



ISSN: 2664-7362

## Донецкие чтения 2022:

образование, наука,  
инновации, культура  
и вызовы современности



МАТЕРИАЛЫ VII Международной  
научной конференции,  
посвящённой 85-летию  
Донецкого национального университета

Том 3

Биологические и химические  
науки, медицина, экология



## Уважаемые коллеги! Дорогие друзья!

Проводимая сегодня традиционная VII Международная научно-практическая конференция «Донецкие чтения-2022: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности» отличается от всех предыдущих. Это первая конференция, которая проводится Донецким национальным университетом в новых исторических условиях, когда Донецкая народная Республика стала частью Российской Федерации, воссоединившись со своей исторической Родиной.

Это свершившееся историческое событие, к которому были обращены все наши помыслы и мечты, вошло в нашу жизнь стремительно и основательно. Стало поворотным историческим итогом нашей общей борьбы за восстановление исторической справедливости и консолидации русских людей.

Произошедшие события оказали свое решающее влияние на укрепление сотрудничества ДонНУ с вузами Русского мира и нашими отечественными университетами из Российской Федерации, принявшей Республику после долгой разлуки в свой состав, придали взаимодействию новый импульс, наполнили его новым содержанием, что позитивно сказалось на научном, образовательном, информационном и методическом уровне конференции. Возрос интерес к традиционно проводимым Донецким чтениям, увеличилось число участников конференции, расширилась тематика научных исследований, более углубленным стал подход исследователей к изучению актуальных проблем в различных отраслях науки. Одновременно усилилось внимание к вопросам применения теоретических знаний в практическую деятельность. Сборник трудов конференции издан в 10 томах, включающим 15 книг. Свои доклады и научные статьи на конференцию, выполненные на основании фундаментальных и прикладных исследований в области наиболее важных проблем естественно-математических, технических и социально-гуманитарных наук, были направлены ДонНУ многими известными специалистами и молодыми учеными Российской Федерации, дальнего и ближнего зарубежья.

Все эти научные исследования представляют значительный научный интерес. Они проанализированы и систематизированы, вошли в публикуемый научный сборник конференции.

Отмечу, что проведение традиционной научной конференции одновременно первой в составе России будет способствовать решению новых задач, которые стоят перед фундаментальной и прикладной наукой Российской Федерации и академическим сообществом Донецкой Народной Республики.

**С наилучшими пожеланиями, ректор Донецкого национального университета, доктор физико-математических наук, профессор  
Светлана Владимировна Беспалова**

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

**VII Международная  
научная конференция,  
посвящённая 85-летию  
Донецкого национального университета**

Материалы  
конференции

**Том 3**

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ  
И ХИМИЧЕСКИЕ  
НАУКИ,  
МЕДИЦИНА,  
ЭКОЛОГИЯ**

**Донецкие чтения  
2022:  
образование, наука,  
инновации, культура  
и вызовы  
современности**

г. Донецк  
27–28 октября 2022 г.

Донецк  
Издательство ДонНУ  
2022

ББК Е.я431+ Г.я431+ Р.я431  
УДК 57+54+58+59+61+502/504(043.2)  
Д672

*Редакционная коллегия:*

С.В. Беспалова (гл. ред.), В.И. Сторожев (зам. гл. ред.),  
М.В. Фоменко (отв. секр.), В.А. Дубровина, О.С. Горецкий,  
А.И. Сафонов (отв. секр. секции), В.В. Труш, А.Д. Штирц,  
В.О. Корниенко, А.В. Белый, Н.Д. Щепина (отв. секр. секции),  
А.С. Алемасова, О.В. Баранова, А.В. Игнатов, В.М. Михальчук

**Д672 Донецкие чтения 2022: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности:** Материалы VII Международной научной конференции, посвящённой 85-летию Донецкого национального университета (Донецк, 27–28 октября 2022 г.). – Том 3: Биологические и химические науки, медицина, экология / под общей редакцией проф. С.В. Беспаловой. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2022. – 375 с.

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

В третий том материалов VII Международной научной конференции «Донецкие чтения 2022: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности» вошли исследования по актуальным проблемам биологических, химических и медицинских наук. Рассматриваются вопросы биофизики, ботаники, зоологии, физиологии и биохимии растений и грибов, физиологии человека и животных, медицины, экологии, аналитической химии, биохимии и органической химии, неорганической и физической химии.

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

ББК Е.я431+ Г.я431+ Р.я431  
УДК 57+54+58+59+61+502/504(043.2)

© Коллектив авторов, 2022

© Донецкий национальный университет, 2022

## ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

### ***Председатель:***

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

### ***Заместитель председателя:***

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

### ***Члены программного комитета:***

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

*Андреев Д.А.*, д-р ист. наук, доцент, заместитель декана по научной работе исторического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (г. Москва).

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

*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).

*Вартанова Е.Л.*, д-р филол. наук, академик РАО, декан факультета журналистики Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (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).

*Евстигнеев М.П.*, д-р физ.-мат. наук, профессор, проректор по научной и инновационной деятельности Севастопольского государственного университета (г. Севастополь).

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

*Зинченко Ю.П.*, д-р психол. наук, профессор, академик РАО, декан факультета психологии Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (г. Москва).

*Кирпичников М.П.*, д-р биол. наук, профессор, академик РАН, декан биологического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (г. Москва).

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

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

*Лингарт А.А.*, д-р филол. наук, профессор, декан филологического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (г. Москва).

*Лубков А.В.*, д-р ист. наук, профессор, академик РАО, ректор Московского педагогического государственного университета (г. Москва).

*Некипелов А.Д.*, д-р экон. наук, профессор, академик РАН, директор Московской школы экономики Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (г. Москва).

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

*Осмоловский А.А.*, канд. биол. наук, доцент, заместитель декана по академической политике и развитию интернационализации биологического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (г. Москва).

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

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

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

*Разумова Т.О.*, д-р экон. наук, профессор, зав. кафедрой экономики труда и персонала Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (г. Москва).

*Решидова И.Ю.*, канд. физ.-мат. наук, ст. науч. сотр., директор ГУ «Донецкий физико-технический институт им. А.А. Галкина» (г. Донецк).

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

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

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

*Сторожев В.И.*, д-р техн. наук, профессор, проректор Донецкого национального университета (г. Донецк).

*Судаков С.Н.*, д-р физ.-мат. наук, ст. науч. сотр., и.о. директора ГУ «Институт прикладной математики и механики» (г. Донецк).

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

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

*Туранина Н.А.*, д-р филол. наук, профессор, зав. кафедрой библиотечно-информационной деятельности Белгородского государственного института искусств и культуры (г. Белгород).

*Шемякина Н.В.*, канд. экон. наук, доцент, директор ГБУ «Институт экономических исследований» (г. Донецк).

# БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

## *Биофизика*

УДК 57.022

### **ВЛИЯНИЕ ПЕРЕМЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ И СКОРОСТЬ РАЗМНОЖЕНИЯ ДРОЖЖЕВЫХ КЛЕТОК ПОСЛЕ ИХ ИНКУБАЦИИ**

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

*Ткаченко Д.С., Эренбург О.В.*

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

*dmitriy.tkachenko.99@mail.ru*

Дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* представляет собой отличную эукариотическую модель для изучения эффектов магнитных полей благодаря хорошо изученным метаболическим и генетическим характеристикам и сохраняющемуся сходству молекулярных механизмов с другими видами, включая клетки человека.

Объектом исследований являлись дрожжевые клетки *S. cerevisiae* «Pakmaya Cristal», изготовленные Pak Gida Uretim ve Pazarlama A.S., не требующие предварительной активации.

Цель работы – установить жизнеспособность и скорость воспроизведения дрожжевых клеток после воздействия переменным магнитным полем (МП) различной амплитуды и последующей инкубации в питательной среде.

Поскольку ранее нами было установлено, что наибольшее влияние на жизнеспособность оказывает промышленная частота в 50 Гц [1], все дальнейшие исследования проводились с использованием этой частоты. Жизнеспособность оценивалась прижизненным окрашиванием дрожжевых клеток метиленовым синим 0,01 % концентрацией в соотношении дрожжи и краситель 1:1.

Пробирки с исследуемыми образцами устанавливались равномерно в центре магнита, использовался малый объем суспензии (3 мл), чтобы пробы равномерно находились в зоне действия МП. Облучение производилось в течение часа, после чего подсчитывалось общее количество дрожжевых клеток для каждой пробы. Остальная часть проб (2,5 мл) центрифугировалась и после доведения до исходного объема выдерживалась в термостате в течение суток при 30 °С.

Дрожжи культивировались в питательной среде, состоящей из суслу из ячменного солода и дрожжевой воды в пропорциях 2:1, после обработки

образцов МП. Компоненты среды для инкубации готовили по методике, описанной в работе [2]. Спустя сутки производили подсчет и определение жизнеспособности дрожжевых клеток.

Нами было выбрано культивирование в течение суток, поскольку известно, что даже хранение культуры в сусле в течение первых двух суток приводит к увеличению в 2 раза гликогенсодержащих клеток и резкому снижению (на 36 %) нежизнеспособных клеток. Однако известно, что дальнейшее нахождение дрожжевой культуры под слоем суслу без смены среды ухудшает исследуемые показатели [3]. Полученные результаты жизнеспособности дрожжевых клеток представлены на рис. 1.

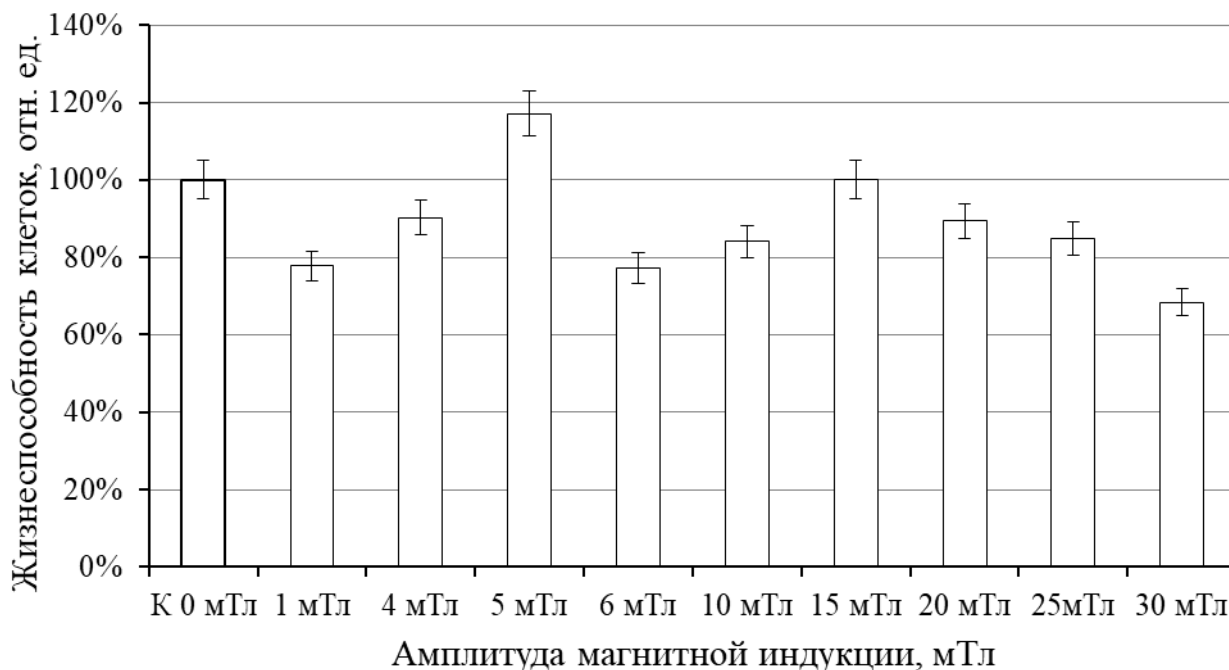


Рис. 1. Зависимость жизнеспособности дрожжевых клеток от величины амплитуды магнитной индукции после суточной инкубации (данные нормированы относительно контрольных проб)

Из анализа рисунка 1 видно, что влияние МП на дрожжевые клетки при наших условиях и используемых материалах и методах, носит нелинейный характер. Ингибирующий эффект проявляется как на малых (1, 4, 6, 10 мТл) так и на более высоких амплитудах (20, 25, 30 мТл) магнитной индукции.

Получены результаты и по стимуляции жизнеспособности дрожжей МП. Установлено, что амплитуда индукции величиной 5 мТл оказывает значительное стимулирующее влияние (более чем на 15 %) по отношению к контрольной пробе. Пик ингибирования приходится при использовании наибольшей из исследуемых амплитуд индукции в 30 мТл.

Так как концентрация дрожжевых клеток в начале брожения была одинакова и составляла 9–10 млн/мл питательной среды, то об интенсивности размножения клеток судили по количеству клеток в процессе культивирования.



В результате за сутки происходило увеличение числа клеток с 9–10 млн/мл до 50–60 млн/мл для контрольных проб.

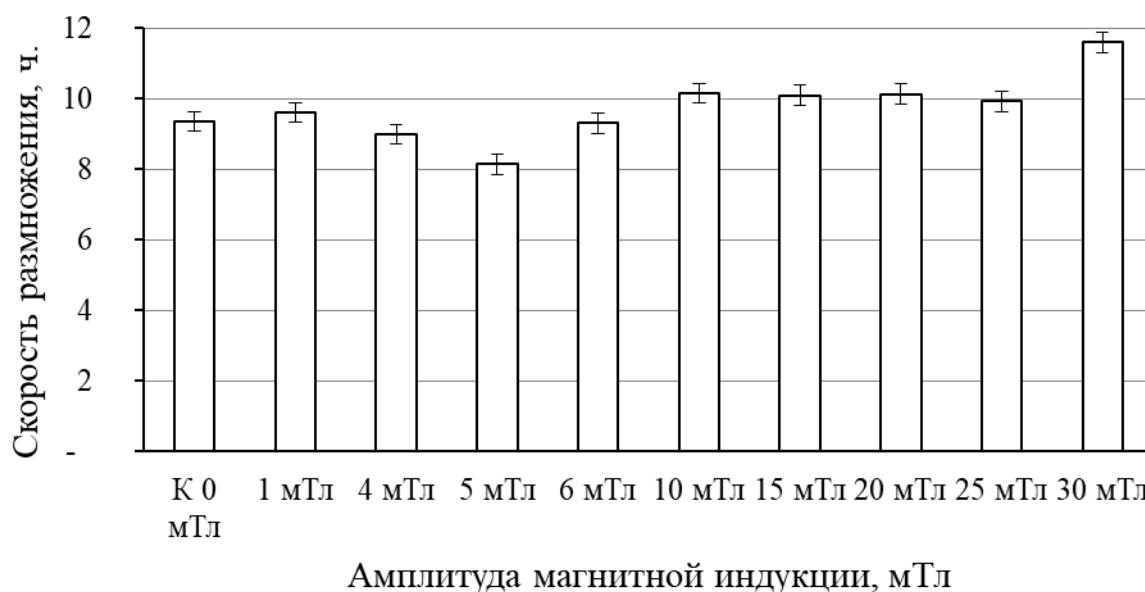


Рис. 2. Зависимость времени одного цикла деления дрожжевых клеток от величины амплитуды магнитной индукции

Установлено, что как при подсчете жизнеспособных дрожжевых клеток при окрашивании метиленовым синим, так и по времени одного цикла их деления: стимулирующий эффект вызывает воздействие амплитудой магнитной индукции в 5 мТл, а наиболее выраженный ингибирующий эффект амплитудой – 30 мТл. Воздействие других амплитуд, оказывало слабый ингибирующий эффект. Полученные результаты представляют интерес для изучения влияния переменного МП на живые объекты.

### Список литературы

1. Беспалова, С. В. Влияние частоты переменного магнитного поля на метаболизм и жизнеспособность магнитомаркированных и нативных клеток дрожжей / С. В. Беспалова, Д. С. Ткаченко, О. В. Эренбург // Донецкие чтения 2020 : образование, наука, инновации, культура и вызовы современности : матер. V Междунар. научн. конф. (Донецк, 17-18 ноября 2020 г.). – Т. 2: Химико-биологические науки. – Донецк : ДонНУ, 2020. – С. 124–127.
2. Качмазов, К.С. Дрожжи бродильных производств : практическое руководство / Г.С. Качмазов. – СПб. : Лань, 2012. – 224 с.
3. Пермякова, Л. В. Исследование влияния среды хранения на физиолого-биохимические и технологические показатели пивных дрожжей / Л. В. Пермякова // Ползуновский вестник. – 2018. – № 1. – С. 54–58. – DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2018.01.011

## ВЛИЯНИЕ ФОСФОРНОГО ГОЛОДАНИЯ НА ФЛЮОРЕСЦЕНЦИЮ КЛЕТОК ВОДОРОСЛЕЙ *CHLORELLA SOROKINIANA*

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

*Чуфицкий С.В., Сушкина А.В.*

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

*chufitsky@donnu.ru*

Известно, что биогенные вещества способствуют росту микроводорослей. При попадании таких соединений в больших количествах в водную среду возможно интенсивное разрастание отдельных представителей фитопланктонного сообщества. Механизмы воздействия различных концентраций биогенных веществ на рост численности клеток и биомассу фитопланктона представляют научный интерес, что нашло свое отражение в ряде работ [1, 2]. Таким образом, целью исследования являлось изучение степени воздействия недостатка фосфат-ионов в питательной среде на флуоресценцию культуры микроводорослей *Chlorella sorokiniana*.

В качестве объекта исследования использовали культуру микроводорослей *Chlorella sorokiniana*. Флуоресценцию суспензии водорослей, а также световые кривые анализировали с помощью флуориметра Phyto-PAM, кривые индукции флуоресценции регистрировали с помощью флуориметра ФС-2. Подсчет числа клеток в пробах воды производили с помощью камеры Горяева под световым микроскопом. Культивирование клеток фитопланктона выполняли при различном содержании фосфат-ионов в питательной среде. В качестве контроля использовали питательную среду с содержанием 1,25 г/л, что соответствует 50 % среде Тамия. Кроме того, использовали концентрации 0,7 и 0,1 г/л, а также питательную среду без добавления фосфатов. Остальные компоненты среды добавляли согласно требованиям.

При исключении фосфатов из водной среды наблюдали снижение концентрации фотопигментов тест-культур на 20 сутки экспозиции (см. рис. 1А). Присутствие всех исследуемых концентраций биогена приводило к росту содержания хлорофилла в исследуемых пробах. При этом наблюдали четкое разделение между концентрациями – с повышением содержания фосфат-ионов происходило более интенсивное нарастание содержания фотопигмента (см. рис. 1 А). В случае отсутствия фосфатов после 35 суток эксперимента наблюдали снижение содержания хлорофилла, что свидетельствует о значительном недостатке питательных веществ.

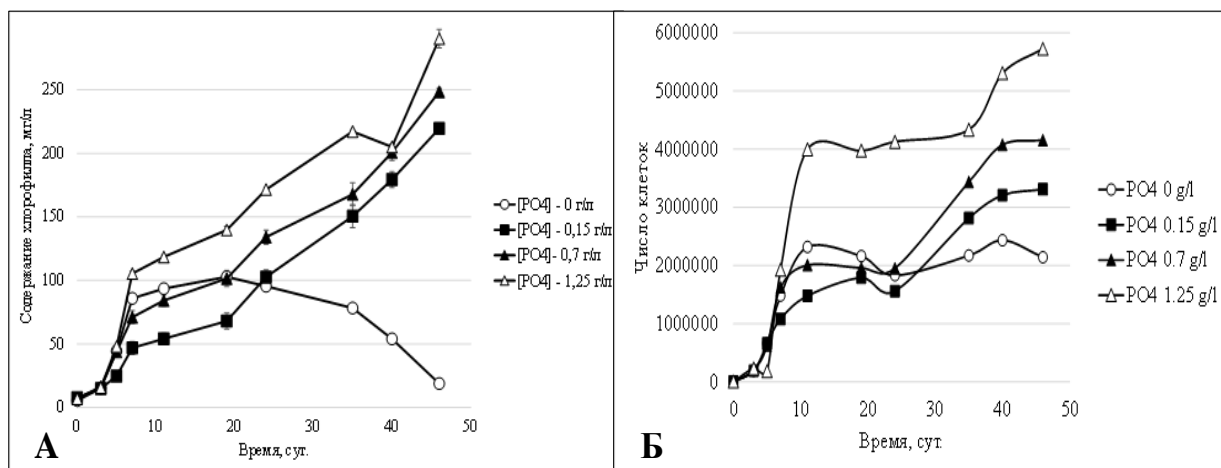


Рис. 1. Изменение количественных показателей роста культуры *Chlorella sorokiniana* с различным содержанием фосфат-ионов в питательной среде: А – изменение содержания хлорофилла; Б – изменение численности клеток

При культивировании клеток *Chlorella sorokiniana* в течение 48 суток в условиях отсутствия фосфат-ионов в водной среде численность культуры достигала  $2 \cdot 10^6$  кл./л. При внесении биогенов в концентрации 0,15 г/л численность клеток достигала  $3 \cdot 10^6$  кл./л, для концентрации 0,7 г/л –  $4 \cdot 10^6$  кл./л, для наибольшей концентрации (1,25 г/л) –  $6 \cdot 10^6$  кл./л (см. рис. 1Б). В течение первых 7 суток культивирования значимой разницы между скоростью нарастания численности клеток и содержанием хлорофилла в тест-культуре не наблюдали (см. рис. 1А и 1Б). При отсутствии фосфатов численность клеток в тест-культуре практически не изменялась после 10 суток культивирования, что можно рассматривать как фазу плато, которая свидетельствует о значительном замедлении роста культуры.

Для оценки физиологического состояния фотосинтетического аппарата анализировали кривые индукции флуоресценции хлорофилла на основании ОЛР-теста [3]. Согласно полученным результатам большая часть исследуемых тест-функций не имела достоверных различий между отдельными экспериментальными культурами. К показательным тест-функциям можно отнести общий фотосинтетический индекс (PI) и квантовый выход флуоресценции. На рисунке 2 представлены результаты измерения показателя PI. На начальном этапе культивирования наблюдали рост показателя PI для всех исследуемых культур независимо от концентрации биогена в водной среде, что сопряжено с интенсивным нарастанием количества клеток в тест-культурах (см. рис. 1А и 1Б). По мере увеличения длительности экспозиции наблюдали снижения индекса PI, что объясняется замедлением скорости роста клеток фитопланктона. Снижение фотосинтетического индекса происходило менее интенсивно в присутствии наибольшей концентрации фосфат-ионов.

