным уровнем поведенческой активности были выявлены следующие закономерности. Во-первых, выявлен одинаковый поведенческий ответ на блокирование D_2 -рецепторов галоперидолом у животных с исходно низким и средним уровнями активности: двигательная активность у особей данных групп зафиксировано только на 1-й минуте. При чем, особенность поведения состояла в том, что животное из центра – исходной позиции – передвигалось в угол камеры, где неподвижно находилось на протяжении всего эксперимента. У высокоактивных в контроле животных наблюдалось некоторое увеличение поведенческой активности на последней минуте опыта, возвращавшийся к уровню активности на данном промежутке времени в контроле.

Как видно из представленного графического материала, изменение двигательной активности животных с исходно низким и средним уровнем выраженности поведенческой активности в результате блокирования D_2 -рецепторов галоперидолом, происходило аналогичным образом – животные проявляли активность на первой минуте эксперимента, оставаясь неподвижными остальные 4 минуты опыта. Относительно чувствительности к изменению дофаминергической трансмиссии таких показателей как груминговое поведение и уровень эмоциональности, выявлен ряд следующих закономерностей. У исходно низко- и

высокоактивных крыс частота дефекаций возросла относительно значений контроля ($p < 0,05$), а у группы крыс, выявивших средний уровень активности, количество фекальных болюсов напротив сократилось ($p < 0,05$). Частота актов груминга у высоко- и среднеактивных в контроле животных после блокирования дофаминергических D_2 -рецепторов достоверно не изменилась; в группе с исходно низким уровнем выраженности ДА снижение дофаминергической трансмиссии вызвало угнетение грумингового поведения ($p < 0,05$).

Таким образом, установлено, что временная динамика поведения животных с исходно различной выраженностью двигательной активности в контрольных условиях неодинакова. Исходно низкоактивные животные сохраняют постоянный уровень активности на протяжении всего исследования, а у исходно средне- и высокоактивных групп крыс максимальная выраженность двигательной активности на первой минуте. Направленность изменений временной динамики ДА в результате блокирования центральных D_2 -рецепторов с исходно низким и средним уровнем выраженности данного показателя происходила аналогичным образом – животные проявляли активность только на первой минуте эксперимента, животные с высокой – на первой и пятой минутах исследования в условиях открытого поля.

Список литературы

1. Августинovich Д.Ф. Динамические изменения серотонергической и дофаминергической активности мозга в процессе развития тревожной депрессии: экспериментальное исследование / Д.Ф.Августинovich, О.В.Алексеев, И.В.Бакштановская // Успехи физиол. наук. – 2004. – Т.35, №4. – С. 19–40.
2. Жуков Д.А. Психогенетика стресса. Поведенческие и эндокринные корреляты генетических детерминант стресс-реактивности при неконтролируемой ситуации / Д.А.Жуков. – СПб., 1997. – 176 с.
3. Исмаилова Х.Ю. Индивидуальные особенности поведения (моноаминергические механизмы) / Х.Ю. Исмаилова, Т.М.Агаев, Т.П.Семенова. – Баку: Нурлан, 2007. – 229 с.
4. Калужев А. В. Стресс, тревожность и поведение: актуальные проблемы моделирования тревожного поведения у животных / А.В.Калужев. – К.: CSF, 1998. – 98 с.
5. Судаков К.В. Экспериментальные подходы к индивидуальной медицине: зависимость эффектов фармакологического воздействия от характера поведения животных / К.В.Судаков, А.В.Котов, С.С.Перцов // Вестн. Уральской мед. академической науки. – 2004. – №1. – С. 51–57.

**ПРИМЕНЕНИЕ НАНОЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО
УСТРОЙСТВА ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА
ПСИХИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ ЧЕЛОВЕКА С ЦЕЛЬЮ
КОРРЕКЦИИ ПОВЕДЕНЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ**

Кодолова Ф.М.¹, канд. пед. наук, доцент,
Мещеряков А.В.², канд. биол. наук, доцент,
Катанский С.А.³, канд. пед. наук, доцент,
Ермолаева А.А.⁴, Дронин А.П.⁵

¹ФГБОУ ВО «Российская государственная академия интеллектуальной собственности»,
г. Москва, РФ

²ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет
им. И.Н.Ульянова», г. Ульяновск, РФ

³ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский ядерный университет (МИФИ)»,
г. Москва, РФ

⁴ГУЗ «Детская городская клиническая больница №4», г. Ульяновск, РФ

⁵АНО «Центр содействия развитию спорта и досуга», г. Ульяновск, РФ
aleksei236632@yandex.ru

Большую роль в успешности труда приобретает психофизический компонент профессиональной деятельности. Предлагаются различные подходы контроля функций человека. В последнее десятилетие на эффективность использования компьютерной техники для учёта и коррекции физического развития и физической подготовленности специалистов указывают многие авторы [1-4]. За рубежом активно развиваются научно-практические разработки в области создания комплексных систем безопасности потенциально опасных объектов и деятельности человека, обслуживающего эти объекты. В России так же развивается компьютерная диагностика состояний организма, вызванных факторами стресса. Это предполагает, в частности, использование всевозможных устройств, датчиков и электронных приложений, которые предназначены для мониторинга жизненных показателей здоровья человека. При этом очень важным видится использование телеметрических устройств, позволяющих дистантно получать, обрабатывать и транслировать данные о динамике параметров систем организма специалиста, отвечающего за работоспособность сложных механизмов, оборудования и пр. Происходящие на сегодняшний день изменения в процессах производства миниатюрных компонентов электроники и механики предопределяют ускоренное развитие автоматизированных микротехнологических модулей и микросборочных систем и, в частности нано- и микротехнических устройств. Изучение применения наноэлектромеханических устройств для дистанционного мониторинга психических состояний человека актуально для коррекции его поведенческих реакций. Однако многие вопросы изучаемой проблемы разработаны не в полном объеме.

Вопросам создания комплексных систем безопасности на критически важных, опасных объектах и построения многоступенчатой, комплексной системы мониторинга в повседневной деятельности, в частности при угрозе чрезвычайных ситуаций, в том числе связанных с террористическими актами, построения системы сбора информации, обработки и принятия управленческих решений по сложившейся экстремальной обстановке посвящены исследования и публикации отечественных и зарубежных ученых, специалистов. Нами также предпринята попытка решения обозначенной проблемы [4, 5]. Предложенные проекты были поддержаны Российским фондом фундаментальных исследований (РФФИ).

Цель исследования – разработка и изучение возможности применения наноэлектромеханического устройства дистанционного мониторинга психических состояний человека для коррекции его поведенческих реакций.

Задачи исследования:

1) изучить опыт применения различных устройств для дистанционного мониторинга психических состояний человека с целью коррекции поведенческих реакций;

2) разработать принципы комплексного дистанционного мониторинга психических состояний человека для коррекции его поведенческих реакций;

3) разработать принципиальную схему наноэлектромеханического устройства для дистанционного мониторинга психических состояний человека;

4) изготовить экспериментальную партию наноэлектромеханических устройств;

5) разработать программу для дистанционного мониторинга психических состояний человека с целью коррекции его поведенческих реакций.

6) провести апробацию разработанного наноэлектромеханического устройства дистанционного мониторинга психических состояний человека.

Возможность решения проблем создания комплексных систем безопасности потенциально опасных объектов и деятельности человека, обслуживающего эти объекты, непосредственно связана с созданием лаборатории комплексных исследований. При формировании такой лаборатории были реализованы новые принципы организации научной работы в России. До начала работ был проведен экспертный анализ проекта лаборатории, представленный сотрудникам научно-исследовательского института спорта и спортивной медицины РГУФКСМиТ (г. Москва). По результатам заключения выделено помещение требуемой площади и наполнено оборудованием и другими комплектующими, необходимыми для выполнения исследований. Лаборатория состоит из нескольких функциональных частей:

лабораторного помещения для проведения экспериментальных исследований с применением технологического оборудования, офисного помещения с мультимедийным оборудованием, вспомогательных помещений. Объемные параметры функциональных частей меняются по возникающей необходимости при реализации проекта посредством легко перемещаемого оборудования.

В процессе реализации проекта разработаны принципы дистанционного мониторинга психических состояний человека для коррекции поведенческих реакций. Разработана принципиальная схема наноэлектромеханического устройства для дистанционного мониторинга психических состояний человека с целью коррекции его поведенческих реакций. Изготовлена экспериментальная партия наноэлектромеханических устройств. Для системного контроля разработаны схемы, обуславливающие соответствие систем предъявленным требованиям, установлением условий их технической реализуемости и проведением работ по реализации этих схем.

В процессе реализации проекта научным коллективом разработана технология управления психофизической составляющей, обеспечивающая профессиональную готовность человека-оператора к эффективным действиям в чрезвычайных ситуациях. Одним из принципов, заложенных в ее основу, является использование автоматизированных комплексов с целью диагностики показателей психофизической готовности к эффективной деятельности.

Научная новизна исследования, заявленного в Проекте, заключается в следующем: впервые разработаны принципы дистанционного мониторинга психических состояний человека для коррекции его поведенческих реакций посредством наноэлектромеханического устройства. Прикладная значимость: проведена практическая апробация разработанного наноэлектромеханического устройства для дистанционного мониторинга психических состояний человека для коррекции его поведенческих реакций, даны практические рекомендации использования предлагаемого устройства.

Разработанная технология управления психофизической составляющей профессиональной деятельности человека-оператора обеспечивает профессиональную готовность специалиста к эффективным действиям в чрезвычайных ситуациях. Одним из принципов, заложенных в ее основу, является использование автоматизированных комплексов с целью диагностики показателей психофизической готовности в реальном времени. Подана заявка на получение патента.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научных проектов №№ 19-07-00309, 19-07-00453. The reported study was funded by RFBR, project number: 19-07-00309, 19-07-00453.

Список литературы

1. Жевнеров В.А. Повышение функциональных возможностей у спортсменов и лиц в экстремальных ситуациях / В.А.Жевнеров, А.В. Мещеряков // Актуальные проблемы биохимии и биоэнергетики спорта XXI века: материалы Всероссийской научно-практической интернет-конференции 25-26 апреля 2016 г. – М.: Изд-во РГУФКСМиТ (ГЦОЛИФК), 2016. – С. 125–131.
2. Левушкин С.П. Технические средства функциональной диагностики учащейся молодежи в практике реабилитации и физического воспитания / А.В. Мещеряков, С.П. Левушкин // Курортная медицина, 2016. – №2. – С.148–152.
3. Мещеряков А.В. К вопросу о медико-биологических основах адаптации человека к специфическим условиям среды / А.В.Мещеряков, Е.А.Разумовский, О.Г.Эпов, С.А.Катанский, С.К. Сарсания //Актуальные проблемы биохимии и биоэнергетики спорта XXI века: материалы Всероссийской научно-практической интернет-конференции с международным участием (Москва, 10-26 апреля 2017 г.). – М.: Изд-во РГУФКСМиТ (ГЦОЛИФК), 2017. – С. 179–184.
4. Мещеряков А.В. Разработка методологии формирования механизмов реализации двигательных действий человека в экстремальных ситуациях / А.В. Мещеряков // Motor Control 2016: материалы VI Российской с международным участием конференции по управлению движением (Казань, 14-16 апреля 2016 г.). – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2016. – С. 62.
5. Мещеряков А.В. Предпосылки создания и требования к разработке теории деятельности человека в экстремальных ситуациях / А.В.Мещеряков // Экстремальная деятельность человека, 2017. – № 1 (42). – С. 9–13.

УДК 616.441-002-039.1:612.433.441:59

ИЗМЕНЕНИЕ УРОВНЯ СОДЕРЖАНИЯ ТИРЕОИДНЫХ ГОРМОНОВ У ЖИВОТНЫХ В ДИНАМИКЕ РАЗВИТИЯ АУТОИММУННОГО ТИРЕОИДИТА

Кустов Д.Ю., канд. мед.наук, доцент, **Кокина И.В., Валигун Я.С.**

ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет имени М. Горького»,
г. Донецк, ДНР
physiology@mail.ru

Аутоиммунный тиреоидит (АИТ) – одно из наиболее распространенных эндокринных заболеваний, поражающее около 5 % взрослого населения [1, 2]. Это связано с большой чувствительностью щитовидной железы (ЩЖ) к различным эндо- и экзогенным воздействиям. Распространенность АИТ у школьников составляет 0,1-1,2 %, пик заболеваемости приходится на середину пубертатного периода. У детей до 4 лет болезнь встречается редко [3]. АИТ является основной причиной приобретенного гипотиреоза. Современные методы иммуноферментного и радиоиммунологического анализа позволяют определить концентрацию тиреоидных гормонов в сыворотке крови. Это наиболее точный метод оценки функционального состояния щитовидной железы. Так, например, свободные

фракции трийодтиронина и тироксина адекватно отражают функциональную активность ЩЖ. Однако в некоторых случаях скрытой патологии ЩЖ эти гормоны могут оставаться в норме. В таких ситуациях концентрация тиреотропного гормона (ТТГ) является наиболее информативным и чувствительным показателем функционального состояния ЩЖ и позволяет выявить субклинические формы заболевания [4].

Данное исследование было направлено на изучение варьирования уровня тиреоидных гормонов в организме животных при аутоиммунном тиреоидите.

АИТ моделировали на самцах белых беспородных крыс массой 150-200 граммов путём подкожного введения гомогената щитовидной железы быка в неполном адыюванте Фрейнда каждые 10 дней на протяжении 30 дней (всего 4 инъекции) [5]. В качестве контроля была отобрана группа из 12 условно здоровых самцов.

Определение уровня тиреоидных гормонов осуществляли на комплекте оборудования Sanofi Pasteur методом ИФА с применением тест-систем «ТиреоидИФА-ТТГ», «ТиреоидИФА-свободный Т3» и «ТиреоидИФА-свободный Т4» производства группы компаний «Алкор Био» (РФ).

Для обработки данных, полученных в процессе исследования, применялись методы описательной статистики, вычислялось значение среднего арифметического (\bar{X}) и доверительного интервала (ДИ) при $\alpha=0,05$.

Для сравнения показателей разных выборок применялись критерии проверки статистических гипотез. При сравнении двух выборок, когда распределение не отличалось от нормального, использовался критерий Стьюдента. Если же распределение признаков отличалось от нормального – критерий Краскела-Уоллиса.

Колебания уровня ТТГ и тиреоидных гормонов в динамике развития АИТ отражали изменения, характерные для начальной, развернутой и терминальной стадий заболевания. Начальное понижение уровня ТТГ связано с выбросом Т3 и Т4 из фолликулов, разрушающихся вследствие аутоиммунных реакций. На заключительной стадии формирования АИТ концентрация тиреоидных гормонов снижалась, т.к. основная масса фолликулов разрушена, в результате чего вырастала секреция тиреотропного гормона гипофиза [6].

Таким образом, зависимость концентрации тиреоидных гормонов от стадий развития АИТ ярко выражена и имеет разнонаправленный характер. Определение уровня тиреоидных гормонов является информативным методом диагностики и позволяет выявить скрытые формы патологии еще на ранних стадиях.

Список литературы

- 1 Дедов И.И. Алгоритмы диагностики и лечения болезней эндокринной системы / И.И.Дедов., О.М.Смирнова, М.Б.Анциферов – М., 1995. – 256 с.

- 2 Алгоритмы диагностики, профилактики и лечения заболеваний щитовидной железы: Пособие для врачей / И.И.Дедов. – М., 1994. – 47 с.
- 3 Persistent remission of Graves' disease or evolution from Graves' disease to Hashimoto's thyroiditis in childhood – a report of 6 cases and clinical implications / J. Smyczńska. – 2014. – Vol. 35(5). – P. 335–341.
- 4 Валдина Е.А. Заболевания щитовидной железы / Е.А. Валдина – М.: 2006. – 368 с.
- 5 Пат. 118029. МПК: G01N 33/564, A61K 35/55. Способ моделирования аутоиммунного тиреоидита / Д.Ю.Кустов, И.В.Кокина, Т.А.Реготун, Я.С.Валигун, А.С. Косторев – №201610892; заявл. 31.10.2016; опубл. 25.07.2017, Бюл. №14.
- 6 Кубарко А.И. Щитовидная железа. Фундаментальные аспекты / А.И.Кубарко, S.Yamashita. – Минск-Нагасаки, 1998. – 368 с.

УДК 619:616-092-08

СОСТОЯНИЕ МОРФО-БИОХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОРГАНИЗМА И ИЗМЕНЕНИЯ СТАТУСА СУХОСТОЙНЫХ КОРОВ И НЕТЕЛЕЙ ПРИ ОСЛОЖНЕНИИ БЕРЕМЕННОСТИ

*Лазуренко Д.А.¹, Енин А.В.¹, Тресницкая В.А.¹, канд. вет. наук, доцент,
Тресницкий С.Н.², канд. вет. наук, доцент*

¹ГОУ ЛНР «Луганский национальный аграрный университет», г. Луганск, ЛНР

²ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»,

г. Ростов-на-Дону, РФ

TresnitskiyDONSTU@yandex.ru.

Получение максимальной продуктивности от животных без внедрения в молочное скотоводство инновационных технологий селекции и разведения молочного скота, без учета физиологических потребностей животных, приводит к функциональной перегрузке органов и систем организма, на фоне которых развиваются заболевания в период беременности, и нарушается развитие плода [1]. По данным исследователей [2] установлено, что расстройства воспроизводительной функции у коров при повышении генетического потенциала молочной продуктивности во многом связаны с существенными и неадекватными сдвигами в обмене веществ. Поэтому одним из направлений решения проблемы гестоза в конце беременности у высокопродуктивного молочного скота является исследование роли в патогенезе метаболических нарушений [3].

Цель исследования – провести клиническую оценку состояния морфо-биохимических параметров организма и изменения статуса сухостойных коров и нетелей при осложнении беременности.

Работа выполнена на кафедре «Внутренние болезни животных» Луганского национального аграрного университета, а также в ПАО «Племзавод им. Литвинова». В эксперименте участвовали 98 коров и нетелей молочных высокопродуктивных коров черно-пестрой и

украинской красной молочной пород с физиологическим и осложненным течением беременности.

Для лабораторных исследований, отбирали образцы крови утром из-под хвостовой артерии до кормления животных. Для гематологических исследований применяли ветеринарный автоматический гематологический анализатор крови Абакус Джуниор Pse 90 Vet (Automatic Veterinary производство Германия) и биохимический анализатор крови Chem Wellcombi Models 2902 and 2910 (производства USA, Florida).

Статистический анализ данных проводился при помощи стандартных программ Microsoft Excel 2010.

Метаболические процессы приводят к сбою функциональной деятельности фетоплацентарного комплекса и к активизации метаболического процесса, на что указывают также достоверные изменения и в эритроцитогамме. Так, при экламптическом синдроме и гепатопатии наблюдается олигохромемия (снижение на 20,17 % и 19,5 %), снижение количества эритроцитов на 19,8 и 19,5 % соответственно, при увеличении СОЭ в 1,72 раза и уменьшении концентрации гемоглобина в эритроците в 1,2 раза. Насыщенность крови гемоглобином снижалась соответственно на 13,15 % ($p < 0,05$) при проявлении симптоматики гестоза, на 3,16 % при субклиническом кетозе и на 20,24 % ($p < 0,01$) при экламптическом синдроме.

Мы полагаем, что в развитии болезни на завершающей стадии беременности заложены два противоречивых суждения, с одной стороны, нарушение метаболических процессов в организме, приводящее к субклиническому кетозу и гепатопатии, с другой, нарастает иммунобиологическая реактивность фетоплацентарной системы в ответ на изменения течения биохимических процессов, приводящих к сбою функции почек и микроциркуляции в системе «мать-плацента-плод».

Так, уровень лейкоцитов, лимфоцитов и моноцитов в крови животных с экламптическим синдромом изменяется и характеризует состояние аллергии. Таким образом, лейкоцитарная реакция крови у животных описывает течение патологического процесса и отражает реактивное состояние организма, что свидетельствует о его высоких иммунологических свойствах и активной сопротивляемости.

При диагнозе с характерной симптоматикой для гепатопатии у 19,5 % сухостойных коров и нетелей отмечают слабовыраженный лейкоцитоз, а при эклампсии у 81,5 % животных – средневывраженный лейкоцитоз. Проведенные исследования содержания отдельных фракций лейкоцитов подтверждают состояние ярко выраженной напряженности системы естественной защиты организма сухостойных коров и нетелей на завершающем этапе беременности.

Достоверное увеличение количества гранулоцитов у сухостойных коров и нетелей свидетельствуют о выраженном резорбтивном процессе в организме и нарушении метаболизма, что является пусковым механизмом

в развитии субклинического кетоза, гепатопатии и эклампсического синдрома с проявлением клинической симптоматики.

Таким образом, развитие лейкоцитоза у сухостойных коров и нетелей с симптомами субклинического кетоза, гепатопатии и эклампсии обусловлено многочисленными раздражениями, поступающими, в первую очередь, от рецепторного аппарата микроциркуляции в системе «мать – плацента – плод».

Содержание тромбоцитов при субклиническом кетозе и гепатопатиях у сухостойных коров и нетелей на завершающем этапе беременности по сравнению с физиологическими нормами для клинически здоровых животных снижалось на 11,07 % при проявлении симптомов гепатопатии, при симптоматике субклинического кетоза – на 13,19 %, а при экламптическом синдроме – на 33,6 % (табл.).

Таблица

Тромбоцитограмма у сухостойных коров и нетелей
на завершающем этапе беременности, ($n = 15$)

Показатели	Клинически здоровые нетели	Гепатопатии	Кетоз	Экламптический синдром
Тромбоциты, Т/л	302,3±14,65	273,04±10,34	229,26±12,61**	226,28±12,54**
Средний объем тромбоцитов, фл	7,5±0,12	10,18±0,15*	8,58±0,19*	11,02±0,22**
Тромбокрит, %	0,58±0,06	0,40±0,02**	0,51±0,04	0,46±0,03*

Примечания: *, ** – различия статистически значимы ($p < 0,05$, $p < 0,01$) относительно значений соответствующих параметров группы клинически здоровых нетелей.

Таким образом, исследования общего анализа крови глубоко стельных нетелей показали:

– при симптомах гепатопатии сухостойных коров и нетелей наблюдаются средний лейкоцитоз, эозинофилия, лимфоцитоз, умеренный при проявлении субклинического кетоза и выраженный при экламптическом синдроме;

– насыщенность крови гемоглобином снижается при субклиническом кетозе, гепатопатиях и эклампсическом синдроме по сравнению с физиологическими нормами, характерными для клинически здоровых животных.

Список литературы

1. Авдеенко В.С. Механизм развития синдрома "кетоз-гестоз" у беременных коров и эффективность применения антиоксидантных препаратов / В.С.Авдеенко, И. М.Донник, О.Г.Лоретц // Аграрный вестник Урала. – 2016. – № 8 (150). – С. 4–9.
2. Решетникова Н.М. Проблемы снижения плодовитости у высокопродуктивных молочных коров / Н.М.Решетникова, Г.В.Ескин, Н.А.Комбарова // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2011. – № 4. Спецвып. – С. 116–121.

3. Молчанов А.В. Верификация диагноза и антиоксидантная терапия гестоза суягных овец / А.В. Молчанов, И.И. Калюжный, Д.В. Кривенко, Р.Г. Булатов // Аграрный научный журнал. – 2015. – № 12. – С. 4–7.

УДК 614.72:616-0920.11

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ И ПАТОЛОГИЯ ОРГАНА ЗРЕНИЯ: ОЦЕНКА РИСКА И ПРОФИЛАКТИКА

Ластков Д.О., д-р мед. наук, профессор, **Попович В.В.**

ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького»,
г. Донецк, ДНР
lastkov.donmu@list.ru

В качестве модели оценки риска [1] нами была выбрана почва, являющаяся наименее мигрирующим объектом окружающей среды. Показатели загрязнения почвы минимально вариабельны, а концентрации тяжелых металлов (ТМ) в почве определяют степень загрязнения воды и пищевых продуктов. ТМ не только вызывают токсические эффекты, но и препятствуют усвоению эссенциальных нутриентов, что приводит к развитию различных заболеваний, в т.ч. органа зрения [2, 3].

Цель исследования состояла в оценке риска загрязнения почвы ТМ для заболеваний органа зрения у населения г. Донецка и разработке путей профилактики неблагоприятного воздействия.

За основу аналитического исследования по гигиенической оценке загрязнения почвы были взяты материалы Института минеральных ресурсов по ранее выполненному картированию всей территории г. Донецка. При сравнительной гигиенической оценке учитывалась концентрация 8 ТМ и металлоидов (свинец, цинк, кадмий, медь, марганец, фосфор, мышьяк, таллий), рассчитывалась кратность превышения ПДК (в случае отсутствия таковой – кратность превышения фоновых показателей) и суммарная площадь загрязнения.

В качестве показателей состояния здоровья были выбраны заболеваемость, и распространенность болезней глаза и придаточного аппарата у подросткового (15-17 лет) населения г. Донецка по основным нозологическим единицам согласно официальным учетно-статистическим формам. Для оценки вклада стресс-индуцированного фактора анализировались усредненные показатели за довоенное и военное четырехлетия.

Основные данные по загрязнению почв представлены в таблице. Наиболее загрязненным в городе является район Б. (по 5 ТМ – максимальная кратность превышения, по 6 ТМ – суммарная площадь загрязнения, по остальным ТМ – 2-е ранговое место), наименее – район В. (отсутствие в почве 4 ТМ, минимальная кратность превышения – по 3 ТМ). Показано, что основными источниками загрязнения почвы ТМ являются

завод «Вторцветмет», предприятия коксохимической, химической и металлургической промышленности, породные отвалы и процесс сжигания твердого топлива.

Таблица

Максимальное превышение ПДК (фоновых показателей) ТМ
в почве районов г. Донецка (раз)

Тяжелый металл	Р-н Б.	Р-н В.	Р-н Ка.	Р-н Кир.	Р-н Куб.	Р-н Л.	Р-н П.	Р-н Пр	Р-н Ки.
Свинец	112,5	-	28,1	56	28	93,8	3,4	5,6	56,2
Цинк	2000	19,6	19,6	391	195,7	9,8	19,6	9,8	19,6
Кадмий	2815	-	-	10	-	10	140	-	8
Медь	133	-	2	-	2	-	-	-	-
Фосфор	32,3	4,8	16,1	8,1	4,8	4,8	8,1	8,1	8,1
Марганец	2,5	2,5	2,5	-	2,5	5	-	1,5	2,5
Мышьяк	75	-	31,5	75	40	31,5	125	50	50
Таллий	12,8	6	10	48	12,8	10	12,8	6	6

При анализе влияния загрязнения почвы ТМ на показатели состояния здоровья населения следует учитывать, что помимо органов-мишеней и систем-мишеней, характерных для каждого ТМ и обуславливающих рост соответствующей нозологической единицы, любой ксенобиотик оказывает и неспецифический эффект, что может привести к ухудшению общих показателей [4].

В военное 4-хлетие наблюдается тенденция к снижению показателей распространенности и заболеваемости, как по всем заболеваниям, так и по болезням глаза (в т.ч. катаракте и глаукоме). Однако при этом отмечается достоверный ($p < 0,05$) рост в отношении миопии (215 ‰ по заболеваемости, что на 7 % выше) и конъюнктивиту (144 ‰ по распространенности и 143 ‰ по заболеваемости, что, соответственно, выше на 11 % и 10 %), а также тенденция к увеличению показателя атрофии зрительного нерва (на 5 % по распространенности).

В оба 4-хлетия удельный вес болезней глаз в структуре общей заболеваемости составил 8,2 % по распространенности и 5,9 % (в довоенный период) – 6,3 %. Структуру болезней глаз определяют 2 нозологические единицы – миопия и конъюнктивит. Удельный вес миопии: в довоенный период – 4,0 % общей заболеваемости по распространенности и 2,1 % – по заболеваемости, в военный, соответственно, – 4,2 % и 2,4 %. Удельный вес конъюнктивита: в довоенный период – 0,7 % по распространенности и 1,3 % – по заболеваемости, в военный, соответственно, – 0,8 % и 1,7 %.

Если для довоенного 4-хлетия характерна незначительная вариабельность анализируемых показателей (только по конъюнктивиту имеется последовательный рост), то в период боевых действий наблюдается постепенное увеличение показателей всех заболеваний глаз, миопии и атрофии зрительного нерва.

Обращают на себя внимание выраженные гендерные отличия в сравниваемых периодах: если в довоенный период заболеваемость юношей превышала таковую у девушек по всем показателям, кроме миопии, то в период боевых действий наблюдалась противоположная закономерность.

Для предупреждения неблагоприятного влияния ТМ на здоровье населения наиболее перспективными путями представляются детоксикация почвы (что затрудняется наличием «букета» загрязнителей) и внедрение превентивного питания.

Создан межотраслевой координационный научный Центр «Экология и здоровье». Рабочей группой МЗ ДНР разработана «Концепция реализации основ государственной политики в области здорового питания населения Донецкой Народной Республики на период до 2025 года». Подготовлена комплексная программа «Здоровое питание – здоровая нация» по профилактике моно- и полинутриентной недостаточности, элиминации ксенобиотиков у населения Донбасса. При организации здорового питания для населения промышленного региона следует реализовать известные принципы построения лечебно-профилактического питания для работающих во вредных условиях труда [5].

В настоящее время реализуются подпрограммы «Витаминизация в ДНР» (начата работа по внедрению добавки пищевой «Аскорбум» производства «Стиролбиофарм» г. Горловка, ДНР) и «Пектинопрофилактика в ДНР» (начата работа по внедрению продукции компании ООО ТД «САВА» г. Томск, РФ).