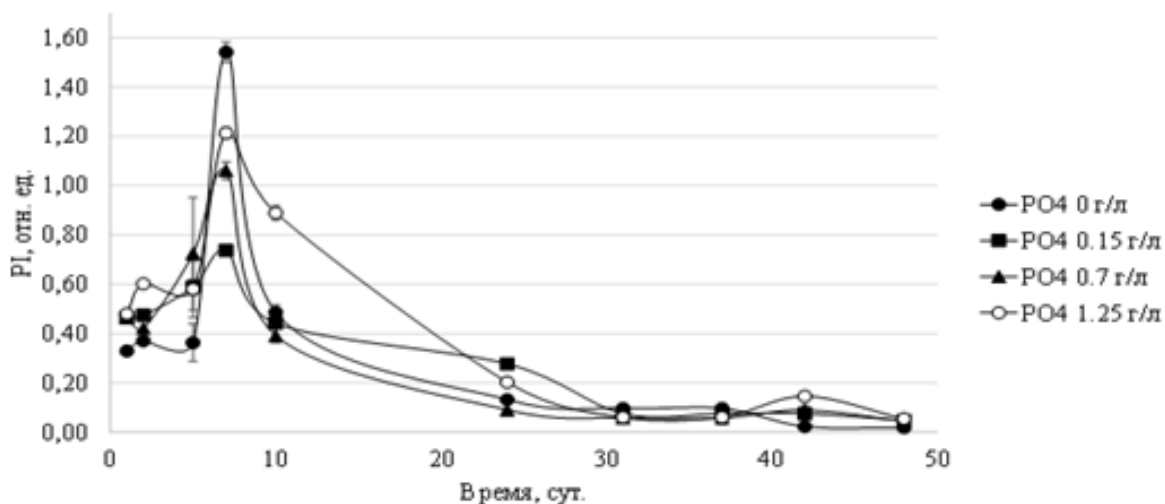


Рис. 2. Изменение параметра PI при различном содержании фосфат-ионов в питательной среде

Низкое содержание фосфат-ионов способствует снижению скорости роста численности клеток микроводорослей *Chlorella sorokiniana*, снижению содержания хлорофилла в исследуемых пробах, а также снижению квантового выхода флуоресценции хлорофилла. Для культур клеток в условиях лимитирования питательных веществ наблюдается снижение адаптационных свойств к свету высокой интенсивности, для базовых показателей флуоресценции наблюдали снижение их значений, связанное с изменением численности клеток и, как следствие, оптической плотности среды, при этом с течением времени происходило снижение скорости электронного транспорта. При недостатке фосфат-ионов в питательной среде происходят изменения в функционировании фотосинтетического аппарата микроводорослей и снижении фотосинтетического индекса эффективности функционирования ФС II.

### Список литературы

1. Абакумов, А. И. Модель минерального питания фитопланктона: моногр. / А. И. Абакумов, С. Я. Пак, А. Я. Симонов. – Владивосток, 2011. – 126 с.
2. Виноградова, А. В. Культивирование микроорганизмов : монография / А. В. Виноградова, Г. А. Козлова. – Пермь, 2012. – 97 с.
3. Переменная и замедленная флуоресценция хлорофилла а – теоретические основы и практическое приложение в исследовании растений: моногр. / В. Н. Гольцев, М. Х. Каладжи, М. А. Кузманова, С. И. Аллахвердиев. – М. Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2014. – 220 с.

## ВОЗДЕЙСТВИЕ ИОНОВ НАТРИЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ ХЛОРОФИЛЛА МИКРОВОДОРОСЛЕЙ

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

*Чуфицкий С.В., Яковенко А.А.*

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

*chufitsky@donnu.ru*

В современных литературных источниках содержится недостаточно информации о воздействии ионов натрия на флуоресценцию клеток фитопланктона, тогда как для высших растений данный вопрос рассмотрен более подробно [1]. Согласно большинству нормативных документов для данного вещества не определены предельно допустимые концентрации для водной среды, поскольку не выявлены пороговые концентрации, оказывающие негативное влияние на живые организмы [2]. Кроме того, для рек Донецкого региона свойственны высокие концентрации ионов натрия и общей минерализации воды [3]. Целью исследования являлось изучение воздействия различных концентраций ионов натрия на показатели флуоресценции хлорофилла микроводорослей.

В качестве объекта исследования использовали культуру микроводорослей *Chlorella sorokiniana*, которую выращивали на среде Тамия. Концентрацию хлорофилла в исследуемых пробах определяли с помощью импульсного флуориметра PhytoPAM фирмы Walz. Для регистрации кривых индукции флуоресценции хлорофилла (КИФХ) использовали флуориметр ФС-2, разработанный на базе СКТБ «Турбулентность» и кафедры биофизики ДонНУ. В качестве источников ионов натрия использовали соль NaCl. При исследовании воздействия загрязнителя на монокультуру использовали растворы с концентрациями 0.5, 1.6, 2.5 и 5 г/л. Измерения флуориметрических параметров производили непосредственно перед внесением загрязнителя, а также через 48 и 72 часа после добавления растворов солей в культуральную среду, что соответствует общепринятой методике биотестирования на клетках фитопланктона [4].

На рисунке 1 представлены результаты измерений содержания хлорофилла в исследуемой тест-культуре после 48 и 72 часов экспозиции в присутствии различных концентраций NaCl. Начальная концентрация хлорофилла в исследуемых тест культурах составляла около 3 мг/л. После 48 часов экспозиции в контрольных пробах наблюдали прирост содержания фотопигмента в среднем на 1 мг/л. Концентрации 1.6 и 2.5 г/л приводили к равному снижению содержания хлорофилла относительно начальных значений. Присутствие NaCl в концентрации 5 г/л приводило к наибольшему снижению содержания фотопигмента (см. рис. 1).

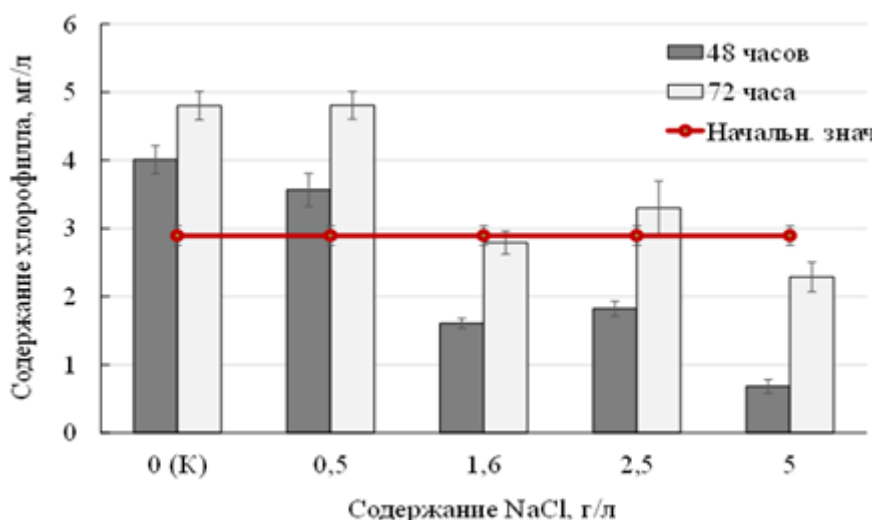


Рис. 1. Изменение содержания хлорофилла в клетках *Chlorella sorokiniana* в присутствии различных концентраций NaCl

После 72 часов экспозиции для тест-культуры *Chlorella sorokiniana*, культивируемой в присутствии 0.5 г/л NaCl также не наблюдалось значимых отличий от контрольных значений (см. рис. 1). При увеличении длительности экспозиции для тест-культур в присутствии 1.6 и 2.5 г/л NaCl наблюдали нарастание биомассы до начальных значений. В присутствии 5 г/л загрязнителя также наблюдали прирост концентрации хлорофилла, однако полученные значения были ниже начальных даже после 72 часов культивирования. Прирост тест-культуры после 72 часов экспозиции даже в присутствии наибольшей концентрации загрязнителя может быть обусловлен частичным поглощением и связыванием ионов натрия погибшими клетками с образованием малодиссоциирующих соединений.

На рисунке 2 представлены некоторые параметры КИФХ клеток тест-культуры *Chlorella sorokiniana* после 72 часов экспозиции в присутствии различных концентраций NaCl. Результаты вычисления квантового выхода на основании анализа кривых индукции флуоресценции согласуются с результатами РАМ-флуориметрии. Воздействие концентрации 5 г/л вызывало наибольшее снижение эффективности фотосинтетического аппарата. Квантовый выход в присутствии концентраций 0.5 и 1.6 г/л NaCl были сопоставимы с контрольными значениями, тогда как при повышении действующей концентрации до 2.5 г/л наблюдали снижение показателя эффективности. Для индекса PI наблюдали линейное снижение при увеличении концентрации загрязнителя в водной среде (см. рис. 2). В присутствии 5 г/л NaCl индекс PI снижался до 0.15, что соответствует сильному фотоингибированию фотосистемы II.

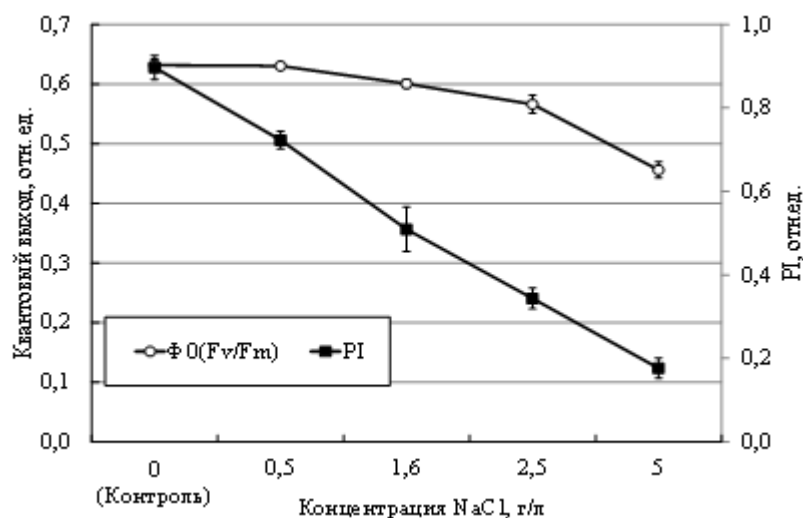


Рис. 2. Квантовый выход флуоресценции ( $\frac{F_v}{F_m}$ ) и индекс производительности (PI) в присутствии различных концентраций NaCl после 72 часов экспозиции

Ни одна из исследуемых концентраций ионов натрия не оказывала стимулирующий эффект на клетки фитопланктона. Присутствие 0.5 г/л ионов натрия не оказывало значимого воздействия на тест-культуру, а концентрации 1.6, 2.5 и 5 г/л приводили к замедлению прироста клеток фитопланктона, а также снижению функциональной активности фотосинтетического аппарата тест-культуры, что указывает на токсическое действие загрязнителя. Наблюдали угнетающее действие на состояние клеток, что проявлялось в снижении квантового выхода флуоресценции и общего фотосинтетического индекса (PI).

### Список литературы

1. Головатый, С. Е. Влияние содержание натрия и хлора на урожайность яровых зерновых культур / С. Е. Головатый, З. С. Ковалевич, Н. К. Лукашенко // Почвоведение и агрохимия. – 2010. – №1. – С. 148–156.
2. Биомониторинг поверхностных вод в условиях антропогенной нагрузки на примере реки Кальмиус / С. В. Беспалова, С. В. Чуфицкий, С. М. Романчук [и др.] // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2018. – № 3–4. – С. 100–110.
3. ГН 2.1.5.1315-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Нефтяник. – 2003. – 94 с.
4. Р 52.24.808-2014. Оценка токсичности поверхностных вод суши методом биотестирования с использованием хлорофилла а. – Росгидромет, ФГБУ «ГХИ», 2014. – 23 с.

## НОВЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА МЕДИЦИНСКИЙ ПЕРСОНАЛ

*Бондаревский-Колотий В.А.*

ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет  
им. М. Горького» г. Донецк, РФ  
*orbdoktmo@gmail.com*

Медицинский персонал, подвергающийся воздействию ионизирующего излучения (ИИ) работает в специфических условиях труда. Для этой группы специалистов остаются актуальными вопросы корректной оценки рисков возникновения стохастических эффектов с помощью биологических маркеров – количественно измеряемых изменений, которые происходят в организме вследствие воздействия ИИ. Проблема влияния ИИ на биологический возраст и динамику радиочувствительности также остается актуальной проблемой радиобиологии [1]. Существующие валидированные методики и соответствующие им биомаркеры ретроспективного определения индивидуальной дозы оказываются неинформативными при дозах менее 0,1Гр и для проведения исследований требуют дорогостоящего оборудования и специальных условий проведения. Поэтому перспективным является использование в качестве клеточного материала буккального эпителия (БЭ) и как биомаркера, его цитогенетические показатели. Использование БЭ для определения биологического возраста и генотоксических эффектов с помощью микроядерного теста, делает эти методы относительно дешевыми, с неинвазивным способом получения и высокой информативностью [2,3].

Цель исследования состояла в разработке и обосновании метода оценки влияния ионизирующего излучения на медицинский персонал по цитогенетическим показателям БЭ и электрофоретической активности его ядер как биомаркера.

В итоге отбора (попарный метод), в исследование вошли две группы медицинских работников (n=54). Экспериментальная группа (n=27) – это медицинский персонал, работающий в условиях действия ИИ и контрольная (n=49) – медицинский персонал, работающий в аналогичных условиях труда, но без использования источников ИИ на рабочих местах.

Перед началом исследования проводилось анкетирование всех обследованных медработников для учета и нивелирования других факторов, способствующих старению организма в т.ч. определялся уровень дистресса (по Т.Иванченко) [4]. Календарный возраст (КВ) обследуемых соответствовал числу прожитых полных лет.



Данные о дозовых нагрузках получены из базы данных Indoz службы радиационной безопасности Донецкого клинического территориального медицинского объединения (ДОКТМО).

Для проведения микроядерного теста взятие образцов буккального эпителия и приготовление препаратов проводили стандартным способом [5].

Биологический возраст (БВ) определялся методом внутриклеточного микроэлектрофореза [3]. Для оценки БВ в группах использовался показатель старения  $\Delta X = |БВ - КВ|$ .

Статистическую обработку проводили общепринятыми непараметрическими статистическими методами с помощью лицензированного пакета Microsoft Excel 2007. Значимость различий между группами оценивали по критерию Уилкоксона.

В обеих исследуемых группах оказались по 22 % (n=6) мужчин и 78 % (n=21) женщин. Средний возраст экспериментальной группы составил  $45,30 \pm 2,51$  лет и  $45,22 \pm 2,55$  в контрольной. Средняя годовая индивидуальная эффективная доза составила  $1,06 \pm 0,20$  мЗв.

Таблица 1

Сравнительный анализ КВ и БВ обследованных медработников

Группа	Число обследуемых, чел	% (n) лиц, $\Delta X \pm S_x$ , лет	
		БВ > КВ (-) Группа ускоренного старения	БВ < КВ (+) Группа замедленного старения
Экспериментальная	27	<u>78% (21)</u> $4,57 \pm 0,49^*$	<u>22% (6)</u> $3,00 \pm 0,63$
Контрольная	27	<u>41% (11)</u> $2,00 \pm 0,27$	<u>59% (16)</u> $2,06 \pm 0,29$

Примечание: межгрупповые различия достоверны \*-  $p < 0,01$

В результате оценки электрофоретической активности ядер БЭ были определены показатели старения обследуемых.

Как следует из представленных в таблице данных, в группе медработников, подвергавшихся воздействию ИИ, в 1,9 раза больше лиц с ускоренным старением и в 2,7 раза меньше лиц с БВ меньше КВ. Обращает на себя внимание бóльшая разница между БВ и КВ в экспериментальной группе – достоверно в 2,2 раза при БВ больше КВ и в 1,5 раза при БВ меньше КВ.

Для оценки генотоксических эффектов воздействия малых доз ИИ на персонал микроядерным тестом с использованием расширенного протокола все изучаемые показатели были разделены на четыре группы: цитогенетические показатели, показатели пролиферации, показатели ранней деструкции ядра и показатели завершения деструкции ядра.

Из цитогенетических показателей в экспериментальной группе достоверно чаще выявлялось микроядерность (в 2,8 раза, в т.ч. в 2,3 раза в

группе ускоренного старения (ГУС)), атипичная форма ядра (соответственно, в 5,1 и 2,7 раза). Установлена достоверная связь ( $r=0,6$ ,  $p<0,01$ ) суммарного показателя со среднегодовой дозой облучения персонала.

Из показателей пролиферации, помимо суммарного (достоверные отличия в 6 раз и в 3,6 раза при коэффициенте корреляции  $r=0,64$ ,  $p<0,01$  в ГУС), следует отметить показатель двуядерности (значимые различия в 2 раза). Превышение в 2 раза двуядерных клеток в экспериментальной группе, показывает более выраженное влияние стресс- факторов внешней среды, и также может служить биомаркером токсического воздействия [2].

На наш взгляд, это дает основания предполагать, что в условиях воздействия ИИ у медицинского персонала происходит ускоренное старение и напряжение механизмов адаптации, а, соответственно, и повышение рисков отдаленных последствий от действия малых доз ИИ.

Дана оценка генотоксических и цитотоксических эффектов воздействия ИИ на буккальный эпителий и их влияния на процесс старения медицинского персонала, работающего в условиях воздействия ИИ. Показано, что в экспериментальной группе в 1,9 раза больше лиц с ускоренным старением и в 2,7 раза меньше лиц с БВ меньше КВ.

Из цитогенетических показателей в экспериментальной группе достоверно чаще выявлялось микроядерность (в 2,8 раза и в 2,3 раза в ГУС), атипичная форма ядра (соответственно, в 5,1 и 2,7 раза). Значимые различия в суммарном показателе между экспериментальной и контрольной группами составили 2,95 раза и в 2 раза в ГУС. Установлена достоверная связь ( $r=0,6$ ) суммарного показателя со среднегодовой дозой облучения персонала.

### Список литературы

1. Бондаревский-Колотий, В. А. Биологический возраст как критерий воздействия ионизирующего излучения / В. А. Бондаревский-Колотий, Д. О. Ластков, Ю. Г. Выхованец, Т. А. Выхованец // Сборник тезисов: материалы II Национального конгресса с международным участием по экологии человека, гигиене и медицине окружающей среды «Сысинские чтения – 2021». – Москва, 2021. – С. 58–61.
2. Калаев, В. Н. Микроядерный тест буккального эпителия ротовой полости человека: проблемы, достижения, перспективы / В. Н. Калаев, В. Г. Артюхов, М. С. Нечаева // Цитология и генетика. – 2014. – Т. 48, № 6. – С. 62–80.
3. Шахбазов, В. Г. Новый метод определения биологического возраста человека / В. Г. Шахбазов, Т. В. Колупаева, А. Л. Набоков // Лабораторное дело. – 1986. – № 7. – С. 404–406.
4. Водопьянова, Н. Е. Психодиагностика стресса: практикум / Н. Е. Водопьянова. – СПб. : Питер, 2009. – С. 29–31.
5. Сычёва, Л. П. Биологическое значение, критерии определения и пределы варьирования полного спектра кариологических показателей при оценке цитогенетического статуса человека / Л. П. Сычёва // Медицинская генетика. – 2007. – Т. 6, №11. – С. 3–11.

## **ВЛИЯНИЕ СОЧЕТАННОГО ДЕЙСТВИЯ ПЕРЕМЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ И ВИБРАЦИИ НА ПШЕНИЦУ ОЗИМУЮ**

*Бучинская А.С., Корниенко В.О.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет» г. Донецк, РФ  
*kornienkovo@mail.ru*

Повышение продуктивности растений сельскохозяйственной ценности является главным условием агропромышленного комплекса. В настоящее время учёные разрабатывают и внедряют различные методы воздействия на семена сельскохозяйственных растений с целью стимуляции их роста и развития, а также повышения урожайности. Рядом исследователей [1–5] испытаны такие стимулирующие факторы, как солнечный свет, инфракрасное и лазерное излучение, электрические и магнитные поля, переменное магнитное поле (ПеМП), наночастицы металлов.

Цель работы – оценить влияние сочетанного действия переменного магнитного поля и вибрации на рост и развитие пшеницы озимой.

Задачи: оценить онтогенетические изменения на 10 сутки после воздействия ПеМП ( $B=1$  мТл;  $f=40, 50$  Гц) и вибрации ( $f=10$  Гц) на пшеницу озимую; оценить морфометрические параметры надземной части и корневой системы пшеницы озимой на ранних стадиях онтогенеза при сочетанном воздействии ПеМП ( $B=1$  мТл;  $f=40, 50$  Гц) и вибрации ( $f=10$  Гц).

Обработка переменным магнитным полем семян пшеницы озимой происходила в течение 1 часа при постоянном значении магнитной индукции ПеМП (1 мТл) и частотой 40 и 50 Гц. Обработка семян вибрацией ( $f=10$  Гц) осуществлялась на экспериментальной вибрационной установке с экспозицией – 1 час.

Для получения сочетанного эффекта действия вибрации и переменного магнитного поля дополнительно были сформированы выборки, которые подвергались обработке в ПеМП (1 ч.) и вибрационном поле (1 ч.). Каждая выборка состояла из 50 семян в 3-кратной повторности.

Семена подвергали обработке физическими факторами в сухом состоянии, затем образцы помещались в ростовую камеру, при этом подложкой для семян служила влажная фильтровальная бумага. Полив осуществляли только дистиллированной водой. Семена проращивали при температуре  $+20^{\circ}\text{C}$ . Энергию прорастания и всхожесть семян определяли в сроки, указанные в ГОСТ 12038-84: на 3-е сутки (энергия прорастания) и 10-е сутки (всхожесть). После завершения эксперимента оценивали среднюю длину стебля и главного корня в каждой из выборок ( $l_{\text{ср.}}$ ). Все

полученные результаты обрабатывались методами вариационной статистики с использованием пакета компьютерных программ «Statistica».