Список литературы

1. Новиков С.М. Актуальные вопросы методологии и развития доказательной оценки риска здоровью населения при воздействии химических веществ / С.М.Новиков, М.В.Фокин, Т.Н. Унгурияну // Гигиена и санитария. – 2016.– Т. 95, №8. – С. 711–716.
2. Грищенко С.В. Современные закономерности влияния тяжелых металлов – загрязнителей окружающей среды на здоровье населения Донбасса / С.В.Грищенко, И.И.Грищенко, В.С.Костенко и др. // Вестник гигиены и эпидемиологии. – 2016. – Т.20, №2. – С. 26–35.
3. Ластков Д.О. Оценка, прогноз и управление рисками воздействия тяжелых металлов на здоровье населения / Д.О.Ластков, Д.А.Госман, О.В.Гапонова и др. // Материалы III Международного Форума Научного совета Российской Федерации по экологии человека и гигиене окружающей среды 13-14 декабря 2018 г. «Современные проблемы оценки, прогноза и управления экологическими рисками здоровью населения и окружающей среды, пути их рационального решения». – М., 2018. – С.202–205.
4. Коммунальная гигиена и экология человека / Под ред. С.И.Гаркавого, Д.О.Ласткова. – Одесса: Пресс-курьер, 2012. – 240 с.
5. Учение о питании. Том 4. Гигиенический кодекс по пищевой санитарии (Базовые материалы культуры питания) / В.Д.Ванханен, Д.О.Ластков, М.М. Поплавский – Донецк: Донеччина, 2010. – 128 с.

НЕКОТОРЫЕ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ АДАПТАЦИИ СТУДЕНТОВ К УСЛОВИЯМ ОБУЧЕНИЯ

Маховицкая Т.П.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР
tatiana.tia64@mail.ru

Проблема адаптации студентов к условиям обучения в вузе, трудностям первого года обучения является одной из важнейших проблем высшего образования. Процесс этот, как правило, сопровождается ломкой динамического стереотипа и образа мышления, часто болезненной [4].

Эффективность процесса адаптации и создание благоприятного адаптационного периода является важнейшей задачей всего образовательного процесса вуза и педагогического состава, вовлеченного в работу с первокурсниками [1, 3].

Цель – провести анализ изменения некоторых характеристик нервных процессов студенток первого курса в течение адаптационного процесса.

По данным проф. В.А. Романенко, успешность адаптации напрямую зависит от такого психофизиологического показателя как адаптивность, т.е. способность приспосабливаться к изменяющимся условиям природной, производственной и социальной среды [2]. Этот показатель неизбежно связан со свойствами центральной нервной системы.

В качестве метода исследования использовался теппинг-тест, предоставляющий возможность судить о силе и устойчивости нервных процессов, вработывании и утомлении. Сила нервных процессов является показателем как работоспособности отдельных нервных клеток, так и нервной системы в целом. Сильная нервная система выдерживает большую по величине и длительности нагрузку, нежели слабая. Равномерное выполнение задания свидетельствует об устойчивой работоспособности и высокой скорости вработывания. Показатели моторной активности (количество поставленных точек за 10 сек) также свидетельствуют о силе и подвижности нервных процессов.

Тестировали 75 студенток первого курса Донецкого педагогического института. Первое тестирование проводилось после первого месяца учёбы, второе – в середине второго семестра.

Первое тестирование показало, что лишь у 35% девушек наблюдался выпуклый график теппинга, указывающий на высокую силу нервных процессов, достаточно быстрое вработывание и длительную, оптимальную работоспособность. У 42% студенток отмечался ровный график (максимальный темп удерживается на одном уровне в течение всего рабочего периода), свидетельствующий о средней силе нервных процессов. И у 23% был зафиксирован нисходящий график, при котором

максимальный темп быстро снижается и остаётся на низком уровне до окончания работы, что говорит о слабой силе нервных процессов, неустойчивости процесса возбуждения и быстрой утомляемости, что можно расценивать как признаки напряжения адаптационных процессов.

Результаты второго тестирования показали изменения характера графиков. По истечении 7 месяцев учебного года выпуклый график отмечался уже у 52 % студенток, ровный – у 32 % и нисходящий – у 16 %. Изменение характера графика теппинга свидетельствует об улучшении работоспособности у 17 % тестируемых студентов, что говорит о благоприятном протекании процессов адаптации.

Параллельно в конце учебного года проводилось анкетирование студенток по опроснику «Адаптивность». Были выявлены следующие группы: 45 % – высокий уровень адаптивности, 37 % – средний и 18 % – низкий. Помимо прочего, диагностировалось изменение образа жизни по субъективным ощущениям студенток. 41,2 % студенток утверждают, что их образ жизни полностью изменился, 28,5 % – что изменился незначительно и 30,3 % – что практически не изменился.

При ответах на итоговый вопрос студентки утверждают, что после периода первого семестра обучения и сдачи первой сессии 67,3 % чувствуют себя полностью адаптировавшимися к учёбе в вузе, 22,6 % – частично адаптировавшимися и 14,6 % считают, что процесс адаптации у них затруднён. Причём 28,2 % анкетированных отмечают наличие у них явлений переутомления и нервного напряжения. То есть, значительная часть девушек, поступивших в вуз, столкнулись с проблемой адаптации.

Важнейшую роль в адаптации студентов-первокурсников может сыграть психологическое сопровождение, а именно психологическая служба или лаборатория психологических исследований. Имеет смысл с начала первого года обучения проводить психофизиологическое тестирование, включающее определение таких качеств как темперамент, адаптивность, интро-экстравертированность, нейротизм, тревожность, агрессивность, свойства нервных процессов, психическую и интеллектуальную активность, так как все эти характеристики прямо или опосредованно влияют на привыкание к новой обстановке и создание устойчивого динамического стереотипа. Полученные данные целесообразно использовать как в процессе обучения, так и во внеучебной деятельности с целью уменьшения психологических травм во время адаптационного периода.

Список литературы

1. Гришанов Л.К. Социологические проблемы адаптации студентов младших курсов / Л.К.Гришанов, В.Д.Цуркан // Психолого-педагогические аспекты адаптации студентов к учебному процессу в вузе. – Кишинев, 1990. – С. 29–41.
2. Романенко В.А. Психофизиологический статус студенток / В.А.Романенко. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2013. – 195 с.

3. Шайденко Н.А. Воспитание студенческой молодежи в педагогическом вузе / Н.А.Шайденко, З.Н.Калинина // Педагогика. – 2010. – №6. – С. 44–50.
4. Шолохова Г.П. Адаптация первокурсников к условиям обучения в вузе и её психолого-педагогические особенности / Вестник ОГУ – 2014. – №3 (164). – С. 103–107.

УДК 614.8.084

ОПЕРАТИВНАЯ ОЦЕНКА ПСИХОФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА С ПОМОЩЬЮ РАЗРАБОТАННОГО КОМПЛЕКСА НА ОСНОВЕ НАНОУСТРОЙСТВА

Мещеряков А.В.¹, канд. биол. наук, доцент,

Дронина Е.А.², Мещерякова Т.Е.³,

Войтенко Ю.Л.³, канд. пед. наук, доцент, **Соловьева Е.В.³**

¹ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет
им. И.Н.Ульянова», г. Ульяновск, РФ

²ГУЗ «Детская городская клиническая больница №4», г. Ульяновск, РФ

³ФГБОУ ВО «Российский государственный университет физической культуры, спорта,
молодежи и туризма», г. Москва, РФ
aleksei236632@yandex.ru

Деятельность человека-оператора предъявляет высокие требования к организму. Как правило, в деятельности специалиста, управляющего особо сложными системами и механизмами, совмещается ряд функций, выполняемых последовательно или одновременно. В качестве исполнителя команд человек обладает способностью легко и быстро переходить от одного способа выполнения своих функций к другому. Но при этом за исполнителем (человеком) важно сохранить контроль, позволяющий в случае срыва его психического, функционального, физического состояния не дать кратковременной экстремальной ситуации на производстве перерасти в чрезвычайные условия с непоправимыми последствиями. Этим определяется актуальность исследования, заявленного в предлагаемом проекте, предложенном для финансирования и поддержанным Российским фондом фундаментальных исследований. Оценка и контроль функциональных состояний человека в процессе выполнения им профессиональных задач является актуальной задачей инженерной психологии, важной для повышения эффективности деятельности во многих отраслях человеческой практики. Возникновение экстремальных ситуаций возможно в любой деятельности [4]. Безопасность для общества многих производств напрямую зависит от текущего функционального состояния работающих на этих производствах. Анализ современного состояния исследований в данной области показывает, что важность контроля и управления поведением

человека в «опасных» профессиях рассматривается многими науками. От уровня развития функций организма специалиста зависит реакция на стресс и особенности овладения методами его коррекции. Деятельность человека-оператора предъявляет высокие требования к организму. Обычно в деятельности человека совмещается ряд функций, выполняемых последовательно или одновременно. Накопленный широкий круг эмпирических данных, показывает, что личностные ресурсы важно развивать, контролировать, опосредованно влиять на структуру причинно-следственных связей между внешними условиями и психологическим состоянием человека. Формирование действий для выхода из нестандартных ситуаций, в конечном итоге, позволяет расширить адаптационные возможности [3]. По данным ряда авторов, составляющие механизма адаптации и конечный эффект ее формирования обуславливают образование и соответствующее проявление более прочной стабилизации характеристик внутренней среды, уровня жизнедеятельности посредством двигательной активности и двигательного поведения [5].

Целью проекта является оперативная оценка психического и функционального состояния организма человека с помощью разработанного комплекса.

Различными научными школами предлагаются различные подходы контроля функций человека. Научно-теоретическая и методологическая работа по проекту в связи с его междисциплинарностью потребовала использования методов из разных областей знаний, в их числе: методы структурно-функционального анализа, теории познания, дидактического анализа экстремальных ситуаций. Для реализации проекта были использованы методы: анализ и обобщение научно-методической литературы по проблеме исследования, медицинских карт, программ и планов подготовки специалистов; эксперимент, медико-биологические методы исследований, метод автоматизированной диагностики (включает 8 компьютерных диагностических систем, а также опрос и психофизиологическое тестирование исследуемых). Использовались тесты Спилбергера, Люшера, САН, тест на зрительно-моторную реакцию. Ранее нами была разработана и апробирована схема использования биорезонансного тренажера для контроля и повышения резервов человека [1]. Применялись патентованные устройства – тремометр, виброрефлексометр.

В силу междисциплинарности и структурной сложности проблемы коллектив исполнителей проекта составлен из представителей разных областей знаний, входящих в предметную область проекта, опытных организаторов научно-производственной деятельности, специалистов в области инновационных процессов и информационных технологий, технических специалистов, способных обеспечить эффективную реализацию экспериментально-практической части работы.

Имелся доступ к работе на эксклюзивном оборудовании и аппаратно-программных комплексах лаборатории комплексных исследований.

Научная новизна исследования, заявленного в проекте «Разработка системы контроля психофизиологических параметров организма человека на основе наномеханических устройств», заключается в проектировании принципиально возможных схем комплексов оперативной оценки и способов обработки параметров психического и функционального состояния организма человека. Главной особенностью программного обеспечения использованного аппаратно-программного комплекса, является наличие в его составе специальной программы, позволяющей формировать выходной документ в виде рекомендаций [2]. Проведены сравнительные испытания выбранных комплексов оперативной оценки психического и функционального состояния организма специалиста. Регистрация показателей психического и функционального состояния включала электрографические, энцефалографические, термометрические и поведенческие исследования. Индивидуальные особенности состояния человека-оператора регистрировались в непрерывном режиме на протяжении рабочей смены. Проведенные исследования показали, что проблема деятельности человека при возникновении экстремальной ситуации на производстве должна решаться на основании индивидуального подхода. Это обусловлено тем, что лишь фиксация изменений психофизиологических параметров не может быть обобщенной моделью определения предпатологических и патологических состояний. Определено, что из предложенных комплексов оперативной оценки психического и функционального состояния организма специалиста наиболее достоверными, значимыми и имеющими возможность практического применения, являются бесконтактные наноустройства. Они позволяют определять состояние оператора, опасное для продолжения процесса управления особо сложными системами и механизмами.

Результаты научного исследования, их научная и прикладная значимость выражены в:

- конкретных, определенных параметрах психического и функционального состояния организма человека, определяющих деятельность специалиста, управляющего особо сложными системами;
- разработке принципиально возможных схем комплексов оперативной оценки психического и функционального состояния организма человека;
- выборе основных характеристик разрабатываемых комплексов;
- определении способов обработки параметров психического и функционального состояния организма человека на основе использования компьютерной программы и носимых наноустройств для скрининга и транслирования данных.

На основании проведенных исследований предложен ряд рекомендаций для профессионального отбора специалистов – операторов особо сложных систем управления.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научных проектов №№ 18-07-00227, 19-07-00307

The reported study was funded by RFBR, project number 18-07-00227, 19-07-00307

Список литературы

- 1 Жевнеров В.А. Повышение функциональных возможностей у спортсменов и лиц в экстремальных ситуациях / В.А.Жевнеров, А.В.Мещеряков // Актуальные проблемы биохимии и биоэнергетики спорта XXI века: материалы Всероссийской научно-практической интернет-конференции 25-26 апреля 2016 г. – М.: Изд-во РГУФКСМиТ (ГЦОЛИФК), 2016. – С. 125–131.
- 2 Левушкин С.П. Технические средства функциональной диагностики учащейся молодежи в практике реабилитации и физического воспитания / А.В.Мещеряков, С.П.Левушкин // Курортная медицина, 2016. – №2. – С. 148–152.
- 3 Мещеряков А.В. Разработка методологии формирования механизмов реализации двигательных действий человека в экстремальных ситуациях / А.В.Мещеряков // Motor Control 2016: материалы VI Российской с международным участием конференции по управлению движением (Казань, 14–16 апреля 2016 г.). – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2016. – С. 62.
- 4 Мещеряков А.В. Предпосылки создания и требования к разработке теории деятельности человека в экстремальных ситуациях / А.В.Мещеряков // Экстремальная деятельность человека, 2017. – № 1 (42). – С. 9–13.
- 5 Мещеряков А.В. К вопросу о медико-биологических основах адаптации человека к специфическим условиям среды / А.В.Мещеряков, Е.А.Разумовский, О.Г.Эпов и др. // Актуальные проблемы биохимии и биоэнергетики спорта XXI века: материалы Всероссийской научно-практической интернет-конференции с международным участием (Москва, 10-26 апреля 2017 г.). – М.: Изд-во РГУФКСМиТ (ГЦОЛИФК), 2017. – С. 179–184.

УДК 614. 72:616–0920. 11

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ НА ИНФЕКЦИОННУЮ ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ

Остренко В.В.

ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького»,

г. Донецк, ДНР

v.ostrenko2016@yandex.ru

В связи со стремительным развитием промышленности, транспорта, индустриализацией и химизацией сельского хозяйства, ускорением научно-технического прогресса за последние годы значительно увеличилось и продолжает нарастать поступление в окружающую среду тяжелых металлов (ТМ) техногенного происхождения.