Онтогенетические исследования показали значительное стимулирующее действие (+28–32 %) для групп семян подвергшихся облучению ПеМП частотой 40Гц, а также сочетанному влиянию ПеМП 40 Гц + вибрация 10 Гц (рис. 1). В остальных группах наблюдался нейтральный эффект. Угнетающего действия на онтогенез пшеницы озимой не было выявлено.

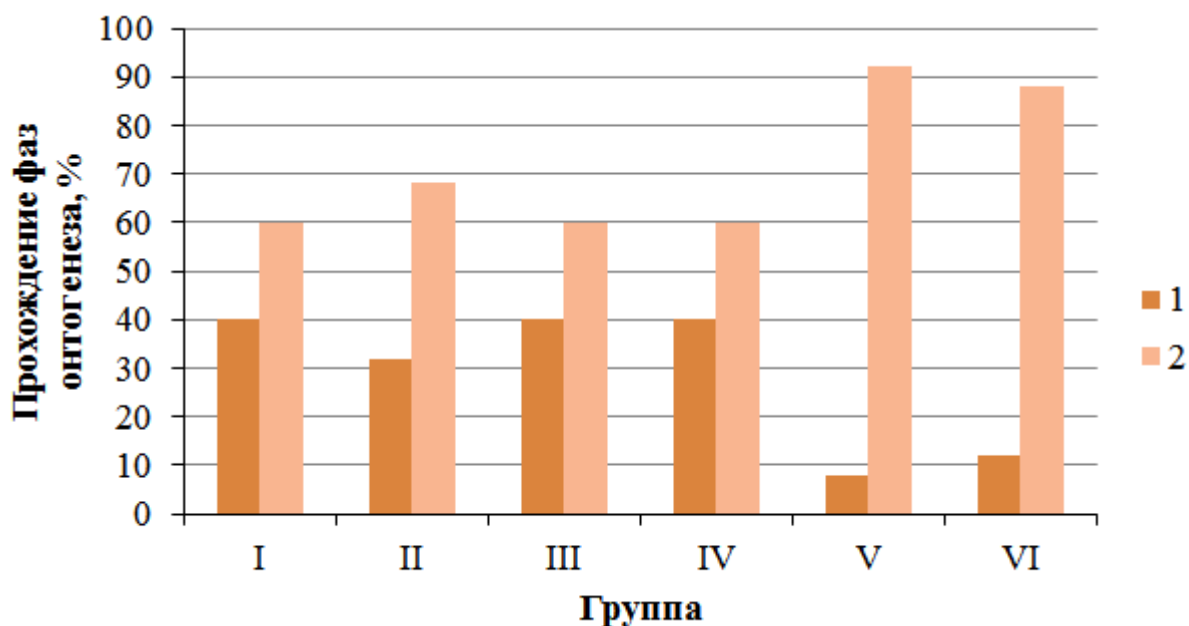


Рис. 1. Прохождение фаз онтогенеза пшеницы озимой в зависимости от способа облучения семян

Примечание: 1 – наклюнулись; 2 – фаза 1 лист; I – контроль, II – Вибрация (В) 10 Гц, III – ПеМП 50 Гц., IV – ПеМП 50 Гц + В, V группа – 40 Гц., VI группа – ПеМП 40 Гц + В.

При оценке морфометрии надземной части пшеницы озимой стимулирующий эффект (+43 %) наблюдали только в группе (№6) с сочетанным влиянием ПеМП 40 Гц и вибрацией 10 Гц (рис. 2).

Для всех остальных групп растений угнетающее действие оценено в пределах 10–28 %. Полученный эффект является весьма интересным, в связи с тем, что обработка семян только вибрацией (группа №2) и только переменным магнитным полем (группа №5) подействовала как ингибитор роста надземной части (21 и 15 % соответственно). А их сочетанное действие вызвало, по-видимому, компенсаторный эффект и активацию зародыша.

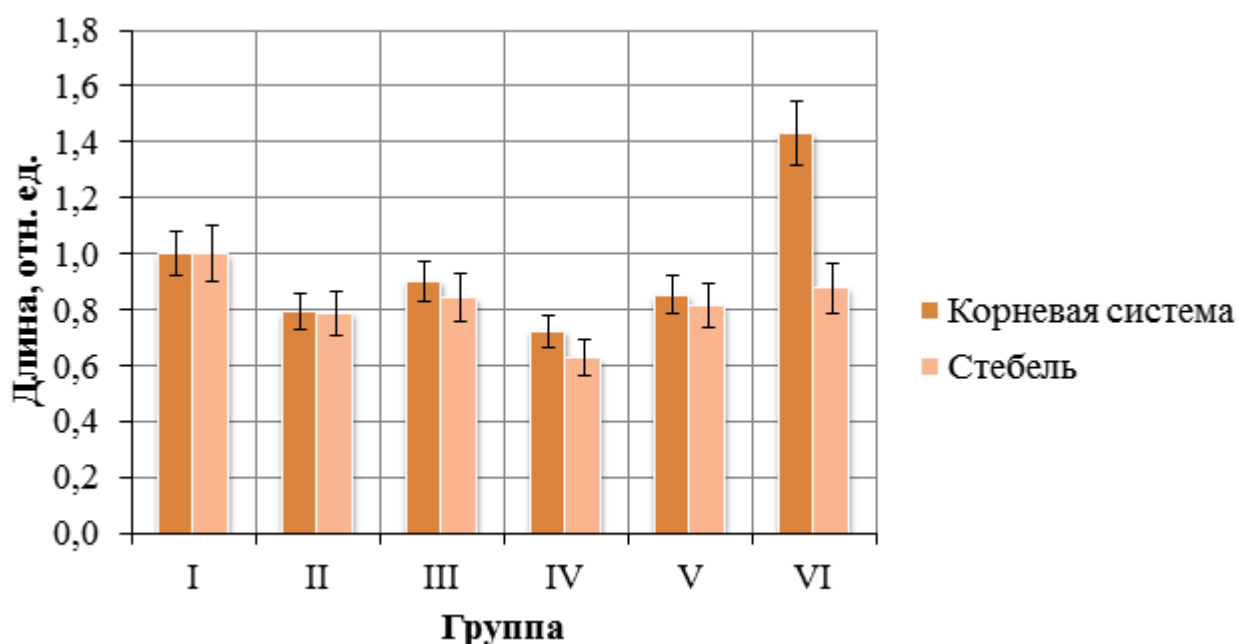


Рис. 2. Зависимость относительной длины стебля и корня от способа облучения семян  
Примечание: I – контроль, II – Вибрация (В) 10 Гц, III – ПеМП 50 Гц., IV – ПеМП 50 Гц + В, V группа – 40 Гц., VI группа – ПеМП 40 Гц + В.

Данные исследования будут продолжены и на данный момент стоит задача в поиске молекулярных механизмов ответных реакций пшеницы озимой на действие физических факторов (вибрации и переменного магнитного поля) как в отдельности, так и при их сочетанном воздействии.

### Список литературы

1. Доспехов, Б. А. Методика опытного дела : моногр. / Б.А. Доспехов. – М. : Агропромиздат, 1986. – 196 с.
2. Лаврский, А. Ю., Лебединский И. А. Влияние электромагнитных колебаний различных частот на деление клеток в меристеме корня *Allium cepa* / А. Ю. Лаврский, И. А. Лебединский // Биологические науки. – 2013. – С.10-20.
3. Корниенко, В. О. Влияние переменного магнитного поля (1-14 мТл) на рост и развитие кукурузы сахарной / В. О. Корниенко, П. Ф. Котюк, А. С. Яицкий // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки. – 2021. – №11. – С. 17-23. doi: 10.37882/2223-2966.2021.11.12
4. Корниенко, В. О. Влияние переменного магнитного поля с различным временем экспозиции на рост и развитие кукурузы сахарной (*Zea mays* L.) / В. О. Корниенко, П. Ф. Котюк, А. С. Яицкий // Естественные и технические науки. – 2021. – №11 (162). – С. 57–61.
5. Корниенко, В. О. Влияние наночастиц Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> на онтогенез и морфометрические показатели кукурузы сахарной (*Zea mays* L.) / В. О. Корниенко, О. Р. Кольченко, А. С. Яицкий // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки. – 2020. – № 8 (2). – С. 30-36.

## КИНЕТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КРИВОЙ ПЕРЕМЕННОЙ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ТОКСИКАНТА

*Губарев А.А., Романчук С.М.*, канд. техн. наук  
Донецкий национальный университет, г. Донецк, РФ  
*Gubarev\_A\_A\_@mail.ru*

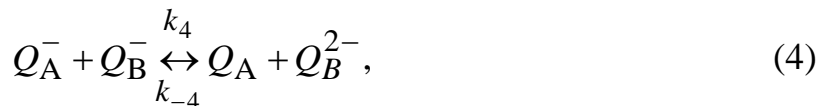
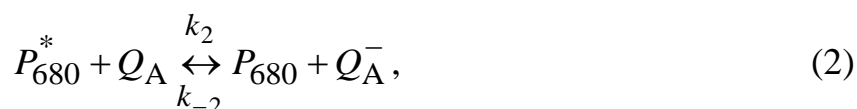
Под действием токсиканта изменяется форма нормированной кривой переменной флуоресценции (КПФ). Для моделирования КПФ используется метод кинетического Монте-Карло [1] и кинетические модели, основанные на системах обыкновенных дифференциальных уравнений [2]. За формирование большей части флуоресценции отвечает фотосистема II (ФС II). Поэтому для быстрого моделирования КПФ используются кинетические модели, описывающие в основном только ФС II.

Объектом исследования служила чистая культура одноклеточной зеленой водоросли *Chlorella sorokiniana*. В качестве токсиканта использована соль  $\text{CuSO}_4$  с концентрацией 5.5 мг/л (пятикратное превышение предельно допустимой концентрации). Для получения кривой переменной флуоресценции (КПФ) использовался разработанный макет флуориметра ФС-2, позволяющий регистрировать интенсивность флуоресценции с постоянным шагом по времени 10 мкс. Для возбуждения флуоресценции использовался белый свет мощностью  $2.4 \text{ ммоль} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ . Полученные данные сглаживались и для наглядности при графическом отображении выводились прореженные данные.

Изменение формы КПФ может служить индикатором наличия токсиканта.

Цель работы – выяснить возможный механизм изменения формы КПФ.

Обозначим реакционный центр ФС II в невозбуждённом состоянии через  $P_{680}$ , а в возбуждённом через  $P_{680}^*$ .





Уравнение (1) описывает возбуждение светом РЦ с константой скорости реакции  $k_1$  и обратную реакцию деактивации с константой скорости  $k_{-1}$ . В состав РЦ включён также кислород выделяющий комплекс (КВК) и феофитин. Уравнение (2) описывает разделение заряда с последующей нейтрализацией РЦ, в результате получения электрона от КВК. Уравнения (3) и (4) описывают передачу электрона от  $Q_A$  к  $Q_B$  для случая нейтрального  $Q_B$  и однократно восстановленного. Уравнение (5) описывает протонирование  $Q_B^{2-}$  и его замену на нейтральный  $Q_B$  из пула свободных пластохинонов. Этой схеме соответствует размеченный граф, показанный на рис. 1. Здесь через  $S_i$  обозначены состояния. В скобках после  $S_i$ : первая цифра — 1, если РЦ в возбуждённом состоянии, и 0, если в невозбуждённом; вторая цифра — заряд  $Q_A$ ; третья цифра — заряд  $Q_B$ . Приведенному графу соответствует система 9 уравнений для вероятностей нахождения комплекса в состоянии  $p_i$ .

Обычно предполагается (см., например, [2]), что флуоресценция пропорциональна вероятности нахождения комплекса в возбуждённом состоянии. Такое предположение и было принято при моделировании

$$F = K(p_2 + p_5 + p_8),$$

где  $K$  — константа пропорциональности. Нормирование КПФ выполнялось по формуле  $I(t) = F(t)/F_{\max}$ .

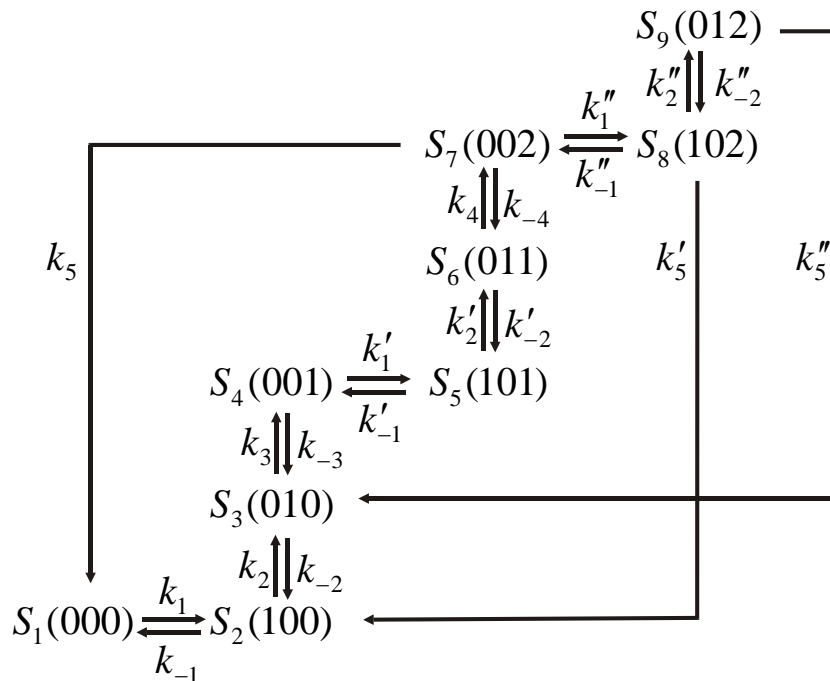


Рис. 1. Размеченный граф используемой модели фотосистемы II

Путем выбора значений констант с учетом известных из литературных источников диапазонов значений можно получить модельную КПФ достаточно близко расположенную к экспериментальной КПФ на участке от  $10^{-4}$  до 1 с. Таким способом сначала были подобраны константы для описания экспериментальной КПФ без воздействия токсиканта (контроль). Увеличение ординаты нормированной КПФ в области пика  $I$  в результате воздействия токсиканта можно добиться уменьшением констант  $k_3$ ,  $k_{-3}$ ,  $k_4$  и  $k_{-4}$  в 1.5 раз, а несколько более поздний выход на максимум при помощи уменьшения константы  $k_1''$  до  $0.002k_1$  (рис. 2). Изменение значений других констант по сравнению со значениями для моделирования контроля не приводило к качественному согласию с экспериментальными данными, случай  $k_5$  на вставке рис. 2.

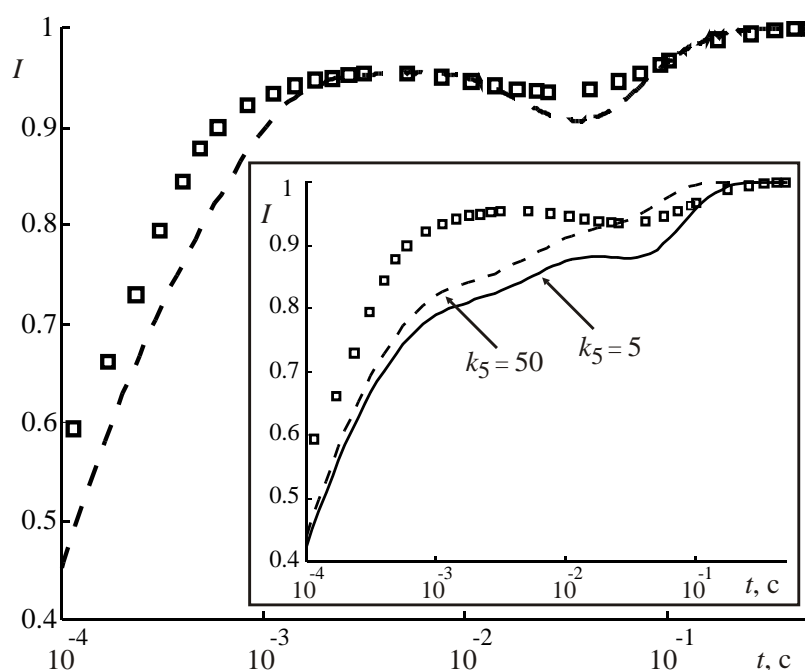


Рис. 2. Экспериментальная (символы) и модельная кривая переменной флуоресценции для случая воздействия токсикантом с концентрацией 5 ПДК в течение 30 минут  
*Примечание:* во вставке приведены модельные КПФ для основного набора параметров и изменении значения параметра  $k_5$

Следовательно, наиболее правдоподобным предположением результата кратковременного воздействия ионов  $\text{Cu}$  на водоросли будет предположение о снижении скорости переноса электрона с  $Q_A$  на  $Q_B$ .

### Список литературы

1. Маслаков, А. С. Описание процессов в ансамблях фотосинтетических реакционных центров с помощью кинетической модели типа Монте-Карло // Компьютерные исследования и моделирование. – 2020. – Т. 12. – С. 1207–1221. DOI: 10.20537/2076-7633-2020-12-5-1207-1221.
2. Guo, Y. Modeling and simulation of the initial phases of chlorophyll fluorescence from Photosystem II / Y. Guo, J. Tan // BioSystems. – 2011. – Vol. 103. – P. 152–157.



## **ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСЕВНОГО ОБЛУЧЕНИЯ ПЕРЕМЕННЫМ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ СЕМЯН КУКУРУЗЫ САХАРНОЙ (*ZEA MAYS L.*) НА ЕЁ ОНТОГЕНЕЗ**

***Корниенко В.О., Котюк П.Ф.***

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет» г. Донецк, РФ  
*kornienkovo@mail.ru*

Оценка отдельного экологического вклада различных физических факторов на растительные организмы в природной среде является актуальной задачей. Многие исследователи используют выборочные параметры физических факторов (инфракрасные и гамма лучи, обработка лазером и ультразвуком, высокочастотный нагрев, применение электрических и магнитных полей), например, для активации зародыша в качестве предпосевной обработки семян растений [1–3], однако все исследования в основном выполняются только в лабораторных условиях. Нашей группой также были выполнены предварительные исследования по оценке действия переменного магнитного поля на ранние стадии онтогенеза семян кукурузы сахарной в лабораторных условиях на экспериментальной установке [4, 5]. Однако оценить дальнейший рост и развитие выборки в течение сезона не представлялось физически возможным. В 2022 году, на выбранном относительно экологически чистом участке, была проведена закладка контрольного и экспериментальных участков. Целью работы являлась оценка влияния переменного магнитного поля на онтогенез (от прорастания до созревания) кукурузы сахарной.

Предварительная обработка семян кукурузы сахарной (в сухом состоянии) происходила в течение 1 часа при постоянном значении частоты ( $f$ ) переменного магнитного поля 50 Гц и магнитной индукции ( $B$ ) со значениями 1 и 4 мТл. Контрольная группа не подвергалась действию переменного магнитного поля. Каждая выборка состояла из 50 семян в 3-кратной повторности.

Установка для облучения семян растений переменным магнитным полем. В отделе физики магнитных явлений и высокотемпературной сверхпроводимости научно-исследовательской части Донецкого национального университета была спроектирована магнитная установка для обработки и модификации биологических объектов. Установка для обработки семян растений переменным магнитным полем представлена на рис. 1. В состав установки входит усилитель, генератор частот специальной формы Г6 28, осциллограф для контроля типа сигнала, его

частоты и амплитуды, а также две катушки, внутри которых и происходит обработка переменным магнитным полем.



Рис. 1. Экспериментальная установка по обработке семян растений переменным магнитным полем

В результате проведенных исследований установили, что влияние переменного магнитного поля в качестве предпосевной обработки семян кукурузы сахарной приводит к достоверному увеличению диаметра стебля у экспериментальной группы №2 ( $B=1$  мТл,  $f=50$ Гц), однако не приводит к достоверному увеличению высоты растения (рис. 2).

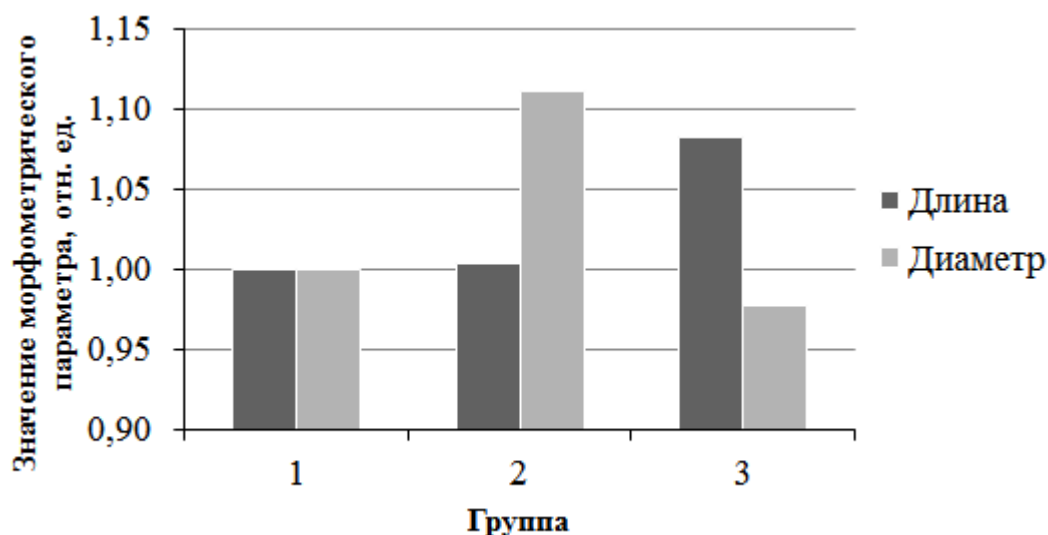


Рис. 2. Зависимость морфометрии надземной части кукурузы сахарной в фазе полной спелости от дозы облучения ПеМП

Примечания: 1 – контрольная группа; 2 – семена обработаны ПеМП при  $B=1$  мТл;  
3 – семена обработаны ПеМП при  $B=4$  мТл

Такие аллометрические изменения приводят в целом к увеличению механической устойчивости всего организма к действию динамической нагрузки в виде ветра. Для группы №3 ( $B=4$  мТл,  $f=50$  Гц) отметили увеличение длины стебля, при этом диаметр не имел достоверных отличий от контрольной группы (рис. 2).

Растения, обработанные переменным магнитным полем, отличались также высокой резистентностью к болезням в отличие от контроля и имели на 24 % меньше поражений зарновок.

В заключении можем сделать вывод об успешных полевых испытаниях ранее разработанной методики предпосевной обработки переменным магнитным полем семян кукурузы сахарной.

### Список литературы

1. Результаты экспериментальных исследований предпосевной обработки семян подсолнечника переменным магнитным полем / М. А. Таранов, П. В. Гуляев, П. Т. Корчагин, К. К. Пупенко, А. С. Татаринцев // АгроЭкоИнфо. – 2020. – №4. – С. 1–10.
2. Предпосевная обработка семян подсолнечника, сои и кукурузы низкочастотным электромагнитным излучением / Н. С. Левина, Ю. В. Тертышная, И. А. Бидей, О. В. Елизарова // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2018. – № 12(4). – С. 22-28. DOI:10.22314/2073-7599-2018-12-4-22-28.
3. Козырский, В.В. Влияние магнитного поля на транспорт ионов в клетке растений / В.В. Козырский, В.В. Савченко, А.Ю. Синявский // Вестник ВИЭСХ. – 2014. – №3(16). – С. 18-22.
4. Корниенко, В. О. Влияние переменного магнитного поля (1-14 мТл) на рост и развитие кукурузы сахарной / В. О. Корниенко, П. Ф. Котюк, А. С. Яицкий // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки. – 2021. – №11. – С. 17–23. DOI: 10.37882/2223-2966.2021.11.12.
5. Корниенко, В.О. Влияние переменного магнитного поля с различным временем экспозиции на рост и развитие кукурузы сахарной (*Zea mays* L.) / В. О. Корниенко, П. Ф. Котюк, А. С. Яицкий // Естественные и технические науки. – 2021. – №11 (162). – С. 57–61.

## ВЛИЯНИЕ СОЧЕТАННОГО ДЕЙСТВИЯ ПЕРЕМЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ И ВИБРАЦИИ НА МОРФОМЕТРИЮ И ОНТОГЕНЕЗ КУКУРУЗЫ САХАРНОЙ

*Корниенко В.О., Сидоренко О.А.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, РФ  
*kornienkovo@mail.ru*

В предварительных экспериментах [1; 2] мы показали, что действие переменного магнитного поля на семена кукурузы сахарной «Пролетарская» (элита) с экспозицией 15, 30, 45 и 60 минут отразилось на ранних стадиях онтогенеза растений. Были выявлены как ингибирующие эффекты, заключающиеся в торможении прохождения стадий онтогенеза и снижении ростовых показателей кукурузы сахарной, так и стимулирующие эффекты, которые возможно использовать в сельском хозяйстве в качестве метода предпосевной обработки семян.

Целью настоящего исследования явилась оценка сочетанного действия уже ранее полученной схемы обработки семян кукурузы сахарной «Пролетарская» (элита) переменным магнитным полем ( $B = 1$  мТл,  $t = 60$  мин.,  $f_{\text{ПемП}} = 50$  Гц) с расширением частотного диапазона ПемП (10–50 Гц), а также низкочастотной вибрации ( $f_{\text{вибр.}} = 8$  Гц,  $t = 60$  мин.).

Обработка семян кукурузы сахарной происходила в течение 1 часа при постоянном значении магнитной индукции ПемП (1 мТл) и в диапазоне частот от 10 до 50 Гц с шагом 10 Гц. Обработка вибрацией осуществлялась на экспериментальной вибрационной установке, показанной на рис. 1.



Рис. 1. Экспериментальная вибрационная установка для обработки семян вибрацией

Для получения сочетанного эффекта действия вибрации и переменного магнитного поля дополнительно были сформированы выборки, которые подвергались низкочастотной вибрации со значением 8 Гц. Каждая выборка состояла из 50 семян в 3-кратной повторности.

Семена подвергали обработке физическими факторами в сухом состоянии, затем образцы помещались в ростовую камеру, при этом подложкой для семян служила влажная фильтровальная бумага. Полив

осуществляли только дистиллированной водой. Семена проращивали при температуре +20 °С. Энергию прорастания и всхожесть семян определяли в сроки, указанные в ГОСТ 12038-84: на 3-е сутки (энергия прорастания) и 8-е сутки (всхожесть). После завершения эксперимента оценивали среднюю длину стебля и главного корня в каждой из выборок (*lcp.*). Все полученные результаты обрабатывались методами вариационной статистики с использованием пакета компьютерных программ «Statistica».

В результате проведенных исследований установлено, что влияние низкочастотной вибрации (8 Гц) оказывает ингибирующее воздействие на ранних стадиях онтогенеза кукурузы сахарной, выражающееся в значительном снижении ростовых показателей её надземной части (–60 %) и недоразвитости корневой системы (–60 %) растений. В условиях промышленного города такие механические колебания присутствуют вдоль автомагистралей и входят в спектр вибрационно-акустического загрязнения территорий. Влияние переменного магнитного поля с амплитудой 1 мТл и частотным диапазоном 10–50 Гц в целом оказывает стимулирующее воздействие на ранние стадии онтогенеза кукурузы сахарной «Пролетарская» (элита) (от 12 % до 20 % в зависимости от частоты). Максимальные значения в морфометрии растений (+40 % – развитие стебля; +50 % – развитие корневой системы) отмечены под влиянием переменного магнитного поля с частотой 30 Гц; тогда как в группах с частотой ПеМП 10, 20 и 40 Гц стимулирующее действие составляло 10–20 %, а при частоте 50 Гц отмечалось развитие как стебля (+30 %), так и главного корня (+20 %). При сочетанном действии ПеМП и низкочастотной механической вибрации (8 Гц) отмечен стимулирующий эффект при прохождении фаз онтогенеза на 16–20 %. В группах с частотами ПеМП 50 Гц и 40 Гц выявлено значительное стимулирующее действие сочетанного влияния факторов на морфометрию надземной части растений (+20 % и +50 % соответственно), однако для корневой системы такое влияние было минимальным (до +10 %). Ингибирующий эффект выявлен в группе, растения которой подверглись влиянию сочетанного действия ПеМП с частотой 10 Гц и вибрации с частотой 8 Гц. Некоторые полученные схемы обработки семян магнитным полем ( $B = 1 \text{ мТл}$ ;  $f_{\text{ПеМП}} = 30 \text{ Гц}$  и  $50 \text{ Гц}$ ) и в сочетании с вибрацией ( $f_{\text{ПеМП}} = 40 \text{ Гц} + f_{\text{вibr.}} = 8 \text{ Гц}$  и  $f_{\text{ПеМП}} = 50 \text{ Гц} + f_{\text{вibr.}} = 8 \text{ Гц}$ ) можно рекомендовать для предпосевной обработки *Zea mays L.*

### Список литературы

1. Корниенко, В.О. Влияние переменного магнитного поля (1-14 мТл) на рост и развитие кукурузы сахарной / В. О. Корниенко, П. Ф. Котюк, А. С. Яицкий // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки. – 2021. – №11. – С. 17-23. DOI: 10.37882/2223-2966.2021.11.12
2. Корниенко, В.О. Влияние переменного магнитного поля с различным временем экспозиции на рост и развитие кукурузы сахарной (*Zea mays L.*) / В. О. Корниенко, П. Ф. Котюк, А. С. Яицкий // Естественные и технические науки. – 2021. – №11 (162). – С. 57–61.

## **ПРИМЕНЕНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ И ПРОРАЩИВАНИЯ СЕМЯН СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

*Котюк П.Ф.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет» г. Донецк, РФ  
*pkotyuk01@mail.ru*

В настоящее время актуальной задачей является поиск методов повышения урожайности сельскохозяйственных культур без применения химических веществ. Перспективным методом является предпосевная обработка семян в магнитном поле [1–2], а также дальнейшее проращивание растений в магнитном поле. У данного метода есть ряд преимуществ: относительная дешевизна производства и экологическая безопасность.

В работе Ерохина А.И. [3] был разработан наиболее оптимальный режим воздействия электромагнитного поля на семена гороха, уточнены функции прибора, установлено оптимальное время обработки семян.

Исследования проводились на семенах гороха сортов Норд, Труженик и Орлус, в низкочастотном электромагнитном поле прибора «Биомаг», рабочие частоты которого находятся в пределах от 0,1 до 100 Гц, а пиковая мощность в импульсе, отдаваемая в антенный контур – 30 Вт.

В результате исследований вычислили наиболее оптимальное время обработки семян гороха электромагнитным полем, что составило 2 часа. При дальнейшем применении электромагнитного поля на семенах до 3 часов существенного повышения их посевных качеств не отмечено.

Экспериментальные исследования, Савченко В.В. и авторов [4], посвященные предпосевной обработке семян, проводились с семенами подсолнечника сорта «Люкс» на лабораторной установке.

Для эксперимента, с помощью четырёх постоянных магнитов из интерметаллического композита NdFeB, создавалось магнитное поле, через которое на транспортной ленте перемещались семена. Магниты были установлены параллельно над и под лентой транспортера с переменной полярностью. Магнитная индукция варьировалась в пределах 0–0,4 Тл, скорость движения семян – в пределах 0,4–0,8 м/с.

В результате исследований было установлено, что предпосевная обработка семян в переменном магнитном поле улучшает посевное качества семян, это связано с увеличением скорости протекания химических и биологических реакций, возрастанием растворимости солей и кислот, увеличением проницаемости биологических мембран, а так же

усилением транспорта воды, ионов и молекул в клетку. С изменением квадрата магнитной индукции, градиента магнитного поля и скорости движения семян, зависимо изменяются энергия прорастания, биометрические показатели и всхожесть. Наиболее стимулирующий эффект наблюдается при следующих параметрах обработки: магнитная индукция – 0,065 Тл, четырехкратное перемагничивание, градиент магнитного поля – 0,57 Тл/м, и скорость движения семян – 0,4 м/с. При данном режиме обработки всхожесть семян возрастает на 24 %, а энергия прорастания – на 28 %.

В работе Клочкова с авторами [5], изучалось воздействие искусственного магнитного поля, на проращивание семян различных сельскохозяйственных растений. Для исследований использовались семена зерновых, зернобобовых, масличных и других растений. В результате исследования было установлено стимулирующее воздействие магнитного поля на прорастание семян. Положительный эффект наблюдается при размещении магнита на верхней чашке Петри и магнитной индукции около 8–10 мТл в центре чаши. Увеличение биомассы на 5-й день проращивания составляет 19–22 %. Отрицательное действие наблюдается при размещении магнитов с двух сторон и магнитной индукции 13–18 мТл.

Магнитное поле, при определенных параметрах, положительно влияет на рост и развитие сельскохозяйственных растений, как при предпосевной обработке семян, так и при дальнейшем проращивании. Из чего можно сделать вывод, что при дальнейшем изучении, данный метод может служить экологически безопасной альтернативой химическим удобрениям.

### Список литературы

1. Корниенко, В. О. Влияние переменного магнитного поля (1-14 мТл) на рост и развитие кукурузы сахарной / В. О. Корниенко, П. Ф. Котюк, А. С. Яицкий // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки. – 2021. – №11. – С. 17-23. doi: 10.37882/2223-2966.2021.11.12
2. Корниенко, В.О. Влияние переменного магнитного поля с различным временем экспозиции на рост и развитие кукурузы сахарной (*Zea mays* L.) / В. О. Корниенко, П. Ф. Котюк, А. С. Яицкий // Естественные и технические науки. – 2021. – №11 (162). – С. 57–61.
3. Ерохин, А.И. Применение низкочастотного электромагнитного поля для предпосевной обработки семян гороха / А. И. Ерохин // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2022. – № 2 (42). – С. 66–73.
4. Савченко, В.В. Предпосевная обработка семян подсолнечника в магнитном поле / В. В. Савченко, А. Ю. Синявский // Агротехника и энергообеспечение – 2021. – № 1 (30). – С. 18–23.
5. Клочков, А. В. Проращивание семян в магнитном поле / А. В. Клочков, О. С. Клочкова, О. Б. Соломко // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 3. – С. 163–168.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВТОРЯЕМОСТИ ЭФФЕКТА ДЕЙСТВИЯ  
ПЕРЕМЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА СЕМЕНА  
*TRITICUM AESTIVUM* L.**

**Фролова Е.Г.**

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

*Elena.Frolova.2011@yandex.ru*

Магнитные поля техногенного происхождения давно стали частью среды обитания живых организмов. Антропогенное воздействие на природу прямо пропорционально развитию науки и техники. Соответственно, с течением времени, это воздействие будет увеличиваться. В связи с этим, крайне важно установить механизмы действия магнитных полей на биологические объекты. Исследования в этой области ведутся уже несколько десятилетий [1-5], однако биофизический механизм действия магнитного поля на живые организмы пока не найден.

Трудности в поисках этого механизма связаны с тем, что в живых организмах постоянно происходят различные процессы, то есть состояние организма изменяется. Поэтому важно отличить магнитобиологический эффект эксперимента от естественных процессов организма [2]. Также возникает вопрос трудности воспроизводимости экспериментов.

Для проверки воспроизводимости эксперимента по влиянию переменного магнитного поля использовались две установки для генерации магнитного поля с промышленной частотой 50 Гц. Результаты прорастания семян на третий день эксперимента указаны в таблице 1.

Таблица 1

Прорастание семян *Triticum aestivum* L. на 3 день эксперимента

3 день	Не проклюнувшиеся, %	Проклюнувшиеся, %	Колеоптиль, %
Контроль	–	84	16
1 мТл (1 установка)	16	72	12
1 мТл) 2 установка)	13	77	10

Величина магнитной индукции составляла 1 мТл. В качестве объекта исследования использовались семена сорта озимой пшеницы «Благодарна Одесская» в количестве 45 штук для каждой пробы. Время экспозиции опытной пробы составляло 1 час.



После обработки магнитным полем семена пшеницы заливались дистиллированной водой.

На диаграммах показан уровень развития надземной части (рис. 1) и корневой системы (рис. 2) *Triticum aestivum* L. на 7 и 14 день эксперимента при облучении на 1 и 2 установках.

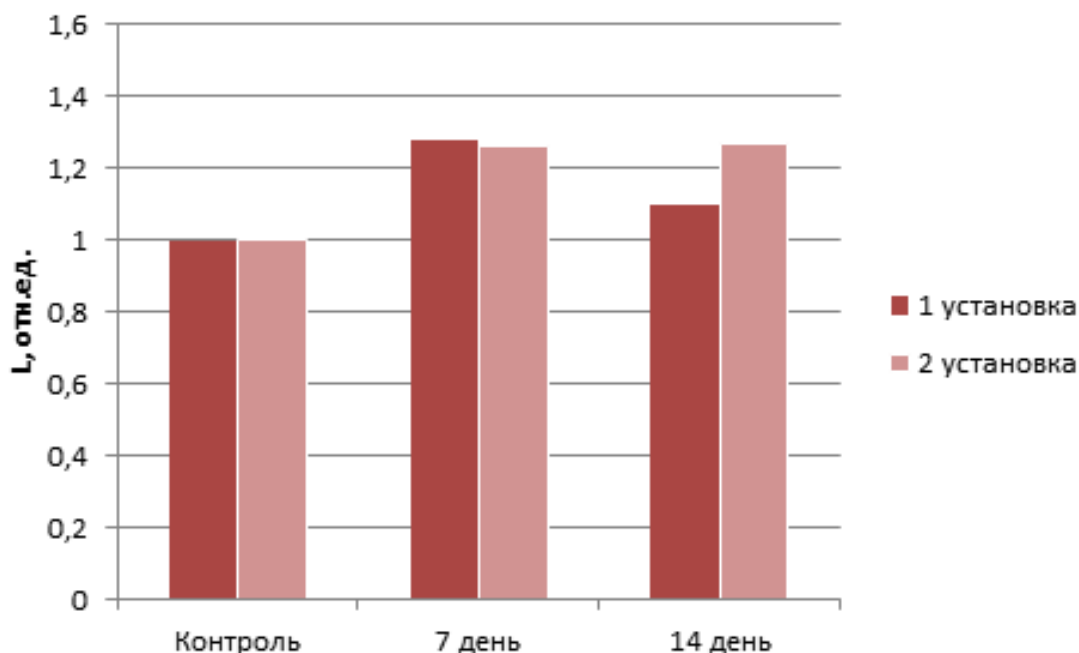


Рис. 1. Уровень развития надземной части *Triticum aestivum* L. при величине магнитной индукции 1 мТл

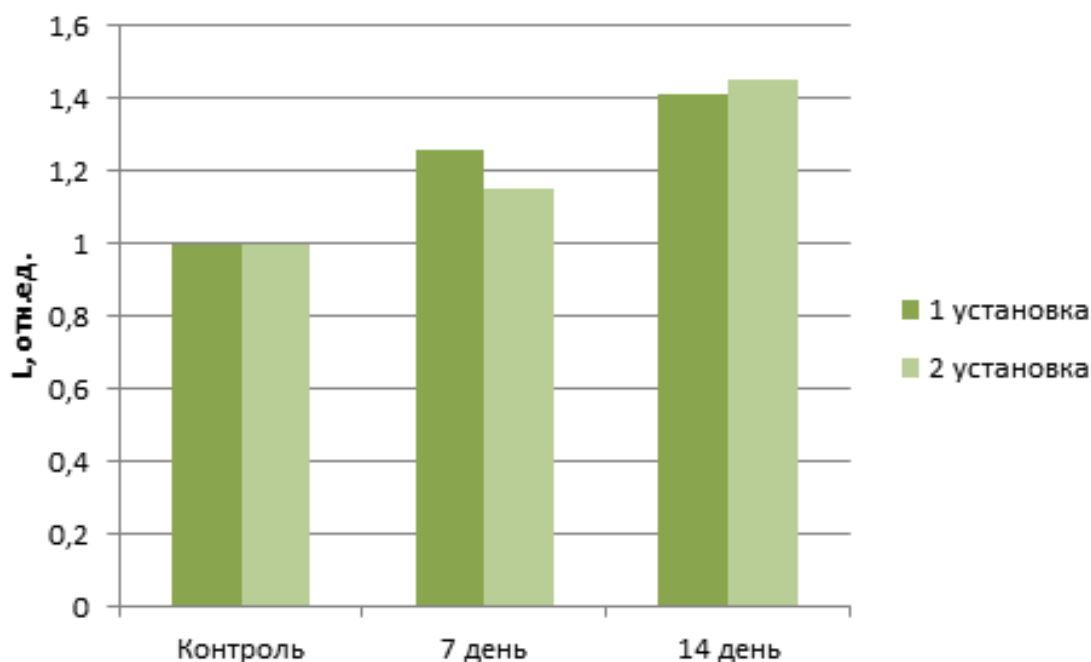


Рис. 2. Уровень развития корневой системы *Triticum aestivum* L. при величине магнитной индукции 1 мТл

Результаты эксперимента показали, что при действии переменного магнитного поля с частотой 50 Гц и величиной магнитной индукции 1 мТл на двух установках, магнитобиологический эффект у надземной части *Triticum aestivum* L. совпадает на 7 день и незначительно отличается на 14 день эксперимента. А у подземной части *Triticum aestivum* L. на 7 день незначительно отличается, а на 14 день эксперимента практически совпадает.

Таким образом, при обработке семян сорта озимой пшеницы «Благодарна Одесская» переменным магнитным полем с частотой 50 Гц и величиной магнитной индукции 1 мТл, наблюдается стимулирующий магнитобиологический эффект, который повторяется при проверке на второй магнитной установке.

### Список литературы

1. Черногубов, Н. С. Исследование техногенных электромагнитных полей / Н. С. Черногубов, А. В. Пашковец // Молодой ученый. – 2014. – № 20 (79). – С. 20-25. URL: <https://moluch.ru/archive/79/13913/> (дата обращения: 29.09.2022).
2. Тирас, Х. П. Биологические эффекты слабых магнитных полей: сравнительный анализ / Х. П. Тирас, О. Н. Петрова, С. Н. Мякишева, К. Б. Асланиди // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 12-7. – С. 1442–1451. URL: <http://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=36382> (дата обращения: 15.10.2020).
3. Бинги, В.Н. Физические проблемы действия слабых магнитных полей на биологические системы / В. Н. Бинги, А. В. Савин // УФН. – 2003. – № 173(3). – С. 265–300.
4. Влияние крайне слабых переменных магнитных полей на регенерацию планарий и гравитационную реакцию растений / Н.А. Белова [и др.] // Биофизика. – 2010. – Т. 55, № 4. – С. 704–709.
5. Бучаченко, А.Л. Новые механизмы биологических эффектов ЭМП / А.Л. Бучаченко, Д. А. Кузнецов, В. Л. Вердинский // Биофизика. – 2006. – Т. 51, № 3. – С. 545–552.

## ИЗУЧЕНИЕ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ КЛЕТОК ФИТОПЛАНКТОНА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ОСВЕЩЕННОСТИ

*Чуфицкий С.В., Ожеван Я.В.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, РФ  
*chufitsky@donnu.ru*

В связи с ухудшением состояния водных экосистем все большее значение приобретают исследования процессов, влияющих на качество природных вод, и прежде всего, влияющих на протекание фотосинтеза планктона, за счет которого водоем пополняется первичным органическим веществом и кислородом. Наиболее значимым фактором для этого процесса, протекающего в водной среде, является свет [1]. Таким образом, целью исследования являлось изучение флуоресценции клеток фитопланктона при различных условиях освещенности.

В качестве объекта исследования использовали культуру микроводорослей *Chlorella sorokiniana*. Флуоресценцию суспензии водорослей, а также световые кривые анализировали с помощью флуориметра Phyto-PAM, кривые индукции флуоресценции регистрировали с помощью флуориметра ФС-2. Освещение создавали с помощью светодиодной лампы полного спектра А60 фирмы Uniel, а также с помощью люминесцентной лампы LD 50. В ходе исследования использовали два световых режима: 12 часов свет – 12 часов темнота, а также 8 часов свет – 16 часов темнота, которые наиболее часто применяются при культивировании культур клеток фитопланктона.

На рисунке 1 представлены результаты измерений содержания хлорофилла *a* в культуральной среде в различных условиях освещенности. На рисунке символами LD\_8+16 и LD-12+12 обозначено культивирование при освещении люминесцентной лампой с режимом освещения 8 :16 ч. и 12 :12 ч., соответственно, а также Uniel\_8+16 и Uniel\_12+12 – культивирование при освещении диодной лампой Uniel с аналогичным режимом освещения.