ТМ уже сейчас занимают второе место по степени опасности, уступая пестицидам и значительно опережая такие широко известные

загрязнители, как диоксид углерода и серы. В перспективе они могут стать более опасными, чем отходы атомных электростанций и твердые отходы. Загрязнение ТМ связано с их широким использованием в промышленном производстве.

Целью исследования явилось изучение роли загрязнения окружающей среды ТМ в формировании инфекционной заболеваемости населения города Донецка в «довоенный период» 2012-2013 гг., в период «активных боевых действий» 2014-2015 гг. и период «перемирия» 2016-2017 гг.

Для анализа рисков воздействия ТМ в формировании инфекционной заболеваемости была выбрана почва в качестве объекта окружающей среды. Почва является основной средой, в которую попадают ТМ, в том числе из атмосферы и водной среды. Она же служит источником вторичного загрязнения приземного воздуха и вод. Из почвы ТМ усваиваются растениями, после чего попадают в пищу.

Для анализа загрязнения почвы были взяты материалы Института минеральных ресурсов по ранее выполненному картированию всей территории г. Донецка, где учитывалась концентрация 8 ТМ и металлоидов (Кадмий, Медь, Марганец, Мышьяк, Талий, Свинец, Цинк, Фосфор), рассчитывалась кратность превышения предельно допустимой концентрации (ПДК) или фоновых показателей и суммарная площадь загрязнения.

Наиболее загрязненным районом в городе является Буденновский (превышения ПДК по 5 ТМ, суммарная площадь загрязнения по 8 ТМ, 2-е ранговое место по остальным ТМ), наименее загрязненный район – Ворошиловский (отсутствие в почве 4 ТМ, минимальная кратность превышения – по 3 ТМ) [3].

Анализ показателей заболеваемости проведен по официальным учетно-статистическим формам (табл. 1-3).

Таблица 1

Показатели инфекционной заболеваемости за период 2012-2013 года
по городу Донецк (случаев на 100 тыс.)

Инфекционная заболеваемость	Случаев (средний показатель за 2 года)	Район с максимальными показателями
Сальмонеллез	4,3	Куйбышевский
Острые кишечные инфекции (ОКИ)	364,0	Куйбышевский
ОКИ дети до года	3 924,0	Кировский
Гастроэнтероколит (ГЭК)	340,0	Куйбышевский
Гепатит А	4,0	Куйбышевский
Заболеваемость верхних дыхательных путей (ВДП)	21 072,5	Буденновский
Грипп	17,8	Калининский
Туберкулез	72,4	Петровский

Таблица 2

Показатели средней инфекционной заболеваемости за период 2014-2015 года по городу
Донецк (случаев на 100 тыс.)

Инфекционная заболеваемость	Случаев (средний показатель за 2 года)	Район с максимальными показателями
Сальмонеллез	19,3	Пролетарский
ОКИ	235,0	Буденновский
ОКИ дети до года	4 067,0	Кировский
ГЭК	202,0	Куйбышевский
Гепатит А	15	Пролетарский
ВДП	17 234,5	Буденновский
Грипп	25,0	Киевский
Туберкулез	74,5	Пролетарский

Таблица 3

Показатели средней инфекционной заболеваемости за период 2016-2017 года по городу
Донецк (случаев на 100 тыс.)

Инфекционная заболеваемость	Случаев (средний показатель за 2 года)	Район с максимальными показателями
Сальмонеллез	33,8	Куйбышевский
ОКИ	352,6	Куйбышевский
ОКИ дети до года	5 933,3	Петровский
ГЭК	271	Куйбышевский
Гепатит А	8,9	Кировский
ВДП	20 405	Буденновский
Грипп	68,5	Ленинский
Туберкулез	65,7	Пролетарский

Максимальные показатели ОКИ, ГЭК, ОКИ у детей до года в Куйбышевском и Кировском районе г. Донецк.

Инфекционную заболеваемость населения на протяжении анализируемого периода определяют нозологические единицы, передача которых осуществляется ингаляционным путем (заболеваемость ВДП), и перорального пути проникновения (ОКИ, ОКИ дети до года, ГЭК). Вместе с тем в течение 3-х рассматриваемых периодов обращает внимание ступенчатая тенденция. Максимальными показателями характеризуется заболеваемость нозологическими единицами, передающимися пероральным путем в Куйбышевском и Кировском районах г. Донецка, причиной высоких показателей является пероральный путь поступления ТМ. Можно предположить, что ситуация усугубляется загрязнением почвы тяжелыми металлами.

Заболеваемость верхних дыхательных путей в 3-х рассмотренных периодах преобладает на территории Буденновского района. Причиной высоких показателей заболеваемости населения в первую очередь является деятельность завода «Вторцветмет», предприятий коксохимической; химической и металлургической промышленности района [1, 2].

Для снижения заболеваемости и распространенности ТМ необходимо разработать систему профилактических мероприятий по снижению риска здоровья населения, которая направлена на оптимизацию управленческих решений, принимаемых органами исполнительной власти. Наиболее перспективными путями является детоксикация почвы, (затрудняется наличием «букета» загрязнителей), усиление контроля за техническим оборудованием, коммуникациями, автоматических систем управления. Для выведения токсинов из организма необходимо как можно чаще употреблять в пищу кисломолочные продукты. Полезны витамины и антиоксиданты. По назначению врача прием лекарственных средств и энтеросорбентов. Внедрение превентивного питания.

Список литературы

- 1 Ластков Д.О. Профилактика неблагоприятного воздействия загрязнения тяжелыми металлами объектов окружающей среды Донбасса / Д.О.Ластков, Д.А.Госман, Я.Б.Талей Аль Каравани и др. // Материалы Международного Форума Научного совета РФ по экологии человека и гигиене окружающей среды. «Экология проблемы современности: выявление и предупреждение неблагоприятного воздействия антропогенно детерминированных факторов и климатических изменений на окружающую среду и здоровье населения». – М., 2017. – С. 266–267.
- 2 Новиков С.М. Актуальные Вопросы методологии и развития доказательной оценки риска здоровья населения при воздействии химических веществ / С.М.Новиков, М.В.Фокин, Т.Н.Унгурияну // Гигиена и санитария. – 2016 – Т.95. – № 8 – С.711–716.
- 3 Ластков Д.О. Тяжелые металлы как загрязнители окружающей среды: оценка риска здоровья населения / Д.О.Ластков, О.В.Гапонова, Д.А.Госман, В.В.Остренко // Архив клинической и экспериментальной медицины. – 2019. – № 2 – С. 8–11.

УДК 612.821

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ КОМПЬЮТЕРНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Пигуз В.Н., Ивашко К.С., Изосимова С.А.

ГУ «Институт проблем искусственного интеллекта», г. Донецк, ДНР
maxpvn77@gmail.com

Психофизиология и физиология человека – науки, тесно взаимосвязанные и органически дополняющие друг друга. Психофизиологическое состояние личности является краеугольным камнем протекания физиологических процессов в организме человека.

В XVII-XVIII вв. было сделано немало открытий в области физиологии, которые впоследствии стали краеугольными камнями и для развития психофизиологии: обоснование принципов рефлекторной деятельности нервной системы человека (Декарт); научное открытие

капилляров (Мальпиги); разработка и систематизация методов измерения величины кровяного давления (Хельс, Коротков); сформулированный еще М.В. Ломоносовым закон сохранения материи; основные правила закона общности процессов горения и газообмена (Лавуазье); открытие «животного электричества», т.е. способности живых тканей к генерации электрического потенциала (Гальвани) [1].

Кроме того, необходимо обратить внимание и на ряд биологических открытий (в частности, в области нейрофизиологии), сыгравших определяющую роль в развитии психофизиологии как науки:

- формирование принципов клеточного строения нервной системы, в основе которой лежит центральное понятие ее основной функциональной единицы – нейрона; биофизические механизмы генерации и проведения нервного импульса. Данными научными направлениями занимались следующие исследователи: Рудольф Вирхов, Чарльз Шеррингтон [2];

- открытие возбуждательного и тормозного механизма действия сигналов между нейронами – синапса, а также роли химических (нейромодуляторных и нейротрансмиттерных) факторов при реализации данного процесса;

- расшифровка процессов кодирования и передачи информации в нервной системе о воздействующих на организм человека факторах внешней и внутренней среды;

- получила научное обоснование ассоциативная деятельность различной степени сложности – от клеточного до системного уровня, что лежит в основе отражательной функции мозга.

В 1832 г. был сформулирован основной психофизиологический закон, суть которого состоит в следующем: «...между параметрами раздражителя и интенсивностью ощущений человека устанавливается четкая количественная зависимость» [3]. Именно Вунд выдвинул в качестве основного метода исследования психофизиологии метод лабораторного эксперимента. Также данным научным направлением исследований психофизиологии занимались такие ученые как: Гальтон, Бине, Спирмен, Кеттел, Штерн, Мюнстерберг.

Психофизиологические качества и состояния проявляются в персональной чувствительности на возникновение потенциальной опасности, скорости и эмоциональности реакций на нее. При этом они напрямую зависят от индивидуальных особенностей личности: например, от состояния нервной системы в данный момент. Например, в состоянии тревожности человек острее реагирует на признаки потенциальной опасности. Однако, чрезмерное напряжение психологических и физических сил, характерное для этого состояния, способствует чрезмерной утомляемости, в результате чего организм человека быстро слабеет и теряет силы.

Сам процесс рабочей деятельности человек воспринимает благодаря наличию у него центральной нервной системы (ЦНС), отвечающей за

внимание, восприятие, общение, ощущения; эмиторов, характеризующихся антропологическими и антропометрическими показателями (голова, руки, ноги, тело); рецепторов, отвечающих за зрение, вкус, обоняние, осязание и проч.; гомеостаза организма человека, т.е. все мы обладаем внутри себя постоянной средой. Например, температура тела регулируется и поддерживается на определенном уровне за счет системы терморегуляции человеческого организма; цикла действий; мозга – главного органа ЦНС. Он отвечает за восприятие и обработку информации. От характера данной информации (правдивая (достоверная) или ложная) зависит процесс антиципации, т.к. информация обрабатывается мозгом практически постоянно [4]. Таким образом, разработка системы без медикаментозного мониторинга ПФС личности, его коррекции и интеллектуально-духовной реабилитации становится одним из основных заданий сферы современных компьютерных технологий.

Определенные шаги в данном направлении уже были сделаны. Одной из первых компьютерных разработок в области мониторинга психофизиологического состояния (ПФС) человека является комплекс «Омега-Медицина», представленный Санкт-Петербургской компанией ООО «Динамика» и обладающий следующими функциями: определение уровня активности и резервов ЦНС, сердечно-сосудистой и вегетативной систем на момент тестирования; контроль основных функций жизнедеятельности пациента; оценка отклонений полученных показателей от нормы; рекомендации по коррекции ПФС, основанные на полученных результатах.

Однако, серьезным недочетом данной системы, приведшим к тому, что от широкого использования ее практически отказались, является невозможность хранения полученных результатов – отсутствует база данных для долговременного хранения. Они выдаются единоразово, сразу после прохождения мониторинга.

Научная разработка компьютерной системы психофизиологического диагностирования, интеллектуально-духовной реабилитации и безмедикаментозной терапии сотрудников Государственного учреждения «Институт проблем искусственного интеллекта». Авторы поставили перед собой задачи разрешить следующие функциональные проблемы: формирование заключения о ПФС тестируемого и сохранение результатов для последующего анализа; классификация результатов по ВУЗу, месту работы; группировка результатов по биологическим показателям: возрасту, полу; возможность малозатратного подключения дополнительного медицинского модуля для добавления тестирующих методик. Таким образом, в системе формируются и активно взаимодействуют три центральных объекта: «Пациент»: содержит данные о ФИО, дате рождения, поле; «Организация»: идентификатор организации (структурной иерархии: отдела, подотдела), идентификатор родителей, «Тесты»: название, дата проведения, данные, полученные в ходе тестирования, заключение [5].

Подобная научная разработка уже проводилась на базе Череповецкого государственного университета. Однако разработка компьютерной системы психофизиологического диагностирования, интеллектуально-духовной реабилитации и безмедикаментозной терапии, которая ведется сотрудниками ГУ ИПИИ является более совершенной системой как в психофизиологическом, так и в компьютерном, функциональном, программном, а также финансовом планах [6].

Список литературы

- 1 Павловская Т.А. Структурное программирование. Практикум / Т.А. Павловская, Ю.А.Щупак. – СПб.: Питер, 2003. – 240 с.
- 2 Microsoft Visual Studio [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://msdn.microsoft.com/ru-ru/vstudio/hh916378.aspx>.
- 3 NeatBeans IDE [Электронный ресурс]. – Режим доступа: studwood.ru/1734193/informatika/testirovanie
- 4 Маклаков А.Г. Общая психология / А.Г. Маклаков. – СПб.: Питер, 2001. – 592 с.
- 5 Экономика предприятия: учебно-методическое пособие / Киселева А.В. и др. – Череповец: ЧГУ, 2001.
- 6 Сальников И.С. Проблемы и перспективы глубокой автоматизации и роботизации компьютерных технологий / И.С.Сальников, С.Б.Иванова, Р.И.Сальников // Международный рецензируемый научно-теоретический журнал «Проблемы искусственного интеллекта». – 2018. – № 1 (8). – С. 33–40.

УДК 616.891.2-009:378

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ КОММУНИКАЦИИ ИСТЕРИЧЕСКИХ ЛИЧНОСТЕЙ В СИСТЕМЕ «ПРЕПОДАВАТЕЛЬ-ОБУЧАЮЩИЙСЯ»

Селедцов А.М. д-р. мед. наук, профессор,
Кирина Ю.Ю. канд. мед. наук, **Коваль А.П.**

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный медицинский университет»,
г. Кемерово, РФ
kemgmu_ps@mail.ru

Вопросы межличностной коммуникации приобретают все большую актуальность в современном обществе. Быстрый темп жизни, необходимость усваивать информацию в большом объеме в короткие промежутки времени, успевать создавать быстрые коммуникативные связи могут приводить к изменениям личностного эмоционального состояния, снижать продуктивность заявленного процесса. Особую значимость приобретают навыки коммуникации в системе «преподаватель-обучающийся». Так, имея знания об особенностях лиц с истерическими чертами или расстройствами, преподаватель может избежать эмоционального негатива

в общении с обучающимися, имеющими данные особенности, и успешнее формировать компетенции.

Распространенность невротических расстройств позволяет предположить наличие лиц с указанными расстройствами, в том числе среди обучающихся в высших учебных заведениях. Одна из форм невроза – истерия, которая проявляется в виде вегетативных, функциональных, и аффективных нарушений. Личности с данным расстройством характеризуются высокой внушаемостью и самовнушаемостью, стремлением к вниманию окружающих и их похвале, отсутствием правды по отношению к окружающим, близким людям и самому себе. Истерические личности стремятся быть оригинальными и выделяться в обществе.