Световой режим 8 ч.:16 ч. приводил к более медленному нарастанию культуры клеток, что указывает на недостаточное количество падающего света. Такой результат был справедлив для обоих исследуемых источников света. Более интенсивное нарастание концентрации хлорофилла было характерно для культуры, освещенной люминесцентной лампой с режимом 12 :12 ч. начиная с 4 дней экспозиции. Для данного режима под светодиодной лампой на 18 сутки исследования наблюдали резкое возрастание концентрации фотопигмента, что может соответствовать началу экспоненциальной фазы роста культуры.

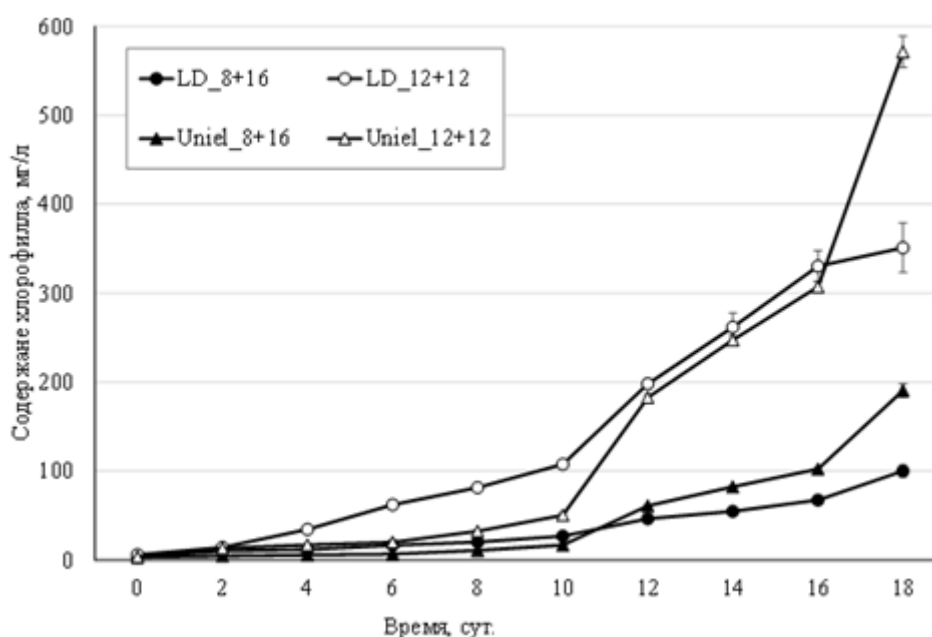


Рис. 1. Динамика содержания хлорофилла при культивировании культуры *Chlorella sorokiniana* при различных условиях освещенности

Параллельно с определением концентрации хлорофилла выполняли регистрацию световых кривых. На 18 сутки эксперимента для клеток *Chlorella sorokiniana* были характерны более высокие показатели скорости электронного транспорта (ETR) при более длительной световой фазе. Для всех тест-культур были характерны одинаковые значения скорости электронного транспорта при интенсивностях действующего света, близких к измерительному и слабому актиничному – до  $264 \text{ мкмоль} \cdot \text{квант} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ . Наименьшие значения ETR были получены для культур, выращенных при свете лампы LD 50 при световом режиме 8 : 16 ч. Также наблюдали четкое распределение между тест-культурами фитопланктона по показателю ETR(max) в зависимости от условий освещенности. Наибольшие значения скорости транспорта были получены для светодиодного источника света при световом режиме 12 : 12 ч. Наблюдали четкие различия между световыми режимами 12 : 12 ч. и 8 : 16 ч. Режим 12 : 12 ч. обеспечивает оптимальное насыщение световой энергией и приводит к более интенсивному транспорту световой энергии возбуждения на уровне фотосистемы II.

При анализе кривых индукции быстрой флуоресценции хлорофилла были получены следующие результаты. Достоверные отличия значений квантового выхода для исследуемых тест-культур были получены в отдельные промежутки времени, однако, при этом выделить определенную тенденцию не удалось, т.к. в большинстве случаев показатели не отличались при любых условиях культивирования. Стоит отметить, что на начальном этапе эксперимента квантовый выход флуоресценции составлял около 0,55, тогда как после 18 суток культивирования данный показатель

достигал значений 0,72. Параметр  $P_I$  является показателем функциональной активности фотосистемы II, отнесенным к количеству поглощенной световой энергии [2]. Для индекса производительности также, как и для квантового выхода флуоресценции, не было получено достоверных отличий между отдельными культурами клеток фитопланктона при различных условиях освещенности. В течение первых восьми суток эксперимента показатель  $P_I$  колебался в пределах от 0,55 до 0,6 для всех культур клеток, а затем возрастал на 12-е сутки до 0,75.

Таким образом, для показателей  $P_I$  и  $F_v/F_m$  отмечали возрастание с увеличением длительности экспозиции, что указывает на повышение эффективности функционирования электрон-транспортной цепи фотосистемы II. Однако, метод регистрации кривых индукции флуоресценции не позволил выявить различия между различными режимами освещения при культивировании, а позволил лишь определить общую тенденцию изменения основных флуориметрических показателей.

Светодиодный источник света обеспечивает лучшие условия для культивирования клеток *Chlorella sorokiniana*, в сравнении с люминесцентной лампой, что связано со спектральными свойствами источников освещения, а также различиями в интенсивности излучаемого света. Однако, результаты исследования, полученные при световом режиме 12 : 12 ч. для тест-культур, выращенных под люминесцентной лампой, позволяют оценить данный источник освещения как пригодный для выращивания клеток фитопланктона. Световой режим 8 : 16 ч. обеспечивает недостаточное количество световой энергии для культивирования интенсивной культуры клеток фитопланктона, что проявляется как в снижении скорости прироста концентрации хлорофилла, так и в более низких показателях функционирования электрон-транспортной цепи фотосистемы II согласно результатам измерений скорости электронного транспорта. Световой режим 12 : 12 ч. является более предпочтительным при культивировании культур зеленых микроводорослей, в частности, с помощью светодиодного источника света полного спектра.

### Список литературы

1. Корнеев, Д.Ю. Информационные возможности метода индукции флуоресценции хлорофилла : моногр. / Д.Ю. Корнеев. – Киев : Альтерпрес, 2002. – 188 с.
2. Переменная и замедленная флуоресценция хлорофилла а – теоретические основы и практическое приложение в исследовании растений : моногр. / В.Н. Гольцев, М.Х. Каладжи, М.А. Кузманова, С.И. Аллахвердиев. – М. Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2014. – 220 с.

# ***Ботаника и экология***

УДК 504.4.054: 504.42: 504.45

## **СОДЕРЖАНИЕ РАСТВОРЕННОГО КИСЛОРОДА (ПО ВИНКЛЕРУ) И ЧИСЛЕННОСТЬ ФИТОПЛАНКТОНА В г. ДОНЕЦКЕ**

***Ангельский Р.А.***

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, РФ  
*facelessvillain@mail.ru*

Изучение процесса «цветения» водных объектов в гидробиологии является важнейшей задачей современного времени, требующей детального ее изучения с точки зрения важности для окружающего мира и деятельности человека.

За последнее время вредоносное «цветение» водорослей в водоемах стало актуальной проблемой городов Донбасса. Данное явление объясняется влиянием множества факторов, основными из которых являются: изменение климата; поступление минеральных и органических веществ в воду посредством деятельности предприятий различного типа направления; интенсивная хозяйственная деятельность.

«Цветение» водоема представляет собой вредоносное явление, в результате которого происходит обильное размножение водорослей в гидросистеме, что приводит к недостатку кислорода в воде, поступлению токсических веществ (например, цилиндропермопсин, ВМАА), выделяемых цианобактериями, что в свою очередь сопровождается гибелью водных организмов. Ухудшение респираторных условий водного объекта происходит вследствие массового развития фитопланктона и поглощения им растворенного кислорода.

Визуально «цветение» водорослей в водоемах выражается в появлении характерной окраски воды – она становится зеленого, бурого или темно-оранжевого цвета [2, 3]. Для определения содержания растворенного кислорода отобранных проб водоемов г. Донецка в лабораторных условиях необходимо воспользоваться методом Винклера и рассчитать полученные результаты [1]. Определение численности фитопланктона в водном объекте осуществляли в лаборатории с использованием светового микроскопа и камеры Горяева.

Цель работы – определить содержание растворенного кислорода (по Винклеру) и численность фитопланктона в процессе «цветения» водных объектов г. Донецка.

Материалом работы послужили пробы фитопланктона, отобранные в период весны (июнь-июль) 2021 г. Источниками проб водорослей являлись

река Кальмиус, Первый городской пруд и Второй городской пруд Ворошиловского района г. Донецка.

Таблица 1  
Результаты исследований содержания растворенного кислорода  
и численности фитопланктона в водоемах г. Донецка

Исследуемый объект	Полученные результаты
Содержание растворенного кислорода (по Винклеру), мг/дм <sup>3</sup>	
Кальмиус	3,8
Первый городской пруд	5,5
Второй городской пруд	4,9
Норма по ГОСТу (58797)	4.5–6.5
Численность фитопланктона, тыс. особей	
Кальмиус	42,48
Первый городской пруд	29,52
Второй городской пруд	33,12

Установлено, что в исследуемых водоемах количество растворенного кислорода приближено или лежит в пределах нормы.

При исследовании проб, отобранных из р. Кальмиус, выяснилось, что количество растворенного кислорода отклоняется от нормы в сторону понижения концентрации. Это является следствием того, что в данном водоеме начался процесс «зацветания» водорослей. На данное явление оказывает влияние температурный режим, т. е. пробы отбирались в жаркую погоду. В остальных исследованных водных объектах концентрация растворенного в воде кислорода соответствует норме, что говорит о том, что процесс «цветения» водорослей в воде еще не начался. Отбор проб из водоемов проводился в прохладное время года.

Проведенное определение численности фитопланктона имеет важное значение для понимания состояния водного объекта, в котором они обитают, а также для прослеживания протекающих в воде процессов, с целью улучшения состояния водоема или предотвращения в нем явлений, приводящих к негативным последствиям.

#### Список литературы

1. Борисюк, М. В. Лабораторный практикум по курсу «Гидробиология» / М. В. Борисюк, Э. И. Мирненко, Н. С. Мирненко. – Донецк : ГОУ ВПО ДонНУ, 2017. – 35 с.
2. Макуха, А. О. Фитопланктон как индикатор экологических условий в прудах г. Донецка/ А. О. Макуха, Э. И. Мирненко // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов : сб. докл. XII Междунар. конф. – Донецк: ГОУ ВПО «ДОННТУ», 2018. – С. 189–192.
3. Мирненко, Э. И. Особенности «цветения» водоемов в городе Донецке / Э. И. Мирненко. – Germany : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2015. – 93 с.

## УЧЁТ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ТУРИЗМА

*Антонян А.Л.*

ГО ВПО «Донецкий национальный университет экономики и торговли  
имени Михаила Туган-Барановского», г. Донецк, РФ  
*anush.2001.antonyan@mail.ru*

Состояние окружающей природной среды является актуальной проблемой настоящего времени. Показательный пример проявлений взаимодействия и взаимовлияния природы и человека – развитие экологического туризма на особо охраняемых природных территориях. Как известно, задачами особо охраняемых территорий является охрана природной среды, сохранение и восстановление биологического разнообразия в целях поддержания природного баланса в окружающей среде. Развитие экологического туризма приводит к изменениям в природной среде, зачастую негативным. Этот аспект требует разработки экологической политики и природоохранных мероприятий с учетом антропогенной нагрузки на территории с особым режимом хозяйствования. Именно на данных, полученных в процессе изучения особо охраняемых природных участков наиболее точно можно проследить тенденцию роста общей антропогенной нагрузки и ее воздействия на окружающую среду.

Цель статьи – анализ антропогенной нагрузки на особо охраняемые природные территории Северного Приазовья.

Под Северным Приазовьем в данной работе понимается территория Донецкой Народной Республики и Ростовской области. Развитие экологического туризма рассматривается в работах ведущих отечественных ученых [1–3].

Наибольшая антропогенная нагрузка на гектар площади особо охраняемых территорий отмечена в Ясиноватой 4133,3 чел./га, так как в городе расположен только памятник природы «Истоки Кальмиуса» очень маленький по площади. В Донецке она несколько меньше 3353,27 чел./га, в городе проживает почти половина населения Донецкого региона. В Макеевке 1102,44 чел./га, в других городах не превышает тысячи человек на один гектар площади. Наиболее оптимальна эта цифра в Харцызске 77,14 чел./га. При учете единовременной нагрузки бралось во внимание все население города. По существующим методикам следует учитывать 15 % населения, соответственно в Харцызске эта цифра будет 12 чел./га, что соответствует допустимой рекреационной нагрузке на особо охраняемые природные территории (10-15 чел./га), в других городах нагрузка значительно превышает допустимую, что ведет к дистрессии.



Особенно это четко видно на примере Южного массива Донецкого ботанического сада.

Среди районов ДНР наиболее высокая антропогенная нагрузка в Тельмановском районе (253,26 чел./га) и Старобешевском (186,00 чел./га) и превышает допустимые нормы для особо охраняемых природных территорий. В других районах нагрузка находится в пределах нормы с учетом того, что одновременно посещают природные территории не более 15 % жителей. В целом по районам Донецкого региона нагрузка составляет 26,95 чел./га. По всей территории региона нагрузка составляет 295,51 чел./га, с учетом того, что единовременно ООПТ посетят 15 % жителей нагрузка составит 44,25 чел./га, что в 4 раза превышает допустимую для заповедных территорий, но не превышает допустимую для лесопарковых. Проблема усугубляется тем, что рекреанты сосредоточены в ближайших от населенных пунктов частях заповедных территорий.

В тех пяти городах, где возможно рассчитать антропогенную нагрузку на ООПТ в среднем она составила 23 930 чел./га. Естественно, что сразу все жители оказаться в ООПТ могут только гипотетически, но даже 15 % от этого количества, а именно столько для рекреации и отдыха в выходные дни выбирают посещение природных экосистем, это составит 3 589 чел./га, при норме для лесопарковых зон 100 чел./га. Больше всего испытывают антропогенную нагрузку единственная ООПТ Волгодонска местного значения сквер Дубовая роща, 113 302 чел./га. В Новочеркасске эта цифра составит 3 695 чел./га, в Ростове-на-Дону 2 109 чел./га. Средняя нагрузка на ООПТ городов составила 1847,24 чел./га.

Антропогенная нагрузка на особо охраняемые природные территории, относящиеся к районам Ростовской области самая низкая в Ремонтненском районе (0,16 чел./га), что обусловлено большим удельным весом заповедных территорий (27,7 %). В среднем по районам она составляет 7,1 чел./га, что соответствует нормам для ООПТ даже если все жители района одновременно займутся рекреацией на территории заповедных зон. Районы с благоприятной нагрузкой следующие: Верхнедонской (6,65 чел./га), Каменский (20,6), Кашарский (12), Красносулинский (8,5), Миллеровский (6,3), Милютинский (10), Мясниковский (5,3), Неклиновский (9), Орловский (7,6), Усть-Донецкий (6), Чертковский (29) и Шолоховский (16).

Наибольшую антропогенную нагрузку испытывает ООПТ Пролетарского района (1544 чел./га). Центральный парк Пролетарска перегружен людьми, что не соответствует нормам для парков (200 чел./га). В Целинском районе на гектар охраняемого объекта «Балка Средняя Юла» (46,5 га) приходится 632 человека. В Морозовском районе средняя нагрузка 507 чел./га, вся она приходится на охраняемый объект балка Осиновая (72 га). В Константиновском районе на один гектар охраняемого объекта «Балка Дубовая» (70,5 га) приходится 427 человек.

С учетом городов и районов Ростовской области ее уровень заповедности составляет 2,3 %, антропогенная нагрузка 17,7 чел./га, что соответствует нормам, однако из-за неравномерности распределения ООПТ по городам и районам, многие заповедную территории испытывают критическую нагрузку, особенно в городах.

Донецкий регион и Ростовская область, входящие в Северное Приазовье, обладают большим потенциалом для организации экологических туров на особо охраняемых природных территориях.

На фоне сокращения природных экосистем у общества возрастает потребности в отдыхе от антропогенного прессинга. Экотуризм является быстро растущим сегментом экономики и представляет собой экономически выгодную активную форму рекреации, основанную на рациональном использовании объектов природы. Развитию экологического туризма способствует также повышение экологического самосознания населения в большинстве стран. С возрастанием интереса в направлении экотуризма выделяются различные разновидности экологического туризма. Хорошо организованный экологический туризм может быть весьма выгодным бизнесом. Общение с нетронутой природой дает возможность отдыхающим почувствовать и изучить окружающий мир, часто превращают посетителей в активных помощников, а иногда в инвесторов природоохранных организаций.

Донецкий регион и Ростовская область составляют Северное Приазовье и несмотря на большую разницу в площади испытывают одинаковы проблемы в организации экологических туров на особо охраняемых природных территориях.

### **Список литературы**

1. Голубничая, С. Н. Развитие экологического туризма во время пандемии: проблемы и перспективы / С. Н. Голубничая, Г. В. Мишечкин // Приоритетные направления и проблемы развития внутреннего и международного туризма: матер. VI Междунар. научн.-практич. конф., – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2021. – 504 с. – С. 376-378. ISBN 978-5-907438-41-5.
2. Голубничая, С. Н. Использование природного наследия Донецкого региона в туризме / С. Н. Голубничая, Г. В. Мишечкин // Природное и культурное наследие: междисциплинарные исследования, сохранение и развитие. Коллективная монография по материалам X Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Санкт-Петербург, РГПУ им. А. И. Герцена, 27-28 октября 2021 года / Отв. ред. В. П. Соломин, Н. О. Верещагина, С. В. Ильинский, М. А. Бахир, А. Н. Паранина. – СПб: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2021. – 544 с. – С.305-307. ISBN 978-5-8064-3132-6.
3. Ивлиева, О. В. Современное состояние и перспективы развития экологического туризма в Ростовской области / О. В. Ивлиева // Сервис в России и за рубежом. – 2021. – Т.15, №3 (95). – С. 165–176.

## **СТРУКТУРНАЯ БОТАНИКА КАК НАПРАВЛЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ПРИКЛАДНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ В ДОНБАССЕ**

*Ахундова С.А., Кострикина А.С., Руденко Е.П.*

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

*kf.botan@donnu.ru*

Реализация исследовательских программ студенческого научного общества осуществляется на основании существующих наработок и накопленного опыта, а также материально-технических возможностей кафедры ботаники и экологии в составе Донецкого национального университета [1, 2]. Из всего разнообразия научно-прикладных аспектов в большинстве случаев реально осуществляемые темы студентов сопряжены с возможностью анализа тех материалов, которые находятся в свободном доступе и в достаточном количестве для учебного и профессионального использования [3–5], чтобы получить статистически достоверный материал в категории диагностики или экспертизы состояния экотопов с помощью растений, растительных остатков, элементов диссеминации или фрагментов растений, например, для криминалистики.

Концептуально все разработки с изучением растительных компонентов в условиях открытых ландшафтных систем обобщены единой программой по мониторингу (фитомониторингу) условий среды в экологически нестабильном регионе. Метрическими способами осуществляется поиск индикаторных признаков растений на основании статистически достоверной разницы между параметрами в опытных и контрольных участках местности, что представляет собой в последствии пример осуществления прикладной программы по использованию данных о структурной пластичности видов растений в прикладной задаче – оценке качества условий в конкретном локалитете.

Имеющиеся в базе списки видов растений, которые идентифицированы с разной степенью склонности к структурным трансформациям (это как правило растения с широкой экологической амплитудой) постоянно находятся в экспериментальном блоке исследовательских работ как для полевых, так и камеральных процедур. Важным на сегодня является также возможность ретроспективного анализа растительного материала по специфике протекания процессов старения при долгосрочных периодах хранения семенного и вегетативного гербарного материала, чему и посвящены некоторые аспекты структурной идентификации. Общее количество исследуемых видов по строению отдельных частей и органов – 169 видов высших цветковых и 59 видов высших споровых растений.

Анализ гербарных коллекций и витального материала позволяет рассмотреть нами полученные данные как реализацию индивидуальной стратегии выживания видов на примере дискретных форм жизни, когда даже у близкородственных экземпляров обнаруживаются отклонения от структурной нормы по разным сценариям приспособления к экологически неблагоприятным средам.

Рабочими механизмами способов получения и интерпретации данных остаются: ранжирование территорий по степени структурной гетерогенности регистрируемых индикаторных видов, получение индивидуально значимых шкал анатомо-морфологической и экологической пластичности видов, выделение примеров патологий, не совместимых с возможностью репродукции, картографические способы обработки и предоставления отчетной документации, подготовка публикаций и реализация некоторых задач общественного блока экологического мониторинга в условиях научно-популярных семинаров в библиотеках республики и для профориентационной работы среди школьников и студентов младших курсов.

Из всех доступных инструментальных методов диагностики среды структурная фитоиндикация даже на уровне пассивного экологического мониторинга является наиболее удобоваримой в локальных экспертизах и полномасштабном исследовании, которое можно представить в итоговом продукте как картографический материал.

### Список литературы

1. Бондарь, Е. Н. Фрагмент бриотеки городских агломераций Донбасса / Е. Н. Бондарь, // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет". – 2021. – Т. 1. – № 13. – С. 19–23.
2. 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. научно-практич. конф. – Донецк : Донецкий национальный университет, 2018. – С. 274–275.
3. Киселева, Д. В. Принципы создания шкал анатомо-морфологической пластичности фитоиндикаторов техногенного региона / Д. В. Киселева // Донецкие чтения 2016. Образование, наука и вызовы современности : матер. I Междунар. научн. конф. – Донецк: Южный федеральный университет, 2016. – С. 117–119.
4. Сафонов, А. И. Тератогенез растений-индикаторов промышленного Донбасса / А. И. Сафонов // Разнообразие растительного мира. – 2019. – № 1(1). – С. 4–16. – DOI 10.22281/2686-9713-2019-1-4-16.
5. Золотой, А. Л. Использование шкал Д.Н. Цыганова для оценки экологических параметров промышленных экотопов Г. Донецка / А. Л. Золотой // Донецкие чтения 2017 : Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса : матер. Междунар. научн. конф. – Донецк : Донецкий национальный университет, 2017. – С. 76–77.