Цели исследования – выявить среди обучающихся в высшем учебном заведении лиц с признаками истерического невроза (истерическими чертами), изучить особенности контакта с этими студентами для формирования межличностной коммуникации в системе «преподаватель-обучающийся» для предотвращения эмоционального негатива преподавателя.

Группу исследования составили 15 человек, обучающиеся в Кемеровском государственном медицинском университете (далее – КемГМУ), студенты 4 курса лечебного факультета. Выборка по гендерному признаку не производилась. Всего в исследовании принимали участие 300 человек. На первом этапе было проведено тестирование Леонгарда-Шмишека на акцентуацию характера для выявления людей с характером демонстративного типа. По результатам исследования было выявлено: 24 человека (8,0 %) с яркой акцентуацией демонстративного типа; 126 обследуемых (42,0 %) со средней степенью выраженности демонстративности; 150 обучающихся (50,0 %) с другими типами акцентуацией. В виде контрольной группы с высокими показателями акцентуации, было произведено тестирование при помощи многоуровневого личностного опросника «Адаптивность». Исследование установило 22 (7,3 %) человека с низким уровнем адаптации и признаками психопатий. У лиц этой группы психическое состояние характеризовалось как пограничное, была высокая вероятность развития нервно-психической патологии. Обследуемые обладали низкой психической устойчивостью, были конфликтны, могли совершать асоциальные поступки, им рекомендована консультация врача-психиатра. В результате осмотра и консультации врача-психиатра симптоматика истерического невроза присутствовала у 15 обследуемых (5,0 %). Дальнейшее клиническое исследование пациентов этой группы в рамках заявленной цели не проводилось.

Среди студентов исследуемой группы в 100,0 % случаев отмечался «синдром отличника», проявляющийся стремлением достигать наивысших результатов и выраженным перфекционизмом при выполнении любого вида деятельности. При указании испытуемому на его ошибку, или не качественно выполненное задание, он показывает реакцию в виде

негативизма, агрессии, дисфории, тревоги у мужчин; астенического синдрома, тоски, излишней плаксивости и дисфории у женщин. При попытке уличить истероида во лжи, большинство проявляли агрессию, отрицание, приводили несущественные доводы. Внешне в этот момент наблюдалась гиперемия кожных покровов на видимых участках тела (лице, ушах и шеи). У части исследуемых вегетативная реакция проявлялась в виде мелких и средних алых пятен на лице, шеи, груди и плечах.

Истерические личности конфликтны и скандальны. При постановке индивидуумов в искусственную конфликтную ситуацию, наблюдалась реакция смешанного аффекта, агрессия. При завершении конфликтной ситуации присутствовала легкая эйфория. Так же для истерической реакции была характерна яркая, эмоционально окрашенная псевдология. Наблюдалась патологическая склонность к вымыслу, преувеличение возможностей, неспособность контролировать свое воображение.

Внешний вид истерической личности яркий. Как правило, они выглядят чисто и опрятно, одеваются броско, но не выходят за грань общепринятых норм общества. Поведение демонстративно, манерно. У женщин заметный макияж.

Таким образом, с целью формирования продуктивной коммуникации, своевременного установления псевдологии и предотвращения конфликта рекомендуется обращать внимание на внешний вид оппонента. В беседе рекомендовано не уличать истерическую личность во лжи прямо. Следует поинтересоваться, кто он, отметить его внешний вид, сделать акцент на парфюм, одежду и т.д. и похвалить. Отказаться от отрицательных оценок его личности, иначе ответной реакцией последует истерика в виде слез, криков, жалоб, возгласов. Не указывать в директивной форме, а дать совет: «Вам бы Я посоветовал...»; «Советую вам ...». Следует обратить внимание на порядок расположения слов в предложении, местоимение «Я» не следует ставить первым, так как для истероида это может служить сигналом о его второстепенной роли в диалоге и ситуации в целом. Для распознавания лжи стоит обратить внимание на речь обучающегося. Ложь характеризуется яркой эмоциональной окраской, наигранностью и признаками стресса. Объект коммуникации быстро согласится на предложенный вариант события, вместо того чтобы фантазировать и выдумывать это самим, таким образом можно услышать противоречия. Попросите рассказать человека историю наоборот или с середины и дойти до начала, что так же может запутать ход выдуманной истории и выявить ложь. В рассказе могут наблюдаться паузы короткие (0,5 сек) и длинные (2 сек).

Знание преподавателя о критериях истерических личностей и особенностях коммуникации с ними, способно минимизировать риск возникновения стрессовой ситуации и формирования негативной эмоции, что повышает качество формируемых компетенций у обучающихся в процессе преподавания дисциплин.

ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ ВОДЫ НА КЛЕТОЧНУЮ СИСТЕМУ ОРГАНИЗМА

Соколова О.В.

ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького»,
г. Донецк, ДНР
olga.vyacheslavna@yandex.ru

«Так как молекулярная структура воды является сущностью всего живого, то человек, который сможет контролировать эту структуру в клеточных системах, перевернет мир» (А. Сент-Дьерди). Различные свойства воды, которые определяют ее структуру, изучаются уже многие годы, такие как диэлектрическая поляризация и релаксация, электропроводность, самодиффузия и т.д. Однако такое свойство как поверхностное натяжение менее изучено, хотя, на наш взгляд, этот параметр наиболее важен для проникновения воды внутрь клетки.

Цель работы состояла в изучении биологической ценности распространенных образцов бутилированной природной и очищенной питьевой воды, влияние ее на функциональное состояние организма.

Ранее в 3-х сериях экспериментов на волонтерах было проведено исследование «действие изменённого питьевого режима на поверхностное натяжение сыворотки крови», где отмечалось, что потребление в течение месяца природной фасованной или свежетапой воды, соответствующей гигиеническим нормативам, приводит у 78 % испытуемых к достоверному улучшению функционального состояния организма, в частности, со стороны адаптивного иммунитета – как клеточного, так и гуморального, повышению работоспособности, а также к снижению поверхностного натяжения сыворотки крови, что свидетельствует о выходе из клеток «отработанной» воды. Следует отметить, что соотношение поверхностного натяжения питьевой воды и сыворотки крови коррелирует ($r=0,75$) с уровнем приобретенного специфического иммунитета [3, 4].

Исходя из полученных результатов, нами было исследовано поверхностное натяжение типичных образцов питьевой воды, потребляемой населением ежедневно. Было отобрано 14 образцов природной воды, из них 10 природной бутилированной воды (негазированная), 1 образец родниковой воды г. Донецк, водопроводная вода и водопроводная вода, пропущенная через фильтр обратного осмоса. Исследования проводились на базе стандартного компьютерного тензиометра MPT2-Launda (Германия). Для определения поверхностного натяжения жидкости (в данном случае, вода) использовался метод максимального давления в пузырьке. Давление, необходимое для отрыва пузырька воздуха от капиллярного кончика, опущенного на границу жидкость-воздух, прямо пропорционально поверхностному натяжению на этой границе.

Исходя из данных исследования, лучшие показатели поверхностного натяжения за 50000с (13 часов 52 мин.) определялись у тех 7 образцов воды, где снижение не превышало 0,1-0,3 mN/m, что определяет силу сцепления между молекулами жидкости и свидетельствует о высокой биологической ценности исследуемой питьевой воды. Изменения площади межфазной поверхности нарушают адсорбционное равновесие и инициируют процессы, которые ведут к восстановлению равновесного состояния системы. Таким восстановительным процессом в данном случае является диффузионный перенос вещества из объема к поверхности капли. Для оценки значимости исходного показателя поверхностного натяжения воды необходимо проведение дополнительных исследований.

Таблица

Поверхностное натяжение исследуемых жидкостей за 50000 с

№ п/п	Наименование жидкостей	σ_1 , mN/m (T = 1000с)	σ , mN/m (T = 50000 с)	$\Delta\sigma$
1	Вода питьевая №1	71.3	71.2	0.1
2	Вода питьевая, №2 глуб.скв.340м	72.0	71.7	0.3
3	Вода родниковая №3	71.7	70.7	1.0
4	Вода талая минеральная питьевая №4	71.2	71.1	0.1
5	Вода горная питьевая №5	71.6	71.4	0.2
6	Вода питьевая природная первой категории №6	71.5	71.4	0.1
7	Вода талая №7	71.3	71.0	0.3
8	Вода питьевая №8	72.0	68.0	4.0
9	Вода питьевая артезианская №9	71.6	70.8	0.8
10	Вода природная №10	71.5	70.7	0.8
11	Вода водопродная №11	72.2	70.2	2.0
12	Вода фильтрованная №12	72.5	72.3	0.2
13	Вода родниковая № 13, г. Донецк	71.6	71.0	0.6

Список литературы

1. Ластков Д.О. Экоотоксикологические аспекты оценки биологической ценности питьевой воды / Д.О.Ластков // Актуальные проблемы транспортной медицины: окружающая среда; профессиональное здоровье; патология (Украина). – 2011. – №2(24). – С. 32–39.
2. Ластков Д.О. Структурированная вода и особенности ее биологического действия (обзор) / Д.О.Ластков // Вода и водоочистные технологии. – 2009. – №1-2 (31-32). – С. 23–26.
3. Ластков Д.О. Питьевое водоснабжение горнорабочих с учетом природно-климатических особенностей угольных шахт / Д.О.Ластков, А.А.Болотов, О.В.Соколова // Материалы III Международного Форума Научного совета Российской Федерации по экологии человека и гигиене окружающей среды 13-14 декабря 2018г. «Современные проблемы оценки, прогноза и управления экологическими рисками здоровью населения и окружающей среды, пути их рационального решения». – М., 2018. – С. 199–202.
4. Ю.Г.Выхованец Ю.Г. Диагностика функциональных состояний человека / Ю.Г.Выхованец, С.М.Тетюра, А.Н.Черняк и др. – Донецк (ДНР), 2017. – 227 с.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДЛИТЕЛЬНОГО ВВЕДЕНИЯ АРГИНИНА НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СКЕЛЕТНОЙ МЫШЦЫ В МОДЕЛЬНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАХ НА ЖИВОТНЫХ

Труш В.В., канд. мед. наук, доцент,

Попов В.Ф., канд. биол. наук, доцент, **Труш В.И.**

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

ver.trush@yandex.ru

В последнее время появляются сведения относительно важной роли системы «аргинин – оксид азота» в регуляции тканевого метаболизма [1], биосинтеза цитоскелетных и сократительных белков [2-5], поддержании оптимального баланса прооксидантных и антиоксидантных процессов [6-8], что указывает на ее значимость в регуляции метаболических процессов в норме и патологии. В частности известно, что без нормального клеточного метаболизма NO невозможно поддержание оптимального состояния здоровья организма и его адаптация к различным факторам среды, в том числе к физическим нагрузкам [9, 10].

Экспериментально доказана способность аргинина повышать мышечный кровоток [11] и толерантность к физической нагрузке [12], стимулировать ангиогенез в ишемизированных скелетных мышцах [13], усиливать энергетический обмен в мышечных волокнах, регулировать содержание глюкозы в крови во время выполнения мышечных нагрузок и уменьшать молочнокислый ацидоз [14], ослаблять окислительную модификацию мышечных белков [15], понижать активность лизосомальных ферментов и стабилизировать мембраны лизосом в мышечных волокнах [2], понижать активность кальцийзависимых протеаз кальпаинов и тем самым защищать скелетные мышечные волокна от дистрофических изменений [16], замедлять атрофию скелетных мышц в условиях ее разгрузки вследствие предотвращения ослабления экспрессии миозина I типа [3]. Наконец, рядом исследователей [16] доказано участие системы «аргинин – оксид азота» в регуляции функциональных отпавлений 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 [5], что, вероятнее всего, связано с принципиально разными эффектами низких и высоких доз аргинина и соответственно NO. Так, рядом авторов установлено, что влияние NO на отдельные процессы в различных тканях неоднозначно и разнонаправлено [9], а его эффекты зависят от концентрации в клетках, наличия кислорода, метаболитов оксидантного стресса и антиоксидантов, которые могут изменять его количество, сигнальную функцию и физиологическую активность [9].

Определенную роль в характере влияния аргинина на скелетную мускулатуру, по всей видимости, играет и длительность его применения, а также исходное функциональное состояние скелетных мышц.

Целью настоящей работы явилось изучение эффектов длительно вводимого аргинина на функциональное состояние скелетной мышцы смешанного типа с преобладанием быстрых волокон (передней большеберцовой).

Исследования проводились на 40 половозрелых молодых (4-5-месячных) крысах-самках, первоначально разделенных на 2 группы: контрольную (n=10, К-группа) и опытную (n=30), подвергавшуюся ежедневному парентеральному введению аргинина (торговая марка «Кардиоаргинин», «Здоровье», Украина) в дозе, адекватной терапевтической для человека – 100 мг/кг (подкожно), на протяжении 10 (10Арг-группа), 30 (30Арг-группа) и 60 (60Арг-группа) дней.

По окончании сроков введения аргинина на наркотизированных животных (тиопентал натрия, 100 мг/кг, внутривенно) проводили острый опыт, в ходе которого изучали электрофизиологические и эргометрические параметры передней большеберцовой мышцы до и после выполнения утомляющей работы. Полученные экспериментальные данные обрабатывали с использованием t-критерия Стьюдента, предварительно убедившись в том, что распределение значений в исследуемых вариационных рядах близко к нормальному (W-тест Шапиро-Уилка, Statistica, 7.0).

Спустя уже 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. В пользу более высокой устойчивости мышцы крыс Арг-групп к утомлению свидетельствуют отсутствие типичных для контроля снижения амплитуды М-ответов и увеличение их длительности, а также уменьшения количества активируемых двигательных единиц мышцы и амплитуды одиночных сокращений после выполнения утомляющей работы.

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.

Полученные в модельных экспериментах на животных в условиях *in situ* данные свидетельствуют о способности аргинина в дозе, адекватной терапевтической для человека (100 мг/кг), улучшать функциональные параметры скелетной мышцы.

Список литературы

1. Алмакаева Л.Г. Аргинин и его применение в медицине и фармации / Л.Г.Алмакаева, Е.В.Литвинова // Ліки України. – 2011. – Т. 5, №1. – С. 23–26.
2. Ильичева А.С. 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.
3. Ломоносова Ю.Н. Защитное действие L-аргинина на белки m. soleus при функциональной разгрузке мышцы / Ю.Н.Ломоносова, Г.Р.Каламкаров, А.Е.Бугрова // Биохимия. – 2011. – Т. 76, вып. 5. – С. 701–712.
4. Bryan N.S. Discovery of the nitric oxide signaling pathway and targets for drug development / N.S. Bryan, K. Bian, F.Murad // Frontiers in Bioscience. – 2009. – Vol. 14. – P. 1–18.
5. Evangelista A.M. 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. doi: 10.1371/journal.pone.0011209.
6. Степанов Ю.М. Аргинин в медицинской практике (обзор литературы) / Ю.М.Степанов, И.Н. Кононов, А.И. Журбина // Сучасна гастроентерологія. – 2005. – № 4. – С. 121–127.
7. Perticone F. Prognostic significance of endothelial dysfunction in hypertensive patients / F. Perticone, R. Ceravolo, A. Pujla // Circulation. – 2001. – Vol. 104, №2. – P. 191–196.
8. West S.G. Oral L-arginine improves hemodynamic responses to stress and reduces plasma-homocysteine in hypercholesterolemic men / S.G. West, A. Likos-Krick, P. Brown // Journal of Nutrition. – 2005. – Vol. 135, №2. – С. 212–217.
9. Малахов В.А. Проблема оксида азота в неврологии / В.А.Малахов, А.Н.Завгородняя, В.С.Лычко. – Сумы: СумГПУ им. А.С.Макаренко, 2009. – 242 с.
10. Tschakovsky M.E. Nitric oxide and muscle blood flow in exercise / M.E. Tschakovsky, M.J. Joyner // Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism. – 2008. – Vol. 33, №1. – P. 151–160.
11. 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.
12. Смуглов Е.П. Клинические аспекты использования L-аргинина в комплексной терапии стабильной ИБС / Е.П.Смуглов., Н.С.Кузнецов, Н.А.Шадчнева // Крымский журнал экспериментальной и клинической медицины. – 2015. – Т. 5, №2 (18). – С.60–64.
13. Маль Г.С. 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.
14. 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.
15. 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.

16. 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.

УДК 591.182:615.356:57.084

ЭФФЕКТЫ ДЛИТЕЛЬНО ВВОДИМОЙ α -ЛИПОВОЙ КИСЛОТЫ НА НЕРВНО-МЫШЕЧНЫЙ АППАРАТ В МОДЕЛЬНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАХ НА ЖИВОТНЫХ

Труш В.В.¹, канд. мед. наук, доцент,
Соболев В.И.², д-р биол. наук, профессор

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

²Гуманитарно-педагогическая академия (филиал) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», г. Ялта, РФ

e-mail: ver.trush@yandex.ru

В последние десятилетия в клинической и спортивной медицине возрос интерес к метаболитным препаратам, способным не только корректировать обменные нарушения в организме, но и облегчать течение ряда патологических процессов, замедлять развитие нейродегенеративных заболеваний, а также повышать функциональные возможности скелетных мышц (СМ) и их устойчивость к физическим нагрузкам. Одним из таких препаратов является α -липоевая кислота (α -ЛК), обладающая широким спектром действия.

В ряде наблюдений на людях и модельных экспериментах на животных показана эффективность α -ЛК в предотвращении мышечных патологий, вызванных различными факторами, в том числе метаболическими миопатиями [1], 3-недельной разгрузкой задних конечностей [2], сахарным диабетом II типа [3], ишемическим повреждением [4], старением [5]. Установлена эффективность α -ЛК в защите мышечных волокон (МВ) от повреждений, вызванных тяжелыми физическими нагрузками, путем ослабления окислительного стресса [7], повышении устойчивости СМ к истощающим физическим нагрузкам, в том числе в результате меньшей степени накопления активных форм кислорода и менее выраженного ацидоза после их выполнения [8].

Вместе с тем, не все специалисты признают способность α -ЛК оказывать позитивное влияние на организм и улучшать функциональные параметры скелетной мускулатуры. Так, некоторые авторы [9] свидетельствуют в пользу ослабления под действием α -ЛК активности пути mTOR/p70S6 в МВ, что предопределяет ослабление синтеза белка в них. В исследованиях Strobel N.A. и соавт. [10], выполненных *in vivo*, показано, что прием антиоксидантов (α -ЛК и витамина Е) приводил к

снижению экспрессии PGC-1 α , цитохром-с-оксидазы IV и активности цитрат-синтазы как у нетренированных, так и у тренированных животных, что свидетельствует в пользу подавления биогенеза митохондрий в СМ независимо от состояния тренировки.

Кроме того, в литературе высказывается мнение о двойственном действии α -ЛК на оксидативный стресс, что ставит под сомнение безопасность ее применения [11]. И, в частности, в исследованиях Kim J.I. и соавт. [12] получен факт гибели клеток вследствие повышения концентрации активных форм кислорода в них под действием α -ЛК, что дает авторам основание рассматривать α -ЛК в качестве возможного средства противоопухолевой защиты. Согласно мнению некоторых авторов позитивные эффекты α -ЛК на различные ткани организма проявляются только при определенных патологиях и состояниях, в том числе обуславливающих нарушение антиоксидантного статуса клеток, и фактически не выражены в норме [13-15].

В связи с противоречивыми данными относительно эффектов α -ЛК на мышечную систему представляет интерес выяснить характер влияния длительного ее введения на функциональное состояние нервно-мышечного аппарата. В связи с этим *целью настоящей работы* явилось изучение в экспериментах на животных функциональных параметров СМ смешанного типа с преобладанием гликолитических волокон (*m. tibialis anterior*), составляющей большинство в мышечном аппарате млекопитающих, в динамике введения α -ЛК в умеренной фармакологической дозе (35 мг/кг) на протяжении от 10 до 60 дней.

Эксперименты проводились на половозрелых крысах-самках 4-5-ти месячного возраста, первоначально разделенных на 2 группы: контрольную (n=10, К-группа) и опытную (n=30, α -ЛК-группа), животные которой получали α -липовую кислоту («Берлитион 600», BERLIN-CHEMIE, Германия) в дозе 35 мг/кг (ежесуточно, подкожно) на протяжении 10, 30 и 60 дней. Таким образом, опытная группа была в последующем разделена на 3 подгруппы (n=10 в каждой), каждая из которых получила разное количество инъекций α -ЛК: 10 (10 α -ЛК-группа), 30 (30 α -ЛК-группа) и 60 (60 α -ЛК-группа).

По окончании сроков введения α -ЛК на наркотизированных животных (тиопентал натрия, 100 мг/кг, внутривенно) проводили острый опыт, в ходе которого с помощью методов стимуляционной электромиографии и миографии изучали электрофизиологические и сократительные параметры передней большеберцовой мышцы до и после выполнения утомляющей работы в условиях вызванного возбуждения и сокращения мышцы, которые индуцировали путем раздражения сверхпороговым электрическим током малоберцового нерва. Полученные экспериментальные данные обрабатывали с использованием t-критерия Стьюдента, предварительно убедившись в том, что распределение значений в

исследуемых вариационных рядах близко к нормальному (W-тест Шапиро-Уилка, Statistica, 7.0).

Введение α -ЛК в животный организм привело к увеличению амплитуды М-ответов мышцы (на 135-130 % у животных 10 α -ЛК – 60 α -ЛК-групп в сравнении с контролем, $p<0,05$) без значимого изменения их длительности. Кроме того, спустя 30-60 дней введения α -ЛК наблюдалось значимое в сравнении с контролем ($p<0,05$) увеличение количества активируемых двигательных единиц (на 78-109 %) и массы мышцы (на 10-18 %). Эти факты косвенно свидетельствуют в пользу возможных улучшения синхронизации возбуждения в мышце, увеличения амплитуды потенциала действия мышечных волокон и их гипертрофии.

α -ЛК позитивно отразилась на сократительной функции передней большеберцовой мышцы, на что указывают увеличение в сравнении с контролем ($p<0,05$) скорости расслабления при одиночном сокращении (на 23-34 % в 10 α -ЛК – 60 α -ЛК-группах), амплитуды одиночных сокращений (на 24-29% в 30 α -ЛК – 60 α -ЛК-группах) и скорости тетанического сокращения (на 204-379 % в 10 α -ЛК – 60 α -ЛК-группах). Длительное введение α -ЛК в животный организм обусловило удлинение в сравнении с контролем ($p<0,05$) периода максимальной (на 50-101 % у животных 30 α -ЛК – 60 α -ЛК-групп) и субмаксимальной (на 53% у особей 60 α -ЛК-группы) работоспособности мышцы.

α -ЛК предопределила более высокую в сравнении с контролем устойчивость мышцы к утомлению и большую скорость ее восстановления после утомления. В пользу этого свидетельствуют отсутствие у животных всех α -ЛК-групп значимого уменьшения амплитуды одиночных сокращений и количества активируемых двигательных единиц мышцы после утомляющей работы, типичное для К-особей, на фоне более существенного в сравнении с контролем ($p<0,05$) удлинения М-ответов, а также меньшая в сравнении с контролем ($p<0,05$) степень снижения скорости укорочения и расслабления одиночных сокращений после утомляющей работы у крыс 30 α -ЛК- и 60 α -ЛК-групп.

Полученные в модельных экспериментах на животных данные подтверждают позитивное влияние α -ЛК на мышечный аппарат, в том числе на работоспособность скелетной мышцы и ее устойчивость к утомлению, а также скорость восстановления после утомляющей работы, что позволяет рассматривать α -ЛК как одно из средств для повышения функциональных возможностей скелетной мускулатуры.

Список литературы

- 1 Vishwanath S. Metabolic myopathy presenting with polyarteritis nodosa: a case report / S. Vishwanath, M. Abdullah, A. Elbalkhi et al // J. Med. Case Rep. – 2011. – V. 5, №1. – P.262.

- 2 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. – V. 69. – P. 116-128.
- 3 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. – V. 15, №1. – P. 66.
- 4 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. – V. 22, №6. – P. 509-515.
- 5 Favero G. et al. A comparison of melatonin and α -lipoic acid in the induction of antioxidant defences in L6 rat skeletal muscle cells / G. Favero, L.F. Rodella, L. Nardo, L. Giugno, M.A. Cocchi, E. Borsani, R.J. Reiter, R. Rezzani // *Age (Dordr)*. – 2015. – V.37, № 4. – P. 9824-9828.
- 6 Zembron-Lacny A. et al. Assessment of the antioxidant effectiveness of alpha-lipoic acid in healthy men exposed to muscle-damaging exercise / A. Zembron-Lacny, M. Slowinska-Lisowsk, Z. Szygula, K. Witkowski, T. Stefaniak, W. Dziubek // *J.Physiol. Pharmacol.* – 2009. – V. 60, № 2. – P. 139-143.
- 7 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. – V. 22, №6. – P. 764-775.
- 8 Wang Y. et al. alpha-Lipoic acid increases energy expenditure by enhancing adenosine monophosphate-activated protein kinase-peroxisome proliferator-activated receptor-gamma coactivator-1alpha signaling in the skeletal muscle of aged mice / Y. Wan, X. Li, Y. Guo, L. Chan, X. Guan // *Metabolism.* – 2010. – V. 59, №7. – P. 967-976.
- 9 Strobel N.A. et al. Antioxidant supplementation reduces skeletal muscle mitochondrial biogenesis / N.A. Strobel, J.M. Peake, A. Matsumoto, S.A. Marsh, J.S. Coombes, G.D. Wadley // *Med. Sci. Sports Exerc.* – 2011. – V. 43, №6. – P. 1017-1024.
- 10 Cakatay U. Pro-oxidant actions of alpha-lipoic acid and dihydrolipoic acid / U. Cakatay // *Med. Hypotheses.* – 2006. – V. 66, №1. – P. 110-117.
- 11 Kim J.I. et al. Induction of ER stress-mediated apoptosis by α -lipoic acid in A549 cell lines / J.I. Kim, S.R. Cho, C.M. Lee, E.S. Park, K.N. Kim, H.C. Kim, H.Y. Lee // *Korean J. Thorac. Cardiovasc.* – 2012. – V. 45, №1. – P. 1-10.
- 12 Saengsirisuwan V. et al. Effects of exercise training and antioxidant R-ALA on glucose transport in insulin-sensitive rat skeletal muscle / V. Saengsirisuwan, F.R. Perez, T.R. Kinnick, E.J. Henrikse // *J. Appl. Physiol.* – 2002. – V. 92, №1. – P. 50-58.
- 13 Rossman M.J. et al. Oxidative stress and COPD: the effect of oral antioxidants on skeletal muscle fatigue / M.J. Rossman, H.J. Groot, V. Reese, J. Zhao, M. Amann, R.S. Richardson // *Med. Sci. Sports Exerc.* – 2013. – V. 45, №7. – P. 1235-1243.
- 14 Wray D.W. et al. Antioxidants and aging: NMR-based evidence of improved skeletal muscle perfusion and energetics / D.W. Wray, S.K. Nishiyama, A. Monnet, C. Wary, S.S. Duteil, P.G. Carlier, R.S. Richardson // *Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol.* – 2009. – V. 297, №5. – P. H1870-H1875.

СВЕРХЭФФЕКТИВНЫЙ ЛИПОЛИЗ В АЭРОБНЫХ УСЛОВИЯХ

Храповицкий К.Д., Мозговой И.С., Доценко А.К.

ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького»,
г. Донецк, ДНР
garycutmeat@gmail.com

На данный момент составлены чёткие требования к ведению здоровой жизни. Основным нововведением ВОЗ за последнее время является разработка и следование критериям ИМТ. Индекс массы тела – это величина, которая позволяет оценить соответствие массы тела к его росту. Ожирение – одна из причин существенного снижения качества и продолжительности жизни. При обладании избыточной массы человек попадает в группу риска по многим заболеваниям, развитие которых лишь вопрос времени. Жировая ткань не несет практически никакой пользы в мужском организме, а может наоборот быть причиной гормонального дисбаланса с синтезом эстрогенов. В женском организме необходимо оптимальное количество жировой ткани, которое тоже строго минимальное. Кроме жизненных показателей есть и эстетические, которое бурно захватывают умы пациентов.

Цель исследования – разработка эффективных методов липолиза с вычислением кардиозон.

Материал и методы. Проведение экстенсивных тренировок, как способ эффективного липолиза.

Активно разрабатываются показатели жировой массы в процентном соотношении, чему способствуют появление биоэлектрических весов типа TanitaInerscan. Большинство программ по снижению количества жировой ткани научно не обоснованы, диеты же вызывают нарушение грелин-лептиновой системы, что только усугубляет ситуацию. Таким образом, необходимо следовать рекомендациям ВОЗ по проценту содержания жировой ткани и разработать программу и тесты по успешной элиминации избыточных жировых отложений. Основной особенностью липолиза является возможность катаболизма, исключительно в присутствии большого количества кислорода, но при достаточном его количестве и низкой интенсивности занятия, процесс будет протекать не эффективно. Разработка метода тестирования в совокупности с контролем процесса жиросжигания смогла бы решить данную проблему [1].

Исходя из физиологических особенностей липолиза, становится ясно, что необходимо поддерживать интенсивность занятий в условиях пороговой насыщаемости организма кислородом. При превышении данного порога будет идти процесс гликолиза, что выключает липолиз. Необходимо иметь систему нахождения зон экстенсивной пульсовой

нагрузки, в которые балансируют над кислородообеспечением и физической нагрузкой. Для определения таких зон проводится ступенчатый тест с использованием кардиодатчиков и мощностномеров. После проводится корреляция пульса и мощности и расчет пульсовых зон. Выносятся рекомендации по введению тренировочного процесса после замера процента жировой ткани по методу биопотенциалов Tanita. Тренировка в зоне экстенсивной мощности направлена на целенаправленное элиминирование жировой ткани путем нахождения момента максимального использования кислорода и длительности тренировок. Максимально эффективны тренировки при длительности от 3 часов в данной зоне, что и было обнаружено в ходе исследования. Вдобавок можно рассчитывать потраченные калории через пульс посредством мобильных приложений либо компьютера [2].