## ТАКСОНОМИЯ И ЭКОЛОГИЯ БРИОБИОНТОВ ХАРЦЫЗСКО-ИЛОВАЙСКОГО ПРОМУЗЛА

**Бондарь Е.Н.**

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, РФ  
*bondar.liza2015@yandex.ru*

Бриобионты в отдельном экологическом рассмотрении представляют собой специфическую таксономическую группу растений по морфолого-анатомическим признакам и по характеру реализации стратегии выживания. Мохообразные являются объектом нашего таксономического и прикладного индикационного эксперимента, что отражено по факту в коллекционировании сборов [1] и проведении полевых исследований как варианта активного мониторинга в системе всего направления по изучению этой группы растений в донецком регионе [2–4], что представляет собой также локальные задачи по диагностике природных и квазиприродных техногенных систем Донбасса [5].

Цель работы – обобщить данные сборов 2018–2022 гг. по мохообразным в узлах локализации мониторинговой сети донецкого экономического региона для Харцызско-Иловайского промышленного узла. В обобщенной сводке представлены виды по их численности в трех категориях экотопов: 1) промышленно-индустриальных, 2) социально нагруженных (селитебные, транспортные коммуникации, локальные места размещения бытовых отходов) и 3) рекреационных, включая буферные территории объектов природно-заповедного фонда Донецкой Народной Республики. Для анализа обработаны данные по 43 учетным площадкам, сделаны геоботанические описания, эксперимент реализован в рамках существующих экологических троп и специальных маршрутов, соединяющих участки промышленных зон.

Инвентаризационные списки представлены в ранжированном ряду:

*Bryum capillare* Hedw. – 11; 12; 20;

*Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid – 10; 12; 20;

*Brachythecium mildeanum* (Schimp.) Schimp. – 10; 10; 19;

*Bryum argenteum* Hedw. – 9; 9; 18;

*Bryum caespiticium* Hedw. – 8; 9; 19;

*Tortula muralis* Hedw. – 8; 9; 19;

*Amblystegium serpens* (Hedw.) Schimp. – 8; 8; 19;

*Leskea polycarpa* Hedw. – 8; 8; 18;

*Grimmia pulvinata* (Hedw.) Sm. – 8; 8; 13;

*Orthotrichum pallens* Bruch ex Brid. – 6; 7; 18;

*Brachythecium salebrosum* (F.Weber & D.Mohr) Bruch et al. – 6; 7; 18;

*Orthotrichum pumilum* Sw. – 6; 6; 18;

*Brachythecium campestre* (Müll.Hal.) Bruch et al. – 6; 6; 18;  
*Bryum turbinatum* (Hedw.) Turn. – 5; 6; 19;  
*Polytrichum juniperinum* Hedw. – 5; 5; 16;  
*Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwägr. – 5; 5; 16;  
*Calliergonella cuspidata* (Hedw.) Loeske – 5; 4; 16;  
*Tortula mucronifolia* Schwaegr. – 4; 5; 16;  
*Orthotrichum speciosum* Nees – 4; 4; 13;  
*Weissia controversa* Hedw. – 4; 4; 12;  
*Pleurozium schreberi* (Willd. ex Brid.) Mitt – 4; 3; 13;  
*Plagiomnium cuspidatum* (Hedw.) T. Kop. – 3; 4; 12;  
*Amblystegium subtile* (Hedw.) Schimp. – 2; 4; 15;  
*Platygyrium repens* (Brid.) Schimp. – 2; 4; 14;  
*Syntrichia ruralis* (Hedw.) F. Weber & Mohr – 2; 5; 11;  
*Didymodon fallax* (Hedwig) R. H. Zander – 2; 3; 13;  
*Hypnum cupressiforme* Hedw. – 2; 2; 12;  
*Ptychostomum torquescens* (Bruch & Schimp.) – 2; 2; 11;  
*Didymodon rigidulus* Hedw. – 1; 2; 13;  
*Hylocomium splendens* (Hedw.) Bruch et al. – 2; 2; 10;  
*Dicranella cerviculata* (Hedw.) Schimp. – 1; 2; 10;  
*Ditrichum pussilum* (Hedw.) Hampe. – 1; 0; 9.

Установлено, что численность видов на учетных площадках преимущественно снижается при увеличении антропогенной нагрузки: уменьшается как видовое богатство, так и количественные характеристики каждого вида в отдельности.

### Список литературы

1. Бондарь, Е. Н. Фрагмент бриотеки городских агломераций Донбасса / Е. Н. Бондарь // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет". – 2021. – Т. 1, № 13. – С. 19–23.
2. Сафонов, А. И. Видовое разнообразие бриобионтов мониторинговой сети Центрального Донбасса / А. И. Сафонов, Е. И. Морозова // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2021. – № 1-2. – С. 39–43.
3. Морозова, Е. И. Видовой состав, особенности произрастания и морфометрическая характеристика мхов-индикаторов г. Макеевки / Е. И. Морозова // Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса: матер. Междунар. науч. конф. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2017. – С. 100–102.
4. Сафонов, А. И. Новые виды растений в экологическом мониторинге Донбасса / А. И. Сафонов // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2020. – № 1. – С. 96–100.
5. Гермонова, Е. А. Визуализация микроклиматических изменений индикаторных признаков в локальных популяциях растений г. Донецка / Е. А. Гермонова // Глобальные климатические изменения: региональные эффекты, модели, прогнозы : матер. Междунар. научно-практич. конф. – Воронеж : Цифровая полиграфия, 2019. – С. 39–40.

**КОЛЛЕКЦИЯ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВЫХ РАСТЕНИЙ  
СЕМЕЙСТВА FABACEAE LINDLEY  
В ДОНЕЦКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ**

**Виноградова Е.Н.**, канд. биол. наук,  
ГБУ «Донецкий ботанический сад», г. Донецк, РФ  
*Elena\_Vinogradova2021@mail.ru*

Семейство Fabaceae Lindley является одним из крупнейших семейств цветковых растений, в котором насчитывается 669 родов и 22 тыс. видов [1]. Бобовые – это деревья, кустарники, полукустарники и травы. Главными признаками, по которым разных представителей бобовых объединяют в одно семейство, являются строение их цветка и плода. Строение цветка уникально, он обладает двусторонней, а не радиальной симметрией и внешне напоминает мотылек. Не менее оригинален и плод – боб, от названия которого и происходит название семейства. Боб представляет собой сухой, обычно многосемянный плод с двумя створками, которые раскрываются после созревания. Ареал семейства охватывает все континенты и почти везде бобовые один из обычных компонентов растительного покрова. Большинство травянистых видов семейства сосредоточено в странах с умеренным климатом, деревья и кустарники в основном представлены в тропиках и субтропиках.

Формирование коллекции древесно-кустарниковых видов семейства Fabaceae в Донецком ботаническом саду (ДБС) было начато в 1969 г. В дендрарии на территории Южного массива была создана экспозиция «Fabaceae», в рамках которой высаживались представители семейства [2]. Пополнение коллекции новыми видами происходило, в основном, в 70-е – 80-е годы прошлого века. Всего в экспозиции «Fabaceae» проходили интродукционные испытания 62 вида, 1 подвид, 4 разновидности и 1 форма, представляющие 16 родовых комплексов. Следует отметить, что список интродуцированных таксонов представлен согласно современной электронной базе данных Catalogue of Life [1]. В настоящее время в результате инвентаризации коллекции выявлено 14 видов и 1 разновидность, относящиеся к 13 родам данного семейства.

Род *Amorpha* L. В экспозиции было высажено 4 вида рода. В настоящее время в коллекции присутствует 1 вид – *Amorpha fruticosa* L. Это кустарник до 2 м высотой с пышной кроной, мелкими пурпурно-фиолетовыми цветками, собранными в сложные метельчатые соцветия. Цветет в мае, плодоносит в сентябре. Не требователен к условиям выращивания, устойчив к засухе и холоду. Способен к активному возобновлению, занимает значительную часть открытых участков.

Род *Caragana* Fabr. На территории Южного массива проходили интродукцию 14 видов рода. В настоящее время выявлено 9 экземпляров *Caragana arborescens* Lam. (желтая акация) высотой до 3 м, и 5 кустов *C. turkestanica* Kom. высотой до 2 м. Растения произрастают на открытых участках, они в хорошем состоянии, не подмерзают и не страдают от засухи, обильно цветут и плодоносят. Выявлено также 4 куста *C. microphylla* Lam. Кусты высотой 1,5-2 м, состояние удовлетворительное, произрастают в тени, возможно, поэтому плодоношение слабое.

Род *Cercis* L. В экспозиции «Fabaceae» были высажены растения трех видов. Успешно прошел интродукцию наиболее холодостойкий из них – *Cercis canadensis* L., выявлено 2 экземпляра. Это деревья высотой до 4 м с пышной кроной и крупными сердцевидными листьями. Цветут весной, до появления листьев. Их уникальность заключается в необычном расположении цветков: кисти соцветий с розовато-лиловыми венчиками располагаются прямо на побегах и на коре ствола. Растения в хорошем состоянии, светолюбивы, засухоустойчивы, зимостойки.

Род *Cladrastis* Raf. В дендрарии было высажено 82 экземпляра одного вида – *Cercis kentukea* (Dum.Cours.) Rudd. В настоящее время в коллекции произрастает около 50 экземпляров. Это деревья до 7 м высотой с широкой шатровидной кроной, большими листьями, крупными цветками, белыми с желтым пятном у основания, в длинных рыхлых кистях до 50 см длиной. Под деревьями наблюдается самосев. Растения декоративны, относительно зимостойки в условиях Донбасса, не страдают от засухи.

Род *Cytisus* Desf. В коллекции семейства Fabaceae было высажено 7 видов и 1 разновидность. В 2020 г. выявлено 2 экземпляра *Cytisus hirsutus* L. в удовлетворительном состоянии. Это кусты высотой до 0,6 м с опушенными побегами и листочками. Обильно цветут и плодоносят, венчики цветков желтые, плоды шерстистоопушенные. Вид светолюбив, относительно засухоустойчив и зимостоек в условиях Донбасса.

Род *Gleditsia* L. На территории экспозиции «Fabaceae» были высажены растения 8 видов и 1 формы. Это листопадные деревья с очередными парноперистосложными листьями и крепкими, крупными колючками на стволе и ветвях. Согласно ревизии коллекции в 2020 г. выявлено около 60 экземпляров *Gleditsia triacanthos*, 2 – *G. triacanthos* var *inermis* и 2 – *G. texana* Sarg. Большинство растений в удовлетворительном состоянии, цветут и плодоносят. *G. texana* представляет собой дерево около 12 м высотой с серой гладкой корой и декоративными, красноватыми, бархатисто опушенными бобами с поперечными перетяжками, в озеленении Донбасса практически не встречается.

Род *Gymnocladus* Lam. В коллекции было высажено 69 растений *Gymnocladus dioica* (L.) K.Koch. В настоящее время выявлено 6 растений в удовлетворительном состоянии. Это деревья до 15 м высотой с шатровидной кроной, цветут и плодоносят, дают обильную поросль и



корневые отпрыски Светолюбивы, засухоустойчивы, в условиях Донбасса не подмерзают.

Род *Halimodendron* Fisch. ex. DC. Единственный вид рода – *Halimodendron halodendron* (Pall.) Voss входит в адвентивную фракцию природной флоры Донбасса [3]. В дендрарии высажен в 1972 г. По результатам инвентаризации коллекции в 2020 г. выявлено 5 растений *H. halodendron* в хорошем состоянии, цветут и плодоносят. Это кустарник до 2 м высотой с серебристо опушенными побегами и розовыми цветками. Активно размножается корневыми отпрысками. Светолюбив, засухоустойчив, выдерживает засоление. Декоративен во время цветения, с красивой формой куста и серебристо-серой окраской побегов.

Род *Robinia* L. В рамках экспозиции «Fabaceae» за период с 1969 г. по 1975 г. было высажено 3 вида и 3 разновидности рода. В 2020 г. выявлены разновозрастные растения *Robinia pseudoacacia* L., которые цветут и плодоносят, дают обильный самосев и корневые отпрыски. Выявлены также 3 растения *R. viscosa* Vent. Цветки розовые. Побеги, оси соцветий, цветоносы и чашелистики клейкие от железистого опушения, плоды щетинисто-железистые. Зацветают на неделю позже *R. pseudoacacia*, семена также созревают позже. В августе наблюдается вторичное цветение. Успешно прошедшие интродукцию виды рода светолюбивы, морозостойки, достаточно засухоустойчивы.

Род *Styphnolobium* Schott. В дендрарии проходил интродукцию один вид – *Styphnolobium japonicum* (L.) Schott. В настоящее время присутствует в коллекции, однако точное количество деревьев выявить не удалось в связи с загущенностью участка. Теневынослив, засухоустойчив, цветет достаточно поздно, в июле, ценный медонос. Высокодекоративен, особенно во время позднего и продолжительного цветения.

Виды, успешно прошедшие интродукцию в экспозиции «Fabaceae» ДБС достаточно устойчивы в условиях урбанизированной среды, многие высокодекоративны, однако еще редко встречаются в регионе. По результатам интродукционных испытаний могут быть рекомендованы как перспективные для использования в озеленении Донбасса такие малораспространенные виды, как *Caragana arborescens*, *Cercis canadensis*, *Cladrastis kentukea*, *Gleditsia triacanthos* var. *inermis*, *G. texana*, *Gymnocladus dioica*, *Robinia viscosa*, *Styphnolobium japonicum*.

### Список литературы

1. Catalogue of Life: 2020-02-24. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.catalogueoflife.org/> (дата обращения 25.03.2022).
2. Каталог растений Донецкого ботанического сада : Справ. пособие / Л.Р. Азарх, В.В. Баканова, Р.И. Бурда [и др.] ; под ред. Е.Н. Кондратюка. – Киев : Наук. думка, 1988. – 528 с.
3. Остапко, В. М. Сосудистые растения юго-востока Украины / В. М. Остапко, А. В. Бойко, С. Л. Мосякин. – Донецк : Изд-во «Ноулидж», 2010. – 247 с.

## ИЗМЕНЕНИЯ МИКОБИТЫ ВОДОЕМОВ ПРИ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКЕ

**Воронин Л.В.**, д-р биол. наук, доц.  
ФГБОУ «Ярославский государственный педагогический  
университет им. К.Д. Ушинского», г. Ярославль, РФ  
*voroninfungi@mail.ru*

В деструкции растительных субстратов принимают участие терригенные грибы, адаптированные к водной среде, и при увеличении антропогенной нагрузки их видовое разнообразие и обилие снижаются вплоть до исчезновения (например, в озере Карула, на берегу которого расположен промышленный городок) и массового развития гнилостных бактерий [3]. Установлено существование неспецифичных видов сапротрофных грибов, ассоциированных с пресноводными рыбами. Они образуют комплексы на органах рыб, связанных с внешней средой, которые зависят от органа, вида рыбы и в большей степени от места ее обитания [1]. В связи с этим особый интерес представляет исследование микобиоты рыб в условиях сильного антропогенного воздействия. Был проведен анализ микобиоты леща после аварии на Череповецком металлургическом комбинате в январе 1987 г., когда в Шекснинский плес Рыбинского водохранилища поступали сточные воды коксохимического производства и произошел аварийный выброс более тысячи кубометров концентрированной серной кислоты. Анализ микобиоты леща в июле 1987 г. показал существенное уменьшение количества диаспор гифальных грибов (в 3-4 раза), которое продолжало оставаться низким в мае – июле 1988 г. Особенно интересно произошедшее изменение качественного состава микобиоты. На поверхности тела в жабрах произошло полное исчезновение целомицетов рода *Phoma*, занимающих положение константного рода в микобиоте рыб разнообразных водоемов. В составе доминантов выявлен быстрорастущий гриб *Cytospora* sp., а также мукоровые грибы и *Trichoderma*. Подобное явление было отмечено нами и в озерах Дарвинского заповедника, подверженных антропогенной ацидификации. С 1988г. в Шекснинском плесе началось восстановление обычных для мезо- и эвтрофных водоемов комплексов грибов на поверхности тела и жабрах леща [2].

Контакт рыбы с грибами и грибоподобными организмами существует постоянно, в том числе с потенциально патогенными грибами. Предрасположенность к микозам, вызываемым патогенными и обычно непатогенными видами, вызывает у «ослабленной» стрессовыми факторами рыбы. Аварийный сброс Череповецкого промышленного узла

оказал существенное влияние на иммунную систему рыб, произошло увеличение иммунодефицитных особей, в том числе леща. Нами было проведено экспериментальное исследование влияния культуры доминантного в микобиоте рыб гриба *Phoma glomerata* (Cda.)Wr. et Noshapfel на сеголетков карпа. Установлено патогенное воздействие на ослабленных гидрокортизоном особей, выраженное развитием гриба в стенке кишечника, внутренней полости и печени. Кроме того, предполагается токсичное воздействие продуктов метаболизма на жизнеспособность рыб независимо от состояния их иммунной системы [5].

В последние годы в связи с ухудшением экологической ситуации окружающей среды все больше внимания стали обращать на оппортунистические (потенциально патогенные) грибы, которые, существуя в природе как сапротрофы, могут вызывать заболевания человека. В первую очередь это касается людей с ослабленной иммунной системой. При анализе воды рек, озер и водохранилищ обнаруживаются пропагулы зигомицетов, а особенно часто – митоспоровых грибов, среди которых доминируют потенциально патогенные терригенные виды из родов *Mucor*, *Rhizopus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Trichoderma*, *Aspergillus*, *Phoma* и др. Численность диаспор этих грибов увеличивается после дождей и сохраняется на высоком уровне в течение нескольких дней. Часть спор лизируется, однако споры многих почвенных грибов способны длительное время сохранять жизнеспособность в воде, причем она возрастает при загрязнении воды нитратами и фосфором. Таким образом, споры оппортунистических почвенных грибов, особенно родов *Fusarium* и *Penicillium*, способны стать существенным компонентом планктона и бентоса при эвтрофировании водоемов [4].

Таким образом, при эвтрофировании водоемов происходит изменение структуры микобиоты, вплоть до полного элиминирования убиквитных видов при гипертрофии.

#### Список литературы

1. Воронин, Л. В. Грибы, развивающиеся на лещах и судаках некоторых пресных водоемов / Л. В. Воронин // Микология и фитопатология. – 1986. – Т. 20, Вып. 5. – С. 353–361.
2. Воронин, Л. В. Влияние промышленных стоков на состояние микобиоты леща Рыбинского водохранилища / Л. В. Воронин // Микология и фитопатология. – 1992. – Т. 26. Вып. 1. – С. 15–19.
3. Воронин, Л. В. Микобиота малых озер тундровой и лесной зон: моногр. / Л. В. Воронин. – Ярославль: Изд-во ЯГПУ. – 2010. – 156 с.
4. Воронин, Л. В. Оппортунистические грибы в пресноводных экосистемах / Л. В. Воронин // Ярославский педагогический вестник. – 2013. – № 2. – Т. 3 (Естественные науки). – С. 67–74.
5. Воронин, Л. В. Роль *Phoma glomerata* (Cda.) Wr. et Noshapfel в микобиоте рыб / Л. В. Воронин, В. Р. Микряков // Микология и фитопатология. – 1992. – Т. 26, Вып. 6. – С. 456–460.

## **ВОЗМОЖНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ «ZERO WASTE» В ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКЕ**

*Гладушкина Н.В., Макеева Д.А.*, канд. техн. наук, доц.  
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, РФ  
*daria.makejeva@mail.ru*

Технологические успехи в различных областях человеческой жизнедеятельности в совокупности с ростом населения привели к значительному увеличению нагрузки на окружающую среду в виде роста скорости накопления отходов. Опыт, полученный различными странами в области обращения с отходами, обусловил переход от традиционной модели к концепции «Zero Waste» (ноль отходов), одним из базисов которой является система раздельного сбора отходов населением.

В настоящее время самым распространенным в постсоветских странах (исключение страны Прибалтики) способом утилизации является захоронение несортированных отходов на соответствующих полигонах. Внедряемая в странах с развитой экономикой концепция «Zero Waste» рассматривает отходы как источник ресурсов, вовлекаемых в производство, и предполагает расширенную ответственность производителей, реализаторов, потребителей и переработчиков использованных товаров [1]. Основной проблемой использования отходов в производстве является предварительное разделение на фракции. Способов решения данного вопроса известно несколько и на практике каждая страна, регион выбирает наиболее приемлемый. В странах ЕС основополагающим законодательным документом, регулирующим обращение с бытовыми отходами, является директива 2008/98/ЕС. В России аналогом данного документа можно считать федеральный проект «Комплексная система обращения с твердыми коммунальными отходами (ТКО)», утвержденный в рамках национального проекта «Экология»: к 2024 г. сортировке, разборке и очистке должны подвергаться 60% всех ТКО, а 60 % отсортированных отходов отправляться на утилизацию. Сегодня утилизации подвергаются не более 10 %. В законе «Об отходах производства и потребления» под утилизацией понимается и переработка, и сжигание мусора, но приоритетной названа именно переработка [2].

Эффективность различных мер по внедрению системы раздельного сбора ТКО зависит от целого ряда факторов: тип жилого помещения (квартира или частный дом); количество контейнеров для разных видов отходов; расстояние до пункта сбора отходов; информированность населения и социально-экономический статус граждан, возраст, образование.

Но основным рычагом управления является экономико-административный – определяющий обязательность выполнения программы раздельного сбора ТКО [3]. В развитых странах внедрена и признана эффективной так называемая концепция расширенной ответственности производителя за экологическое воздействие полного цикла производства-потребления. В последние годы в нескольких городах России внедряются различные системы селективного сбора отходов в виде проектов, не получивших широкого распространения и не достигших максимальной эффективности.

Некоторые результаты этих исследований представляют интерес и принимаются во внимание: 1) большинство участников опроса, проводившегося в рамках исследования (78 %) предпочитают сортировать собственные бытовые отходы по контейнерам, установленным рядом с домами, нежели сдавать рассортированный мусор в специальные пункты приема, несмотря на финансовое вознаграждение (22 %); 2) более половины опрошенных (55 %) знают об утилизации опасных отходов, но выбрасывают их с обычным мусором, нанося серьёзный вред окружающей среде. 17 % утилизируют данные отходы безопасным способом, около 5 % хранят опасные отходы дома, утилизируют другим способом 6 %; 3) основным побудительным мотивом к сортировке мусора является информированность населения об экологических проблемах, связанных с утилизацией отходов (44 %), пример, окружающих (20 %), стимулирование экономическими мерами (15 %). Не видят смысла в раздельном сборе 6,5 % опрошенных, как правило это граждане, не знающие о данной проблеме.