Разработка программ по осуществлению эффективного липолиза является одной из основных средств предупреждений заболеваний. Снижение процента жировой ткани в организме в циклических видах спорта ведет как к косметическим улучшениям, улучшениям общего состояния, так и к улучшению функциональных показателей, удельной мощности (отношения мощности к весу). Экстенсивные тренировки проявили себя более эффективными, чем тренировки высокоинтенсивные. Таким образом, можно вести комфортный образ жизни и соблюдать энергетический баланс путем точного счета калорий и стимуляции липолитических процессов.

Список литературы

1. Филимонов В.И. Руководство по общей и клинической физиологии / В.И.Филимонов. – М.: МИА. – 2002. – 143 с.
2. Шмидт Р.В. Физиология человека. 3 том / Р.В. Шмидт // Под редакцией Р. Шмидта и Г. Тевса. – М.: Мир. – 1996. – 57 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Аналитическая химия

<i>Абрамян М.К., Кучменко Т.А.</i> Микровзвешивание биологически активных веществ петрушки обыкновенной	5
<i>Безушко В.В., Пивоварова А.С., Алемасова А.С., Сергеева А.С.</i> Химический модификатор на основе композита NiO–SiO ₂ при ЭТААС определении кадмия в суспензиях	6
<i>Бондарева Л.П., Ткач Е.Н., Прушинская А.Г., Чесноков А.И.</i> Применение сорбционных патронов для мониторинга природных вод.....	9
<i>Веселова Е.В.</i> Влияние флорасулама и сульфата меди(II) на концентрацию формаза на в растворе.....	12
<i>Грибоедова И.А., Кучменко Т.А.</i> «DRY-WIGHT» для экспрессной оценки нелетучих соединений в различных по природе объектах	14
<i>Доровская Е.С., Кучменко Д.А., Кучменко Т.А.</i> Применение электронного носа для контроля метаболизма у детей с ожирением.....	17
<i>Копеев А.Ю., Кучменко Т.А.</i> Интенсификация научных исследований путем разработки моделируемых таблиц	19
<i>Кочетова Ж.Ю., Внукова С.В., Григорьев Д.С., Калинин Н.С.</i> Применение беспилотных летательных аппаратов для дистанционного мониторинга загрязнения почв	20
<i>Кулаков В.Н., Шадрин А.В.</i> Метод инверсионной вольтаперометрии как способ определения кобальта в растворе цианокобаламина.....	23
<i>Кучменко Д.А., Кучменко Т.А., Шуба А.А.</i> Новый метод оценки состояния органов по запаху зон Захарьина-Геда.....	25
<i>Кучменко Д.А., Новикова Л.Б., Кучменко Т.А.</i> Применение систем искусственного обоняния для оценки состояния человека по запаху кожи.....	26
<i>Кучменко Т.А., Умарханов Р.У.</i> Новые решения в области точечной экологической экспертизы жилья.....	27
<i>Кучменко Т.А., Шуба А.А., Умарханов Р.У.</i> «Электронный нос» на высоко чувствительных пьезовесах для анализа биопроб различной природы	30
<i>Кучменко Т.А., Шуба А.А., Умарханов Р.У., Черницкий А.Е.</i> Вторичный информативный аналитический сигнал системы искусственного обоняния при анализе биопроб	31
<i>Лозинский Н.С.</i> Достоверность результатов определения содержания серы в бензине методом энергодисперсионной рентгенофлуоресцентной спектроскопии в присутствии монометиланилина	33
<i>Никулина А.В., Аркадьева А.В.</i> Применение метода пьезокварцевого микровзвешивания для определения сахарозы в меде.....	36
<i>Никулина А.В., Тимохина В.В.</i> Ферментативно-сенсориметрический метод идентификации масла в творожной массе.....	37
<i>Ожигина Н.П., Щетина Н.Д.</i> Определение глифосата и имидаклоприда методом тонкослойной хроматографии с цветометрическим детектированием	38
<i>Рокун А.Н.</i> Разработка методик определения антидетонационных присадок в бензинах	41

Рокун А.Н., Степкина Д.И., Иванов С.А. Разработка методики экстракционно-фотометрического определения N-метиланилина в бензине	43
Трушников П.А., Шадрин А.В. Исследование состава и свойства веществ культуральной жидкости почвенной цианобактерии <i>Nostoc paludosum</i>	46
Харланова А.Г., Кучменко Т.А. Применение сфер из полиакриламида для определения жёсткости воды в быту	48
Шевченко О.Н., Малинина З.З., Новичков А.Ю. Экономические и экологические аспекты технологии бетонов	49
Щепина Н.Д., Рокун А.Н., Алемасова А.С., Мыслик И.В. Атомно-абсорбционное определение содержания железа в микроудобрениях на основе его комплексоната.....	52

Биохимия и органическая химия

Абрамянц М.Г., Ломов Д.А., Запорожец О.О., Пехтерева Т.М. Альтернативный синтез алкалоидов гувацина и байкиаина	56
Бахтин С.Г. Исследование нуклеофильно-электрофильных взаимодействий в системах «оксиран – протонодонор – третичный амин» методами ЯМР ¹ H и ЯМР ¹³ C спектроскопии.....	58
Баранова О.В., Дорошкевич В.С., Бутко О.И., Рябцева М.А. Прогнозирование каталитической активности ониевых солей в межфазно-каталитических реакциях аминолиза активированных эфиров аминокислот.....	59
Бондарева А.С., Пятаченко А.С., Дорошкевич В.С. Выделение протеинов из коровьего молока и яичного белка, как возможность для проведения аллергических тестов	61
Ереско А.Б., Муратов А.В., Войташ А.А., Филимонов Д.А., Федорова А.А., Трубникова Н.Н. 4-[4-(2-аминоэтокси)бензил]анилин: синтез и биологическая активность	62
Ищенко А.В., Сибирцева И.А. Влияние различных факторов на процесс гумификации растительного сырья	64
Калач И.Е., Кравченко Е.М., Одарюк И.Д. Поиск пероксидаз и оксидаз в биоматериале с помощью метода хемилюминесценции	66
Катанаева Ю.А., Соколов С.А., Хомутова Е.В. Экстракция каротиноидов из растительного сырья субкритической водой	68
Мещерякова О.Л., Борисова Э.А., Шуваева Г.П., Свиридова Т.В. Получение низкомолекулярной фракции фукоидана	70
Проконова А.В., Кравченко Е.М., Одарюк И.Д. Окисление аминифенолов в присутствии лакказы <i>Trametes versicolor</i>	72
Прокопьева Т.М., Зубарева Т.М., Белоусова И.А., Панченко Б.В., Гайдаш Т.С., Разумова Н.Г., Михайлов В.А. Димерные катионные ПАВ – основа высокоэффективных организованных систем для разложения ФОС	74
Синельникова М.А., Скрыпник А.А. Каталитический ацидолиз эпихлоргидрина бензойными кислотами в присутствии солей тетраэтиламмония	77
Старицкий А.Ю., Нестерова Л.Ю., Кузьмина Ю.В. Изменения биохимических показателей сыворотки крови мелкого рогатого скота при алиментарном токсическом поражении печени.....	79
Туровская М.К., Прокопьева Т.М., Михайлов В.А. Дигалогенгалогенаты органо-комплексов – высокоэффективные системы для разложения ФОС	81

Тюрина Т.Г., Завязкина Т.И., Крюк Т.В., Романенко Н.А. Влияние механообработки на свойства гидрогелей на основе поливинилового спирта и поливинилпирролидона.....	84
Тюрина Т.Г., Крюк Т.В., Лаврова А.И., Кудрявцева Т.А. Амидирование янтарного ангидрида производными <i>n</i> -аминобензойной кислоты механохимическим способом	86
Харанеко А.О., Харанеко О.И. Синтез 2-метил-7-фенил-5,8-дигидро-4 <i>H</i> -пиразоло[5,1- <i>d</i>][1,2,5]триазепин-4-она	88
Хилько С.Л., Рогатко М.И., Семенова Р.Г., Макарова Р.А., Невечеря О.И., Хилько А.С. Механохимический синтез аминопроизводных гуминовых кислот и их потенциометрические характеристики	91

Неорганическая химия

Аврамова А., Селикова Н.И., Пасечник Л.В., Чебышев К.А. Золь-гель синтез ионных проводников на основе молибдата неодима $\text{Nd}_5\text{Mo}_3\text{O}_{16+\Delta}$	94
Березинская Л.И., Яблочкова Н.В. Определение области гомогенности в системе $\text{Pb}_{7-x}\text{Pr}_x\text{Ca}_3(\text{SiO}_4)_2(\text{VO}_4)_4\text{O}_{x/2}$	95
Верескун А., Чебышев К.А., Селикова Н.И., Пасечник Л.В. Изоморфное замещение неодима кальцием во флюоритоподобном соединении $\text{Nd}_5\text{Mo}_3\text{O}_{16+\delta}$	96
Голубович В.С., Жегайло А.О., Игнатов А.В. Изучение изоморфных замещений свинца на стронций и барий в структуре $\text{Pb}_8\text{Rb}_2(\text{PO}_4)_6$	97
Гридина А.А., Дидоренко Е.Г., Игнатов А.В. Замещение свинца европием в структуре $\text{Pb}_7\text{Ca}_3(\text{SiO}_4)_2(\text{VO}_4)_4$	98
Кретьева Е.А., Чельшева А.А., Пойманова Е.Ю., Белоусова Е.Е. Синтез изополивольфраматов некоторых РЗЭ в водных растворах.....	99
Ложкина Е.А., Белоусова Е.Е. Особенности синтеза изополивольфраматов индия .	101
Мороз Я.А., Савоськин М.В. Каталитические свойства продуктов термолитиза гетерополивольфраматов железа, кобальта и никеля в реакциях окисления	102
Прудченко А.П., Савоськин М.В., Хрипунов С.В., Протасевич Ю.С., Полякова О.Ю. Исследование эффективности действия мягких окислительных агентов в процессах очистки углеродных наноматериалов	105
Прудченко А.П., Савоськин М.В., Хрипунов С.В., Протасевич Ю.С., Полякова О.Ю. Темплатный синтез металлоксидных катализаторов и углеродных нанотрубок.....	107
Прудченко А.П., Хрипунов С.В., Савоськин М.В., Протасевич Ю.С., Полякова О.Ю., Глазунова В.А., Волкова Г.К., Бурховецкий В.В. Спонтанная ассоциация углеродных наночастиц при их выделении из продуктов CVD-процесса на карбонате кальция	110
Сидун М.С., Жегайло А.О. Синтез комплексных удобрений – стимуляторов роста лекарственных растений (фиалки трехцветной) на основе гидроксиапатита кальция	113
Хранилов Ю.П., Лобанова Л.Л. Использование окислителей для очистки никельсодержащих стоков.....	116
Чебышев К.А., Селикова Н.И., Новик Т.А., Пасечник Л.В. Флюоритоподобные молибдаты лантана-самария	119

Физическая химия

Александров В.Д., Фролова С.А., Зозуля А.П. Коагуляционный механизм взрывной кристаллизации.....	120
Алемасова Н.В., Савоськин М.В., Прокофьева Л.А., Кравченко В.В., Сухова С.Р., Бурховецкий В.В., Волкова Г.К. Модифицирование частично восстановленного оксида графита соединениями железа.....	122
Белая Н.И., Белый А.В. Продукты радикального окисления природных фенол-карбоновых кислот.....	125
Давыдова А.А., Ракша Е.В., Берестнева Ю.В., Осколкова О.Н., Гнатовская В.В., Сухов П.В., Волкова Г.К., Вдовиченко А.Н., Савоськин М.В. Структурная реорганизация и стабилизация нитрата графита при образовании его соединений соинтеркалирования.....	127
Карманова О.В., Калмыков В.В., Воротягин А.Ю., Казакова А.С. Влияние растительных масел на свойства ПВХ-композиций.....	130
Купич В.А., Бутузова Л.Ф. Анализ изменения сырьевой базы коксования на коксохимических заводах Донбасса.....	132
Linnik D.S., Arzumanyan G.M., Korsun A.A., Kahramon M.Z., Vorob'eva M.Yu., Glazunova V.A., Jevremoć A. Synthesis of NaYF ₄ :Yb,Er@SiO ₂ core-shell nanoparticles decorated by Ag nanoparticles and methylene blue dye for multimodal bio-imaging.....	135
Linnik D.S., Mikhal'chuk V.M., Islamov A.Kh., Doroshkevich A.S., Turchenko V.A., Nabiyeu A.A. Investigating features of structural organization of gel-polymer electrolytes based on cross-linked epoxy-amine matrix by sans and XRD methods.....	137
Lyga R.I., Mikhal'chuk V.M., Linnik D.S., Sayfutdinova M.V. Sol-gel epoxy-oxide composites of amine curing: obtaining and properties.....	140
Любимова А.К., Безбожная Т.В., Лобачев В.Л. Активация пероксида водорода ацетонитрилом в реакциях окисления тиоэфиров. Кинетика и механизм реакций.....	142
Мастюкова Т.В., Селезнева К.Д. Влияние ионной силы на мицеллообразование бинарных смесей коллоидных ПАВ.....	145
Несговорова В.О., Лыга Р.И., Михальчук В.М., Сайфутдинова М.В. Эпоксидные композиты аминного отверждения, наполненные терморасширенным графитом и углеродными нанотрубками.....	147
Осипов А.М., Грищук С.В., Бойко З.В. Распределение серы по продуктам гидрооживления сернистых бурого и длиннопламенных углей.....	148
Туровский Н.А., Башкова М.В. ИК-спектроскопия трет-бутилпероксиацетата.....	151
Шевченко О.Н., Сохина С.И. Использование побочных продуктов переработки углей и нефти в противокоррозионные композиционные материалы.....	154

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Биофизика

Беспалова С.В., Романчук С.М., Чуфицкий С.В., Горбунов Р.И. Воздействие полигонов твердых бытовых отходов на состояние поверхностных вод.....	156
Беспалова С.В., Легенький Ю.А., Павлов В.Н. Метод определения интегральной магнитной восприимчивости магнитных клеток.....	158

Горецкий О.С., Бондаревский-Колотий В.А. Оценка соблюдения нормативных требований радиационной защиты персонала медицинских учреждений.....	161
Гребнева Е.А. Образование мишенных задерживающихся мутаций замены оснований при склонном к ошибкам или SOS синтезе ДНК, содержащей канонические цис-син циклобутановые цитозиновые димеры.....	164
Губарев А.А., Перебейнос В.В., Готин Б.А. Моделирование изменения формы кривой переменной флуоресценции под действием токсиканта.....	167
Калаев В.Н., Корниенко В.О. Механическая устойчивость древесных растений в городской среде	169
Капиуков Р.А., Ткаченко Д.С., Симонова Е.О. Магнитные и электронно-микроскопические исследования магнитных наночастиц Fe ₃ O ₄ с альбуминовым покрытием.....	171
Кольченко О.Р. Обзор современного состояния исследований влияния электромагнитных полей низких частот на жизнеспособность и метаболизм клеток..	174
Корниенко В.О., Дощечкина Э.А. Оценка жизнеспособности древесных растений, произрастающих вдоль автомагистралей г. Донецка.....	177
Куприч О.Н., Чуфицкий С.В. Индикация изменений состояния фитопланктона в природных водах флуоресцентным методом.....	179
Легенький Ю.А., Павлов В.Н. Метод определения количества магнитомаркированных клеток, удерживаемых магнитным полем в потоке жидкости	181
Ткаченко Д.С., Легенький Ю.А. Модифицированная методика синтеза наночастиц с альбумином, для магнитной модификации живых клеток	184
Финькова Е.Е. Механизмы сорбции ионов Cu ²⁺ дрожжевыми клетками <i>Saccharomyces cerevisia</i>	186
Чуркин Д.В., Антропова О.С., Ластков Д.О., Мамедов В.Ш. Соматические проявления влияния высокоамплитудного узкополосного импульсного шума на военнослужащих	189

Ботаника и экология

Абуснайна М.В. Ресурс научно-популярных экскурсий по критериям фитоиндикационного мониторинга	192
Авдеева А.В. Экранирующая эффективность пылеосаждения рекреационных территорий г. Енакиево	194
Бойко Н.В. Индикационная значимость <i>Taraxacum officinale</i> (L.) Webb ex Wigg. для мониторинга улиц г. Донецка	196
Бондарь Е.Н. Мохообразные г. Харцызска: инвентаризация для фитоиндикации...	198
Гайдар А.В., Ермолаева С.А., Мирненко Э.И. Гидрохимический мониторинг в Донбассе как информационный ресурс образования.....	200
Гермонова Е.А., Сафонов А.И. Анализ ботанико-экологической информации по геолокации в промышленном Донбассе	202
Городина И.С. Ботанико-экологический мониторинг состояния представителей <i>Pinaceae</i> Spreng. улиц г. Макеевки.....	204
Горшкова О.О., Таран В.А., Виноградова Н.А., Попович В.П. Фитохимическое изучение листьев, плодов и ветвей <i>Maclura pomifera</i> L.	207
Гридько О.А. Результаты инвентаризации зеленых насаждений Ленинского района г. Донецка	209

Демьяненко Т.В., Чумакова И.В. Определение остаточных знаний по ботанике у школьников разных классов	212
Дикая А.А. Демьяненко Т.В. Физико-географическая характеристика некоторых видов рода <i>penstemmon schmidel.</i> , перспективных для зеленого строительства в Донбассе	214
Епринцев С.А., Шекоян С.В., Тимошенко Д.С. Пространственная оценка экологически обусловленных заболеваний урбанизированных территорий на примере городского округа г. Воронежа.....	216
Жукова А.А. Габитус и фенотипическое разнообразие <i>Plantago major</i> L. в г. Шахтерске.....	219
Зайцева Е.В. Ботанико-экологические данные для создания индикационных карт в Донбассе	222
Золотой А.Л., Остапко В.М. Ландшафтно-экологические характеристики ботанического заказника «Зорянская степь»	224
Калинина А.В. Особенности возрастной структуры ценопопуляций <i>Echium vulgare</i> L. экотопов некоторых породных отвалов угольных шахт г. Макеевки	227
Калинин О.Н., Дейнека А.П. Рекомендация метода переработки отходов спиртового производства в ДНР	230
Карпова С.С., Аль-Хачами ФирасРахиХандал, Калаев В.Н., Игнатова И.В. Цитогенетические характеристики семенного потомства ореха грецкого при интродукции в Воронежской области	232
Киселева Д.В. Локальный эксперимент по фитокоантификации на примере <i>Cichorium intybus</i> L.	235
Кондратьев В.Е. Поиск оптимального красителя пыльцы для фитоиндикационного мониторинга	237
Коротенко Н.В. Технологии фитоиндикации в региональной системе экологического факультатива.....	239
Кравсун Т.И. Морфологические тактики реализации жизненных стратегий видов сорных растений в Донбассе	241
Кустова О.К., Глухов А.З., Козуб-Птица В.В., Джулай В.И. Научно-исследовательская деятельность лаборатории интродукции культурных растений Донецкого ботанического сада (2017–2018 гг.)	243
Литвинова В.А. Ботаническая составляющая экспертизы объектов промышленности в Донбассе	246
Макуха А.О., Мирненко Э.И. Гидрохимические исследования прудов г. Донецка за весенне-осенний период (2017–2018 гг.)	248
Мирненко Н.С. Морфологическая оценка пыльцевых зерен ивы белой (<i>Salix alba</i> L.) урбанизированных территорий г. Донецка и пгт. Новый свет	251
Мирненко Э.И. Особенности «цветения» <i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (L.) Ralfs. в альгофлоре Нижнекальмиусского водохранилища.....	253
Молоканова Л.В., Пугачева И.Н., Костенко М.Ю., Шевцова Е.А. Актуальные решения утилизации отходов пивоваренного производства	255
Морозова Е.И. Биоморфологическая и эколого-ценотическая характеристика новых видов <i>Bryobionta</i> в Донецко-Макеевской промышленной агломерации....	258
Мудрецова К.В., Стрельников И.И. Экспериментальная установка для анализа подвижности листьев в условиях ветровой нагрузки	261
Ночвина Т.С. Морфологические изменения <i>Bryum argenteum</i> в условиях различной антропогенной нагрузки.....	264

Пчеленко О.В. Оценка уровня эстетизма фитокомпонентов экотопов Донбасса на примере <i>Echium vulgare</i> L.	267
Сафонов А.И. Фронтальный спектр фитодиагностики в Донбассе (2018-2019 гг.)	270
Сергеева А.С., Алемасова А.С., Сафонов А.И. Бриоиндикация состояния воздуха в промышленной части Северного Приазовья.....	272
Solomentseva A.S. Resistance of rose hips to drought in terms of Volgograd region.....	275
Стреблянская Е.В. Эмбриотоксические проявления у рудеральных растений в Донбассе.....	277
Сыщиков Д.В., Агурова И.В., Сыщикова О.В. Функциональная активность микробоценозов антропогенно трансформированных экосистем	280
Тельных А.Э., Гридько О.А. Биологические и декоративные качества кустарников урбанофлоры г. Донецка	282
Фролов Д.А. Экокаркас бассейна реки Свяги	285
Цеплая Е.А. Видовое разнообразие мохообразных г. Енакиево	289
Шевчук Н.А., Козуб-Птица В.В., Гридько О.А. Перспективные сидеральные культуры для нарушенных земель Донбасса	291

Зоология и экология

Амолин А.В. Комплекс псаммофильных видов сколиоидных, веспоидных и роющих ос (Hymenoptera: Scoliidae, Vespidae, Sphecidae, Crabronidae) Центрального Донбасса.....	295
Бякова О.В., Пилип Л.В. Возрастная зависимость возникновения гельминтозов у лошадей частного сектора.....	298
Казакова Н.А., Мищенко А.В. Трофические связи чешуекрылых семейств Gracillariidae и Nepticulidae Среднего Поволжья.....	300
Мартынова О.В. Особенности зоогеографического состава диплопод (Myriapoda: Diplopoda) Донбасса	303
Оголь И.Н. О зимовке самок-основательниц общественных ос (Hymenoptera: Vespidae: Vespinae, Polistinae) в городе Донецке.....	306
Прокопенко Е.В. Степень изученности сенокосцев (Opiliones) Донбасса.....	309
Рева М.В., Багирян А.Г. Морфология и диагностика личинок мошек	312
Рева М.В., Бакланова А.Э. Мошки (Diptera, Simuliidae) г. Донецка.....	314
Рева М.В., Шкрёбка А.А. К систематике мошек (Diptera: Simuliidae) Донбасса.....	316
Рева М.В., Щелкова Е.В. Индикация качества воды проточных водоемов по видовому составу мошек.....	319
Рязанцева А.Е. Фаунистический обзор кровососущих комаров (Diptera: Culicidae) Донбасса.....	322
Савченко Е.Ю., Семоненко А.В. Эколого-фаунистический анализ синантропных двукрылых г. Амвросиевка и его окрестностей.....	325
Штирц А.Д., Соколова К.Н. Панцирные клещи дендрария Донецкого ботанического сада	327
Ярошенко Н.Н. Мониторинг фауны орибатидных клещей РЛП «Клебан-Бык», «Донецкий кряж» и заказников «Великоанадольский лес», «Мариупольская дача»	330

Физиология и биохимия растений и грибов

Голубничая С.Н. Оптимизация рекреационных территорий средствами фито-дизайна.....	334
Демченко С.И. Пероксидазная активность гриба <i>Pleurotus ostreatus</i> на питательных средах с растительными отходами.....	337
Журба А.Н., Бударенко А.В., Чемерис О.В. Молокосвертывающая активность штаммов <i>Irpex lacteus</i> и <i>Trametes hirsuta</i>	339
Загнитко Ю.П., Кривченко М.А., Лимановская Ю.В. Фракционирование белков культурального фильтрата штамма В-02 <i>Irpex lacteus</i> (Fr.) Fr.	342
Зубарева К.Ю. Особенности набухания семян в зависимости от условий предпосевной обработки.....	344
Колесникова А.А., Качмар А.П., Фрунзе О.В. Фиторемедиация почв, загрязненных ионами кобальта, марганца и хрома	347
Кудинова О.В. Реакции свободно-радикального окисления липидов в проростках <i>Pinus sylvestris</i> L., инфицированных <i>Heterobasidion annosum</i> (Fr.) Bref	349
Пискунова А.А., Чемерис О.В. Целлюлозолитическая активность некоторых штаммов гриба <i>Irpex lacteus</i>	352
Помазкова Ю.А., Чемерис О.В. Влияние источника углеродного питания на молокосвертывающую активность штамма <i>Irpex lacteus</i> 2426	355
Чайка А.В. Эффективность деструкции ксенобиотика methyl orange штаммом гриба <i>Trametes hirsuta</i> Th-11 на средах, содержащих сельскохозяйственные отходы.....	358

Физиология человека и животных

Алешечкин П.А., Талёб Аль Каравани Я.Б. Оценка влияния учебного процесса на функциональные состояния студентов медицинского вуза	360
Бабаиш В.Ф., Балакирева Е.А. Коррекция дефектов осанки	362
Богданова С.А., Фролова Г.А. Влияние фармакологического стимулирования активности дофаминергической системы «депренилом» на поведение низкотренированных крыс	364
Болотов А.А. Анализ внезапной смертности на угольных шахтах Донбасса с позиции медицинской климатологии	366
Гапонова О.В. Стресс-индуцированные изменения заболеваемости инфарктом миокарда и инсультом в промышленном регионе	369
Госман Д.А. Применение лечебно-профилактического питания для снижения заболеваемости туберкулёзом рабочих пылеопасных профессий в условиях локального военного конфликта	371
Данилейко Е.В., Тресницкий С.Н. Клинические признаки при гестозе на фоне фетоплацентарной недостаточности у собак	373
Жукова А.А., Золотухина А.И., Курилова О.А. Индивидуальная чувствительность самцов белых крыс к галоперидолу в открытом поле	376
Кодолова Ф.М., Мещеряков А.В., Катанский С.А., Ермолаева А.А., Дронин А.П. Применение нанозлектромеханического устройства для дистанционного мониторинга психических состояний человека с целью коррекции поведенческих реакций.....	379

<i>Кустов Д.Ю., Кокина И.В., Валигун Я.С.</i> Изменение уровня содержания тиреоидных гормонов у животных в динамике развития аутоиммунного тиреоидита.....	382
<i>Лазуренко Д.А., Енин А.В., Тресницкая В.А., Тресницкий С.Н.</i> Состояние морфобиохимических параметров организма и изменения статуса сухостойных коров и нетелей при осложнении беременности	384
<i>Ластков Д.О., Попович В.В.</i> Загрязнение тяжелыми металлами и патология органа зрения: оценка риска и профилактика	387
<i>Маховицкая Т.П.</i> Некоторые психофизиологические показатели адаптации студентов к условиям обучения	390
<i>Мещеряков А.В., Дронина Е.А., Мещерякова Т.Е., Войтенко Ю.Л., Соловьева Е.В.</i> Оперативная оценка психофункционального состояния организма человека-оператора с помощью разработанного комплекса на основе наноустройства .	392
<i>Остренко В.В.</i> Анализ влияния загрязнения тяжелыми металлами на инфекционную заболеваемость населения.....	395
<i>Пигуз В.Н., Ивашко К.С., Изосимова С.А.</i> Психофизиологическое компьютерное тестирование – проблемы и перспективы	398
<i>Селедцов А.М., Кирина Ю.Ю., Коваль А.П.</i> Актуальные вопросы коммуникации истерических личностей в системе «преподаватель-обучающийся»	401
<i>Соколова О.В.</i> Влияние поверхностного натяжения воды на клеточную систему организма	404
<i>Труш В.В., Попов В.Ф., Труш В.И.</i> Оценка влияния длительного введения аргинина на функциональное состояние скелетной мышцы в модельных экспериментах на животных	406
<i>Труш В.В., Соболев В.И.</i> Эффекты длительно вводимой α -липоевой кислоты на нервно-мышечный аппарат в модельных экспериментах на животных	409
<i>Храповицкий К.Д., Мозговой И.С., Доценко А.К.</i> Сверхэффективный липолиз в аэробных условиях.....	413

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

**ДОНЕЦКИЕ ЧТЕНИЯ 2019:
ОБРАЗОВАНИЕ, НАУКА, ИННОВАЦИИ,
КУЛЬТУРА И ВЫЗОВЫ СОВРЕМЕННОСТИ**

Материалы
IV Международной научной конференции
31 октября 2019 г.,
г. Донецк

ТОМ 2
Химико-биологические науки

под общей редакцией проф. *С.В. Беспаловой*

Дизайн обложки	<i>Е.Г. Грудева</i>
Технические редакторы	<i>В.Г. Медведева, М.В. Фоменко</i>
Компьютерная верстка	<i>Н.Д. Щетина, А.И. Сафонов, А.Д. Штирц</i>

Адрес оргкомитета:

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»
ул. Университетская, 24, г. Донецк, 83001, ДНР
e-mail: *science.prorector@donnu.ru*

Подписано в печать 15.10.2019 г.
Формат 60×84/16. Бумага офисная.
Печать – цифровая. Усл.-печ. л. 24,67.
Тираж 100 экз. Заказ № 19окт124/2.
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.