В соответствии с постановлением правительства РФ №712, действующим с 01.08.2014 г. существуют пять классов опасности. Согласно данной классификации, бытовые источники электропитания (батарейки, аккумуляторы) отнесены ко второму классу опасности. Согласно п.24 ст.17 Закона 128 «О лицензировании отдельных видов деятельности» обращение с отходами данного класса, т.е. деятельность по сбору, обезвреживанию и размещению подлежит лицензированию.

Одним из аспектов, побудивших законодателей к принятию данного закона являлась практика крупных торговых сетей использовать так называемые «экобоксы» в качестве дополнительного средства привлечения покупателей. Интерес представляет инициатива Общероссийского Народного Фронта (ОНФ) при поддержке Минпросвещения России, которые 5 июня 2020 г. в День Эколога запустили проект «Экозабота», вовлекающий школьников в охрану окружающей среды, направленный на формирование экологической культуры и повышение экологической грамотности. Юридическое сопровождение – лицензии, заключение договоров на вывоз батареек на объект утилизации взяла на себя ГК «Мегаполисресурс» совместно с производителем батареек GP Batteries. Пункты сбора организованы при школах. Ближайшим к г. Донецку

городом, участвующим в программе, является г. Краснодар Ростовской области РФ.

По своей структуре город Донецк представляет собой агломерат многоквартирных жилых застроек (микрорайонов) и районы с преобладанием индивидуальных домов (частный сектор). Применяемая в настоящее время практика раздельного сбора бытовых отходов с использованием специальных решетчатых контейнеров для пластиковой тары, дает хороший результат и говорит о готовности населения принимать участие в решении экологических проблем на этом уровне [4].

В виде эксперимента предлагается расширить данную практику за счет дополнительного размещения на решетках контейнеров самодельных емкостей из использованной пластиковой тары (прозрачной) для использованных батареек. В районах с индивидуальной застройкой не использующих отдельных контейнеров для пластика, емкости с батарейками закреплять (для удобства сбора) на традиционных кронштейнах для подвески мусора. Для информирования населения о планируемом мероприятии предлагается задействовать информационные ресурсы исполнительных комитетов, провести разъяснительную работу в учебных заведениях (школы, лицеи, колледжи), средствах массовой информации, интернет.

По приблизительной оценке, количество используемых в быту одноразовых элементов питания (батареек) в г. Донецке составляет от 30 до 50 т/г. Собранные, указанным способом батарейки предлагается накапливать в пластиковых емкостях большой вместимости, предназначенных для хранения жидкости, но не пригодных для использования по назначению. Для дальнейшей переработки батарейки предлагается отправлять в РФ, согласно предварительно заключенного договора с ГК «Мегаполисресурс».

### **Список литературы**

1. 16-й Международный научно-промышленный форум "Великие реки" 2014" : [труды конгресса] В 3 т. Т. 1. – Нижний Новгород: ННГАСУ, 2014. – URL: publications.hse.ru (дата обращения 6.09.2022).
2. Токманцева, И. Эволюция утилизации / И. Токманцева // Экономика/ Исследования. – 2021. – 2 янв.. – URL: www.vedomosti.ru (дата обращения 6.09.2022).
3. Козырь, Д. А. Совершенствование системы раздельного сбора твердых бытовых отходов Донецком регионе / Д. А. Козырь, Д. А. Макеева // Экологическая безопасность региона : матер. X Междунар. науч.-практ. конф., 21-22 окт. 2021 г., г. Брянск / БГУ им. И. Г. Петровского. – Брянск : БГУ, 2021. – URL: www.elibrari.ru (дата обращения 10.09.2022)
4. Козырь, Д. А. Управление ресурсосбережением при обращении с ТБО / Д. А. Козырь, Д. А. Макеева // международная научно-техническая конференция молодых учёных, 25-27 мая 2020 г., г. Белгород. – Белгород: БГТУ, 2020. – URL: www.elibrary.ru (дата обращения 10.09.2022)

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АССОЦИАЦИЙ МИКРООРГАНИЗМОВ-НЕФТЕДЕСТРУКТОРОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ОБЪЕКТОВ И ТЕРРИТОРИЙ**

*Глушков А.В.*<sup>1,2</sup>, *Алексеев А.Ю.*<sup>1,2</sup> канд. биол. наук,  
*Гаджиев А.А.*<sup>1,2</sup>, канд. биол. наук,  
*Шестопалов А.М.*<sup>1,2</sup>, д-р биол. наук, проф.

<sup>1</sup> НИИ вирусологии, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр фундаментальной и трансляционной медицины», г. Новосибирск, РФ

<sup>2</sup> Институт экологии и устойчивого развития, ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный университет», г. Махачкала, РФ  
*shestopalov2@mail.ru*

Загрязнение природных экосистем нефтью и нефтепродуктами происходит на всех этапах работ и во всех отраслях нефтегазового комплекса, а также в хозяйственной деятельности. Согласно экспертным оценкам, потери нефти в мире при ее добыче, переработке и использовании превышают 45 млн. тонн в год, или 2% от ее добычи.

Нефть и нефтепродукты являются наиболее распространенными загрязнителями природных экосистем и наиболее вредными химическими загрязнителями [1]. Содержание нефтепродуктов в почве в количестве 2г/кг делает ее непригодной для жизни растений и почвенной микрофлоры. 1 тонна нефти или нефтепродуктов блокирует поступление кислорода в 40 тыс. литров воды и 12 км<sup>2</sup> водной поверхности. Из-за огромных масштабов потерь, очистка загрязненных нефтепродуктами почв и вод в местах аварий, затруднена или невозможна. Биоремедиация обеспечивает экономически выгодную, высокоспецифическую очистку, приводящую к уменьшению концентрации нефтепродуктов в грунтах и водах, ускоряет формирование исходных растительных сообществ [2].

Нами проводится изучение эффективности коммерческих препаратов, созданных на основе ассоциаций микроорганизмов-нефтедеструкторов для очистки нефтезагрязненных объектов и территорий на разных географически удаленных территориях.

Для оценки возможности восстановления природной экосистемы при загрязнении грунта на территории деятельности организаций железных дорог мы использовали биопрепарат «Биоойл-АА». Такие участки пересушены, имеют грунт с огромным наполнением грубощебенистой фракции, длительным и старым загрязнением.

Обработано мазутное загрязнение на 79 км перегона Топки–Шишино Западно-Сибирская ЖД (2018 г.).

Исходный уровень загрязнения нефтепродуктами составил 12036 мг/кг. Через две недели остаточное содержание нефти и продуктов

её трансформации и составили 189 мг/кг. Эффективность очистки составила 98,4 %.

Обработано мазутное загрязнение на станции Новки-1 Горьковская ЖД (2021 г.). Исходный уровень загрязнения составил 6150 мг/кг. Через два месяца остаточное содержание нефти и продуктов её трансформации и составили 669 мг/кг. Эффективности очистки биопрепаратом – 89,1 %.

Рекультивировано загрязнение нефтепродуктами на станции Татарская Западно-Сибирская ЖД (2021 год). Исходный уровень загрязнения составил 9355 мг/кг.

Через два месяца остаточное содержание нефти и продуктов её трансформации и составили 586 мг/кг. Эффективности очистки биопрепаратом – 93,7,1 %.

Результаты работы показывают высокую эффективность деструкции нефтепродуктов под действием указанного биопрепарата – это снижение минимум на 89 % за два месяца работы.

Ранее, указанный препарат применялся только при рекультивации загрязнений нефтью почвы и воды (болота) севера Сибири. С 2005 года рекультивировано более 800 га на территории деятельности:

- ОАО «Сибнефть-Ноябрьскнефтегаз»,
- ЯНАО (АО «Газпромнефть»),
- ОАО «Сибнефть-Муравленконефтегаз»,
- ПАО «Сургутнефтегаз», ХМАО,
- ООО «РН-Юганскнефтегаз», ХМАО,
- ООО «Газпромнефть-Восток», Томская область,
- ОАО «Новосибирскнефтегаз», Новосибирская область.

Нами впервые в полевых условиях показано, что ассоциации микроорганизмов-нефтедеструкторов можно успешно использовать и для биорекультивации (или по крайней мере биоремедиации) загрязненных нефтепродуктами участков грунта на территории деятельности организаций железной дороги.

### **Список литературы**

1. Егоров, Н. Н. Особенности загрязнения подземных вод и грунтов нефтепродуктами / Н. Н. Егоров, Ю. К. Шипулин // Водные ресурсы. – 1998. – Т. 25, Вып. 5. – С. 598–602.
2. Кураков А. В. Биоиндикация и реабилитация экосистем при нефтяных загрязнениях: учеб. пособие / А. В. Кураков, В. В. Ильинский, С. В. Котелевцев, А. П. Садчиков. – М. : Из-во «Графикон», 2006. – ISBN: 5-7164-0541-X.



## ***VICIA FABA* L. В УСЛОВИЯХ ВЕДЕНИЯ ВОЕННЫХ ДЕЙСТВИЙ**

***Гунченко И.А.***

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, РФ  
*irinaandreeva99@gmail.com*

В условиях антропогенных экотопов Донбасса [2, 5] большинство факторов неблагоприятных условий сопряжены с токсической нагрузкой на почвы, уровнем запыленности воздуха, степенью механической трансформации почвенного покрова [1, 3] и активных боевых действий на Донбассе. Для целого региона встает важная задача поиска индикаторов для оценивания состояния антропогенно измененной среды.

Цель данной работы – определить степень токсической нагрузки на территорию методами фитоиндикации на примере взрыва РСЗО «Град» в городе Макеевке. Гипотеза заключалась в том, что загрязненная взрывчатыми веществами почва снизит скорость прорастания семян *Vicia faba* и отрицательно повлияет на параметры роста выживших сеянцев.

Свинец, кадмий и кобальт входят в число фитотоксичных тяжелых металлов, содержащихся в снарядах, и могут быть обнаружены в высоких концентрациях в почвах, загрязненных взрывчатыми веществами [4]. Для этого исследования было выбрано место недавнего взрыва РСЗО «Град» в Червоногвардейском районе города Макеевки, поскольку ожидается, что почва в месте взрыва и вокруг него, будет сильно загрязнена остатками взорвавшегося снаряда, содержащими высокотоксичные соединения.

Пробы почвы отбирали на глубине 0–20 см вокруг центра места взрыва, на расстоянии 50 см, 1 м, 2 м, 4 м и 6 м от центра площадки. Дополнительные образцы почвы были взяты с незагрязненного участка, в парке им. В. Джарты города Макеевки, в качестве контрольных. Семена полевой фасоли (*Vicia faba* L.) были выбраны для этого эксперимента, поскольку известно, что этот вид неприхотлив в естественных условиях обитания. Всего использовали 200 здоровых семян (100 семян высевали в зараженную почву и 100 семян высевали в контрольную почву). Все вновь появившиеся проростки учитывались как проросшие семена. Регулярно проводились подсчеты для определения скорости появления всходов в каждом горшке.

Результаты показали снижение роста у *Vicia faba*, находящейся близко к центру взрыва по сравнению с контрольными растениями и растениями, расположенными на большем расстоянии от воронки. Также значение числа листьев растения варьировались в зависимости от расстояния, поскольку растения, выращенные близко к центру участка, имели меньше листьев, чем растения, выращенные в 6 м от центра.

Существенное влияние загрязненной почвы на прорастание семян было зафиксировано в начале опыта, когда семена, посеянные на максимальном расстоянии от центра площадки, не проросли, так как всходов в 50 см от центра до окончания опыта не наблюдалось.

Число листьев растений, выращенных у воронки от снаряда, увеличивалось со временем на всех расстояниях, однако растения, выращенные дальше от центра воронки, были более крепкими. На 32 день опыта среднее число составляло 9; 11; 16 и 28 для растений, выращенных на расстоянии 1, 2, 4, 6 м от центра площадки, тогда как у контрольных растений она увеличилась в 3 раза. Результаты показали, что средняя высота растений увеличивалась со временем в обоих вариантах, однако растения, выращенные на расстоянии 6 м от центра воронки, достигли максимальной средней высоты 22,5 см на 18 день эксперимента, за ними следовали растения контрольной группы 18,5 см. К концу опыта средняя высота растений, выросших дальше от центра (6 м), увеличилась в 1,7 раза (39 см) по сравнению с 15 см приближающиеся к центру места взрыва.

Результаты опыта позволяют предположить, что негативные эффекты ухудшили всхожесть семян, высеянных на ближайшем расстоянии от центра места взрыва и могли быть вызваны комбинированным ингибирующим действием нескольких фитотоксичных тяжелых металлов, обычно обнаруживаемых в остатках взрывчатых веществ, таких как как Pb, Cd и Co [4]. Полученные данные можно расценивать как предварительные, в связи с недостаточной статистической выборкой и невозможностью полноценного систематического мониторинга почв в местах интенсивных боевых действий.

### Список литературы

1. Булохов, А. Д. Фитоиндикация и ее практическое применение / А. Д. Булохов. – Брянск : Изд-во БГУ, 2004. – 254 с.
2. Сафонов, А.И. Динамика фитомониторинговых показателей антропогенеза в Донбассе (2000–2019 гг.) // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2020. – № 1-2. – С. 31–36.
3. Сафонов, А.И. Индикаторная роль растений в системе управления городом в промышленном регионе // Экологическая ситуация в Донбассе. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2016. – Т. 1. – С. 288–293.
4. Суюндуков, Я. Т. Накопление и миграция тяжелых металлов в основных компонентах антропогенных экосистем Башкирского Зауралья в зоне влияния объектов горнорудного комплекса. Уфа : АН РБ, Гилем, 2013. – 156 с.
5. Калинина, А. В. Фитоиндикационный мониторинг на отвалах угольных шахт г. Макеевки, внедрение данных в образовательную программу / А. В. Калинина // Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса: матер. Междунар. науч. конф. (Донецк, 17-20 октября 2017 г.). Т. 2. – Донецк: ДонНУ, 2017. – С. 80-82.

## ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ГОРОДОВ ЦЕНТРАЛЬНО- ЧЕРНОЗЕМНОГО РЕГИОНА РОССИИ

*Епринцев С.А.<sup>1</sup>*, канд. геогр. наук, доц.,  
*Куролан С.А.<sup>1</sup>*, д-р геогр. наук, проф.,  
*Клепиков О.В.<sup>1,2</sup>*, д-р биол. наук, проф.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», г. Воронеж, РФ

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»,  
г. Воронеж, РФ  
*esa81@mail.ru*

Антропогенные поллютанты в атмосфере городов являются главным фактором, формирующим экологически-обусловленные заболевания и снижающим интегральные показатели экологической безопасности. Основным источником загрязнения атмосферы большинства российских городов являются выбросы автотранспорта и топливно-промышленный потенциал [1]. Кроме того, на формирование полей антропогенного загрязнения атмосферы оказывают существенное влияние косвенные факторы – микроклиматические условия, рельеф территории и т.д. [1, 2].

Города Центрально-Черноземного региона России – Воронеж, Липецк и Белгород, представляют собой типичные селитебные ландшафты на примере которых представляется возможным проведение репрезентативной оценки антропогенного загрязнения атмосферы как фактора экологической безопасности [3].

Цель исследования – пространственный анализ формирования полей антропогенного загрязнения атмосферы, как фактора экологической безопасности на примере городов Воронежа, Липецка, Белгорода.

По результатам лабораторных эколого-геохимических исследований создана электронная база содержания загрязнителей атмосферы урбанизированных территорий Воронежа, Липецка и Белгорода за период с 2017 по 2022 гг.

Обработка результатов произведена в среде ГИС «Экологическая безопасность городов Центрального Черноземья» [4, 5].

По полученным данным в среде ГИС произведён расчёт индивидуального канцерогенного риска населения, согласно методологии Центра гигиены им. Эрисмана, описанной в нормативном документе «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (Р. 2.1.10.1920-04).

Основными факторами канцерогенного риска городов Воронежа, Липецка и Белгорода являются такие антропогенные загрязнители как

формальдегид, свинец, сажа, соединения хрома, бутадиен, стирол, бензол и бенз(а)пирен.

Существенное превышение допустимых величин канцерогенного риска на территории городского округа города Воронежа отмечено для 1,3-бутадиена (основной источник – предприятия по производству синтетического каучука) и хрома (основной источник в атмосфере – авиационный завод).

Геоинформационный анализ антропогенного загрязнения атмосферы урбанизированной территории города Липецка установил повышенный канцерогенный риск для детского и взрослого населения от воздействия формальдегида, свинца, сажи, бензола и бенз(а)пирена. Основными источниками загрязнения атмосферы города Липецка являются металлургическое производство и автотранспортный комплекс.

Анализ индивидуального канцерогенного риска при антропогенном загрязнении атмосферы урбанизированной территории Белгорода показал, что воздействие формальдегида на детское население даёт уровень  $5,31 \times 10^{-5}$ , для взрослого населения –  $5,69 \times 10^{-5}$ . Загрязнение атмосферы города Белгорода бенз(а)пиреном даёт уровень риска для детского населения –  $2,85 \times 10^{-7}$ , для взрослого –  $3,05 \times 10^{-7}$ .

При проведении геоинформационного анализа микроклиматических условий территории как факторов распространения антропогенных поллютантов в атмосфере исследуемых городов Центрального Черноземья особое внимание было уделено природному каркасу территорий – как фактору сдерживания распространения антропогенных поллютантов в селитебных зонах.

Важную роль при этом играют как размеры зон природного каркаса, так и их расположение относительно розы ветров [5].

NDVI анализ космических снимков (спутник Landsat-8, период съёмки весна-лето 2021 года) территории городского округа города Воронежа показал, что наблюдаются наименьшие площади природного каркаса, а также неудачное расположение (с подветренной стороны) территорий природного каркаса. Данный факт обусловлен рядом экономических причин.

В качестве положительного аспекта для территории Воронежа следует отметить рост площади природного каркаса за двадцатилетний период, что является следствием реализации ряда природоохранных программ (сравнительный анализ проведён по данным снимка со спутника Landsat-7, сделанного в августе 2001 года).

Наибольшая площадь территории, занятая природным каркасом наблюдается в пределах городского округа города Белгорода, что можно объяснить грамотной экологической политикой региональных и муниципальных властей на данной территории. На территории города

Липецка следует отметить прирост площади территории природного каркаса за двадцатилетний период и его удачное расположение.

Проведённый пространственный анализ формирования полей антропогенного загрязнения атмосферы, как фактора, характеризующего уровень экологической безопасности на примере городов Воронежа, Липецка, Белгорода показал, что содержание в атмосфере городов ЦЧР антропогенных поллютантов ведёт к повышению индивидуального канцерогенного риска на различных территориях.

Анализ региональных особенностей объектов экологического риска на территории исследуемых городов показывает необходимость в разработке комплекса инженерно-проектировочных решений по снижению в приземном слое антропогенных поллютантов, являющихся факторами канцерогенного экологического риска.

*Исследование осуществлено при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект 20-17-00172.*

### **Список литературы**

1. Крупко А.Э. Экологические аспекты сбалансированного развития Центрально-Черноземного экономического района / А.Э. Крупко, Л.В. Шульгина // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. – 2019. – №10. – С. 31-41.
2. Сафонов А.И. Эмпирика фитоквантификации антропогенно трансформированной среды // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2021. – № 3-4. – С. 42-47.
3. Епринцев С.А. Исследование социально-экологических условий, определяющих устойчивое развитие регионов России / С.А. Епринцев, О.В. Клепиков, С.В. Шекоян, Е.В. Жигулина // Экология. Экономика. Информатика. Серия: Системный анализ и моделирование экономических и экологических систем. – 2019. – Т. 1, № 4. – С. 212-216.
4. Епринцев С.А. Геоинформационное картографирование урбанизированных территорий как механизм социально-экологического мониторинга / С.А. Епринцев С.А., Шекоян С.В. // Экология. Экономика. Информатика. Серия: Геоинформационные технологии и космический мониторинг. – 2019. – № 4. – С. 25-28.
5. Епринцев С.А. Дистанционное зондирование Земли как способ оценки качества окружающей среды урбанизированных территорий / С.А. Епринцев, О.В. Клепиков, С.В. Шекоян // Здоровье населения и среда обитания. – 2020. – № 4 (325). – С. 5-12.

## ИЗУЧЕНИЕ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ РОДНИКОВ ГОРОДА ВОРОНЕЖА В ВОРОНЕЖСКОЙ НАГОРНОЙ ДУБРАВЕ

*Жигулина Е.В.*, канд. геогр. наук, доц.  
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»,  
г. Воронеж, РФ  
*evkand@yandex.ru*

Воронежская нагорная дубрава является одним из самых популярных у населения города Воронежа и Воронежской области местом отдыха, она располагается на площади, принадлежащей двум лесничествам и составляет 7098 гектар. Дубрава представлена черешчатым дубом и 86% площади леса составляют именно дубняки [1].

В настоящее время Воронежская нагорная дубрава относится к ООПТ. В 2013 году Воронежская нагорная дубрава был создан государственный природный заказник областного значения "Воронежская нагорная дубрава".

Воронежская нагорная дубрава богата родниками, склоны р. Воронеж в районе «Белой горы» и «Лысой горы» пронизан родниками, как оборудованными, так нет [2]. В качестве объекта наших исследований мы выбрали родник Пятиструйный в п. Рыбачий расположенный непосредственно в черте города Воронежа, так как данный родник является одним из самых популярных среди горожан.

Родник Пятиструйный находится у подножья правобережья склона р. Воронеж на южной окраине поселка Рыбачий. Это один из популярных родников и он хорошо оборудован. Имеет 5 металлических труб, мостик через родник, имеется лебедка для подъема емкостей и хорошие ступеньки по склону. Вода чистая. Расход – около 1,5 ведра / мин. Нами проведены замеры дебита родника (табл. 1).

Исследование дебита данного родника выявило, что он относится к типу малобежитных, классам малых и незначительных. Из всех данных источников достаточно большой напор имеет только родник № 4. Родник под номером 5 воды не имеет в зимний период, поэтому дальнейшие исследования мы провели, выбрав створ № 4 родника «Пятиструйного», из которого осуществляется массовый забор воды.

Вместе с группой студентов факультета географии, геоэкологии и туризма ВГУ в рамках работы научного студенческого географического кружка «Краеведение», мы с помощью TDS-метра, рН-метра, тестовых полосок фирмы Tetra и ртутного термометра, провели измерения по соответствующим показателям. Так, в результате исследований, проводимых в декабре 2021 года, мы установили, что TDS, ppm составляет

114–131, рН = 6,59–6,87, Т, °С = 9,1–10,2, NO<sub>3</sub>, мг/дм<sup>3</sup> = 0. В целом, качество воды определено как питьевое.

Кроме того, в качестве самостоятельного задания для студентов было предложено составить паспорт родника, например:

- 1) название родника,
- 2) местоположение родника,
- 3) геологические условия выхода родника,
- 4) растительность и животный мир и др.

Таблица 1

Измерение дебита родника Пятиструйного (составлено автором)

№ п/п	Дата	Время	Дебит родников, л/с	Типы (классы) по дебиту	Расположение	Обустройство
1	3.12.21	12:25	0,5/25 = 0,020	малодебитный (малый)	пос. Рыбачий	металлическая труба
2	3.12.21	12:26	0,5/62 = 0,008	малодебитный (малый)		
3	3.12.21	12:27	0,5/36 = 0,014	малодебитный (малый)		
4	3.12.21	12:28	0,5/2 = 0,250	малодебитный (незначительный)		
5	3.12.21	12:28	–	–		
6	3.12.21	12:28	0,5/7 = 0,071	малодебитный (малый)		

Интерес к родникам Воронежской области повышается и носит знаковый характер. Эти феномены природы не только дарят человеку целебную воду, "чтоб напоить людей водой прозрачной чистой и студеной" (И. А. Бунин), но и воспитывают в нем высокую нравственность.

### Список литературы

1. Григорьевская, А. Я. Флора дубрав городского округа город Воронеж: биогеографический, экологический, природоохранный аспекты. / А. Я. Григорьевская, Д. С. Зелепукин. – Воронеж, 2013. – 260 с.
2. Жигулина, Е. В. Рекреационное значение лесных ландшафтов городского округа города Воронежа / Е. В. Жигулина, А. Н. Аксютин / Экологические проблемы рекреационного использования горных лесов. – Краснодар. – 2020. – С. 70–73.

## УСТОЙЧИВЫЕ СОРТА АБРИКОСА *ARMENIACA VULGARIS* LAM. В КОЛЛЕКЦИИ ДБС В УСЛОВИЯХ 2022 ГОДА

**Жуков С.П.**, канд. биол. наук, **Демкович Е.Н.**

ГБУ «Донецкий ботанический сад», г. Донецк, РФ

*donetsk-sad@mail.ru*

Абрикос является одной из наиболее ценных плодовых культур. Плоды обладают многими лечебными и питательными свойствами, пригодны для потребления в свежем виде и переработки, а также сушки. Абрикос в культуре возделывается очень давно. В китайской литературе он упоминается за 4 тыс. лет до нашей эры [2]. Это одна из немногих культур, которая может фактически полностью обеспечить потребности человеческого организма всем необходимым, и в Азии имеются народы, где *A. vulgaris* является основной возделываемой культурой, обеспечивая их выживание, например, народность хунзу в Гималаях, живущие при этом до 90–100 лет [1].

Абрикос выращивают во многих странах мира в промышленных объемах, в целом на площади 560 000 га с урожаем до 3,9 млн. т в год. Урожайность его достигает 25–30 т/га. Основные поставщики на рынок – страны Южной Европы и Азии, а в Западной Европе это Италия, Испания и Греция (120 тыс. т). Сортимент абрикоса имеет региональный характер. Установлен растущий спрос на эту культуру и идет расширение площадей выращивания, валового сбора плодов с конца прошлого столетия почти в два раза. Увеличение эффективности производства идет в основном за счёт внедрения новых сортов, более адаптированных к условиям возделывания, и внедрения инновационных технологий [1–3]. *A. vulgaris* обладает высокой устойчивостью к абиогенным условиям экотопа, может без ухода расти на бросовых, малоплодородных, эродированных, каменистых землях и техногенных субстратах. Культура абрикоса *Armeniaca vulgaris* является традиционной для нашего региона. Поэтому потребности населения республики в абрикосе в основном закрывались местными ресурсами.

Несмотря на незначительное количество промышленных садов этой культуры в регионе (например, фермерское хозяйство «Лиана»), практически на большинстве приусадебных участков или на придомовых территориях имеются сортовые или местные формы *A. vulgaris*. Кроме того, имеется значительное количество деревьев этого вида в лесополосах, посадках, на заброшенных и постпромышленных землях. В основном вследствие семенного размножения эти деревья представлены так называемыми жерделями, то есть несортowymi формами с небольшими плодами различной потребительской ценности. Размеры плодов



колеблются от 10 г до 25 г и более, встречаются как плоды с волокнистой мякотью, так и плоды высоких вкусовых достоинств. Сроки созревания обычно от ранне-средних до средних. В то же время в отдельных населенных пунктах с длительно существующей традицией выращивания культурных сортов абрикоса могут сложиться и популяции самосеменных форм, обладающие весьма близкими к сортовым образцам свойствами. Например, в поселке Зеленое поле Великоновоселковского района (на границе с Гуляйпольским районом), даже в лесополосах самосев *A. vulgaris* представлен крупноплодными формами с легко отделяющейся косточкой, сочной вкусной мякотью, в основном достаточно позднего срока созревания, продолжающегося до середины августа. Также в заброшенных садоводческих товариществах и расселенных улицах по окраинам городов (например, пос. Сахалин в г. Донецке, село Макеевка в г. Макеевка), встречаются в значительном количестве и сортовые абрикосы. Плоды при этом могут даже не полностью потребляться местным населением. В итоге степень самообеспечения плодами этой ценной культуры, обладающей многими полезными свойствами, в нашем регионе до последнего времени находилась на довольно высоком уровне. Импорт абрикоса осуществлялся в основном только ранних сортов из более южных регионов, где они созревали гораздо раньше, и поэтому могли реализовываться на наших местных рынках по высоким ценам. В период плодоношения местного абрикоса цена падала и потреблялся в подавляющем большинстве местный урожай. Поэтому особых мер по импортозамещению этой культуры не требовалось.

Но в последние несколько лет участились случаи проявления монилиозного поражения *A. vulgaris* при похолоданиях в период цветения, что сопровождается значительным снижением урожая этой культуры, вплоть до полного отсутствия урожая на некоторых неустойчивых формах и гибели части кроны деревьев. Такая картина наблюдалась в предыдущие несколько лет, но на наблюдаемой нами территории г. Донецка и Макеевка частичное плодоношение всё же было отмечено. В текущем 2022 поражение монилиозом приняло еще более тяжелую форму. В обследованных Калининском, южной части Ворошиловского и северной части Буденновского района г. Донецка, а также в г. Макеевка наблюдалось практически полное поражение деревьев *A. vulgaris* монилиозом, как жерделей, так и сортов, особенно распространенного неизвестного старого сорта, в быту именуемого «колировка», что сопровождалось отсутствием урожая (изредка отмечалось плодоношение в виде единичных плодов или до нескольких десятков их на дерево), усыханием значительной части кроны, и не только однолетних приростов, но и двух- трехлетних ветвей. Иногда по этой причине до 80% кроны оголялось. Несколько лучше показали себя более поздние по срокам цветения формы. Вероятно, такое сильное поражение в этом году связано с

накоплением инфекционного фона и неблагоприятными метеорологическими условиями в период цветения абрикоса. Для предотвращения подобного развития событий в дальнейшем и самообеспечения региона плодами этой ценной культуры требуется обновление ассортимента и внедрение новых сортов, устойчивых к грибным болезням.

По результатам этого года в коллекции ДБС устойчивыми показали себя сорта Лескора, Ледана, Леголда и Лебона (в сортовой характеристике у них также заявлена устойчивость к монилиозу). Урожай на деревьях этих сортов соответствовал степени развития деревьев. Поражения монилиозом ветвей были единичные и только частично на однолетних приростах. Например, на деревьях сорта Лескора размером 3–4 метра было по 1–3 пораженных веточки. В то же время рядом произрастающие деревья сортов Литовченко и Мелитопольский ранний потеряли и урожай и значительную часть кроны, особенно сорт Литовченко. Обработок для профилактики монилиоза на всем участке не проводилось. Таким образом, эти сорта могут выращиваться в наших условиях без химических обработок, давая так называемый «био- или экопродукт». Это позволяет получить урожай на деревьях таких устойчивых сортов и на приусадебных участках, где обработки от болезней проводятся только отдельными образованными садоводами-любителями.

В условиях неблагоприятного по ряду параметров 2022 года произошло сильное поражение монилиозной инфекцией и культурных и дикорастущих форм абрикоса в регионе, сопровождающееся частичной гибелью кроны и почти полным отсутствием урожая. По результатам этого года в коллекции ДБС ряд новых сортов (Лескора, Ледана, и др.) показал себя устойчивыми к монилиозу. Это позволяет рекомендовать эти сорта для широкого внедрения в садоводстве Донбасса. Также необходимо испытание и других новых сортов с высокой устойчивостью к грибным заболеваниям для создания ассортимента высококачественных сортов, устойчивых к сложившимся условиям произрастания в нашем регионе и стабильного обеспечения населения Донбасса плодами этой ценной культуры.

### Список литературы

1. Корзин, В. В. Анализ развития и современного состояния культуры абрикоса в мире и Российской Федерации / В. В. Корзин // Садоводство и виноградарство. – 2019. – № 6. – С. 35–41. – DOI: 10.31676/0235-2591-2019-6-35-41.
2. Ноздрачёва, Р. Г. Абрикос. Биология и технология выращивания / Р. Г. Ноздрачёва. – Воронеж: Социум, 2013. – 60 с.
3. Светич. Абрикос: технология выращивания и перспективы в России. 15 июля 2020 г., по Владимир Зальцман, Наталья Галявина. – Журнал «Нивы России». – №6 (183), июль 2020. URL: <https://svetich.info/publikacii/krestjanskaja-praktika/abrikos-tehnologija-vyraschivaniya-i-per.html> (дата обращения: 23.09.2022).

## **АПРОБАЦИЯ БИОУПАКОВКИ ИЗ КРАПИВЫ**

*Захарнева А.А., Бакуш У.С.*

УО «Витебский государственный ордена Дружбы народов  
медицинский университет», г. Витебск, Республика Беларусь  
*ira-12yandex@mail.ru*

Организация исследования предполагала выполнение работ в несколько этапов: ознакомление с влиянием использованной упаковки на окружающую среду и проведение социологического исследования (анкетирование) среди студентов ВГМУ (выборка – 160 респондентов); изучение ботанических особенностей выбранного природного сырья и возможности его использования в создании упаковки; изучение способов заготовки, переработки крапивы и получение из этого сырья упаковки; изготовление биоупаковки; сравнение период разложения биоупаковки и упаковки из других материалов. Установили, что 76% опрошенных в качестве упаковки используют пластик. Проанализировав свойства волокон крапивы, предположили, что её возможно использования для изготовления экологической упаковки. Получение сырья из крапивы предполагала соблюдение следующих этапов: сбор крапивы, сушка, получение нити, из которой было получено изделие.

Для определения возможности и срока разложения нити для биоупаковки провели вариативные эксперименты. В качестве испытуемых материалов выбрали следующие виды упаковок: бумажная упаковка, пластиковая бутылка, жестяная банка, стеклянная бутылка, упаковка из крапивы.

Получили следующие доказательства:

- волокна крапивы обладают высокой гибкостью и прочностью, что используется для изготовления пряжи;
- созданная биоупаковка из крапивы разлагается гораздо быстрее, чем другой вид исследуемой упаковки;
- экологическая упаковка из крапивы легко разлагается без выделения вредных веществ, поэтому является биологически безопасной, а значит, может стать альтернативным видом упаковки товаров.

Перспектива биоупаковки из крапивы: возможно использовать волокна крапивы в качестве основы для создания композитного материала, изготовления разнообразных товаров, таких как упаковка для пищевых продуктов, косметики и бытовой химии.

## ИСТОРИЯ БОТАНИЧЕСКОГО ГЕРБАРИЯ РЯЗАНСКОГО ГАТУ

*Захарова О.А.*, д-р с.-х. наук, доц.  
ФГБУВО «Рязанский государственный агротехнологический  
университет имени П.А. Костычева», г. Рязань, РФ  
*ol-zahar.ru@yandex.ru*

Рязанский СХИ открылся по решению Совета Министров СССР 18 мая во дворце, построенном в 80-90-х годах XVIII века по проекту знаменитого архитектора М.Ф. Казакова. 1 сентября 1949 г. 224 студента приступили к занятиям на двух факультетах агрономическом и зоотехническом (рис. 1). Истоки современной дисциплины «Ботаника»,



идут от единственной кафедры, созданной на агрономическом факультете Рязанского сельскохозяйственного института в 1949 г. Первый засушенный материал был предоставлен ведущими вузами страны, он и стал основой для создания гербария кафедры в 1949 г. В 1958 г. институт получил в свое владение расположенный в 20 километрах от города совхоз «Стенькино», ставший учебно-испытательным центром института, гербарий стал пополняться и сельскохозяйственными растениями.

Рис. 1. Сельскохозяйственный институт в Рязани, 1949 г.

Расцвет кафедры ботаники и физиологии растений пришелся на конец 1980-х – начало 1990-х гг. при заведовании кафедрой д. с.-х. н., профессором Виктором Ивановичем Левиным.

Свое документированное основание гербарий ведет с этого времени. В 2005-2007 гг. кафедрой заведовал автор; была проведена инвентаризация гербария. Это были сложные годы реформ, произошло объединение кафедр и факультетов, переезды, некоторая часть гербария, конечно, погибла. Сейчас в учебном процессе используются современные методики, утвержденные Госстандартом РФ.

Учебная специализированная лаборатория «Ботаника», которая преподается на кафедре технологии производства и переработки

сельскохозяйственной продукции, возглавляемой д.с.х.н., профессором Н.И. Морозовой, оснащена современным оборудованием, соответствующим требованиям Министерства образования РФ, гербарием, микро- и макропрепаратами, современными стендами.

Конечно, гербарий является уникальным собранием в структуре университета, как в историческом, так и в научном плане, по географическому и систематическому охвату коллекционных фондов, имеющимся типовым гербарным образцам [1–3]. Гербарий Рязанского ГАТУ представляет и образовательную ценность. И на кафедре, и в музее раритетной книги, созданной в научной библиотеке Рязанского ГАТУ, в доступности для студентов и преподавателей находятся старейшие экземпляры по ботанике.

На технологическом факультете под руководством декана О.В. Черкасова постоянно совершенствуются методы и приемы обучения, активно используются технические средства обучения, оборудован компьютерный класс с доступом в интернет, разрабатываются методические указания, новые образовательные программы. Сейчас гербарная коллекция значительно уменьшилась и пополняется только за счет практической работы обучающихся при совершении экскурсий, благодаря их патриотизму и осознанию необходимости поддержания коллекции в достойном состоянии [4]. Гербарий подразделяется на промышленный и авторский с указанием фамилии студента, собравшего, определившего растение, засушившего, смонтировавшего и проэтикетированного гербарный лист. В основном, авторские экземпляры носят региональный характер [1, 3]. Исследования и сбор гербарного материала на территории Рязанской области позволили немного восполнить коллекцию. На сегодняшний день гербарий кафедры разложен по семействам, группам растений по назначению, на низшие и высшие растения, метаморфозы, отдельная папка – болезни сельскохозяйственных растений. Все они смонтированы, но малая часть хранится в виде коллекций. Фонд гербария содержат около 600 гербарных листов (и образцов) высших и низших растений с учетом повтора количество гербарных листов – 850 экз. Образцы снабжены этикетками с указанием необходимых сведений: номенклатурного типа, тексты этикеток типовых образцов и протологов приводятся в подлинной транскрипции [5]. Есть гербарные листы без этикеток для самостоятельного определения растений студентами.

В июне 2022 г. проведена инвентаризация гербария, пришлось часть из коллекции вывести из-за разрушения растений. Более 70% гербария находится в употреблении обучающимися как во время учебных занятий, так и при выполнении самостоятельных работ. К сожалению, сохранность его характеризуется как посредственная из-за длительного срока использования на учебных занятиях, не соответствующее сохранности

хранение гербарных листов, один преподаватель и др. Гербарий теряет свежесть, выцветают этикетки, некоторые экземпляры безвозвратно утрачиваются. Планов по сохранности гербарного материала много: привлечь внимание к гербарному фонду и его виртуальным коллекциям руководителей вуза; составить «Реестр коллекции кафедры»; начать работу по типификации образцов. Старые гербарные коллекции имеют большое историческое и научное значение; приобрести цифровой микроскоп Levenhuk; создание электронного гербария, что тоже имеет свои трудности [5]. IT-технологии, оцифровка гербарных коллекций и создание их виртуальных копий помогут сберечь растительный материал, познакомиться с флорой Рязанской области и других регионов любому пользователю. Для этого необходимо выполнить большой объем работ: собрать банк данных, электронный курс «Виртуальный гербарий РГАТУ» с последующей регистрацией в Государственном реестре баз данных; оцифровкой гербарных экземпляров и обработкой снимков в программах редактирования Lightroom, Picasa; надо популяризовать метод гербаризации и раскрыть его использование в практике дополнительного образования.

Итак, гербарий – источник ботанических знаний, известный с XV века, дающий достоверные сведения о флоре и ее современном состоянии. Сохранить гербарный материал можно при помощи создания виртуального гербария, который использовать в учебной и внеучебной работах студентов, магистрантов и аспирантов, для чего и привлекать обучающихся более активно.

### **Список литературы**

1. Захарова, О. А. Анализ искусственных, естественных и филогенетических систем растений / Захарова О. А. // Аграрная наука в условиях модернизации и инновационного развития АПК России : Матер. Всерос. научн-практич. конф. Иваново, 2020. – С. 378–381.
2. Захарова, О. А. Ботаническое воспитание и образование студентов вузов / О. А. Захарова // Экологическое образование и устойчивое развитие. состояние, цели, проблемы и перспективы: Матер. Междунар. научн. конф., 2022. – С. 318–320.
3. Захарова, О.А. История науки. Ботаника / О.А. Захарова, Ф.А. Мусаев. – Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. – 134 с.
4. Захарова, О. А. Новый взгляд на знакомые растения / О.А. Захарова // Аграрная наука как основа продовольственной безопасности региона : Матер. 66-й Международной научно-практической конференции, посвященной 170-летию со дня рождения профессора Павла Андреевича Костычева: в 3-х частях, 2015. – С. 85–89.
5. Захарова, О. А. Цифровые технологии в ботанике / О. А. Захарова, Е. И. Машкова, В. В. Романов, С. О. Фатьянов // Цифровизация отраслей АПК и аграрного образования: Матер. III Междунар. научн.-практич. конф. Андреевские чтения. ФГБОУ ДПО «Российская академия кадрового обеспечения агропромышленного комплекса», 2022. – С. 401–406.

## **БИОМОНИТОРИНГОВАЯ ПРОГРАММА ПО ОЦЕНКЕ ВОЗДУХА В ДОНБАССЕ С ПОМОЩЬЮ НЕЙТРОННО- АКТИВАЦИОННОГО АНАЛИЗА**

*Зиньковская И.И.<sup>1</sup>*, канд. хим. наук,  
*Вергель К.Н.<sup>1</sup>, Кравцова А.В.<sup>1</sup>,*  
*Сафонов А.И.<sup>2</sup>*, канд. биол. наук, доц.

<sup>1</sup> Международная межправительственная организация «Объединенный институт ядерных исследований», г. Дубна, РФ

<sup>2</sup> ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, РФ  
*inga@jinr.ru, verkn@mail.ru, alexkravtsova@yandex.ru, a.safonov@donnu.ru*

Мохообразные являются индикационными растениями в реализации мониторинговых программ при условии использования современного физико-химического оборудования, проведения геостратегической обработки и визуализации данных [1, 2]. В эколого-диагностических целях виды бриобионтов на территории Донбасса изучаются сравнительно недавно, однако экспериментально доказана значимость этих организмов для программы оценивания загрязнения природных сред [3, 4] в системе существующей фитомониторинговой сети, в том числе на стационарах по учету таксономического бриоразнообразия [5].

Цель работы – выделить аспекты практических разработок биомониторинговой программы по оценке загрязнения воздушной среды в центральной части Донбасса с помощью нейтронно-активационного анализа.

До 2019 г. территория степной части Центрального Донбасса не была изучена по критериям загрязнения природных сред с помощью мохообразных в рамках международных научных проектов, возглавляемых Объединенным институтом ядерных исследований в г. Дубна (ОИЯИ). Первичные сборы с 2018 г. и последующее внедрение технологий активного мониторинга для экспонирования бриобионтов сотрудниками кафедр химического и биологического факультетов ДонНУ были интегрированы в существующую 113-компонентную наблюдательную сеть, охватывающую все населенные пункты промышленной части Центрального Донбасса – экотопы с разным уровнем и спецификой техногенных трансформаций, а также буферные территории между городами, включая объекты природно-заповедного фонда Северного Приазовья.

В актуальной базе результатов применения нейтронно-активационного анализа для квантификации ландшафтных систем Донбасса находятся значения по накоплению Na, Mg, Al, Si, Cl, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Zn, As, Se, Br, Rb, Sr, Zr, Sb, I, Cs, Ba, La, Ce, Nd, Sm, Eu, Tb, Dy, Yb, Hf, Ta, W, Th, U в гаметофитах 6-месячных приростов

*Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid, а также в вегетативных частях *Brachythecium campestre* (Müll.Hal.) Bruch., выращиваемых в локалитетах мониторинговой сети с целью определения уровней загрязнения экосистем конкретными элементами.

В рабочую программу экологического мониторинга с помощью нейтронно-активационного анализа в Донбассе внесены следующие аспекты деятельности:

- оценка природных сред по накоплению различных элементов в растениях-индикаторах;

- установление геохимической активности некоторых компонентов миграционных потоков веществ, обусловленных интенсификацией антропогенеза в степной зоне Восточной Европы;

- выделение групп сопряженного загрязнения по данным корреляционной кластеризации в моно- и полифакторных экспериментах как при вычислении по имеющимся результатам пассивного экологического мониторинга, так и при долгосрочном моделировании эксперимента в конкретных учетных площадках;

- определение межвидовой специфики в накоплении различных элементов разными видами растений, в первую очередь мохообразных, уточнение индикационной информативности при использовании видов близких таксономических категорий в случае альтернативного сырьевого сбора в контрастных геофиксированных объектах;

- выбор наиболее информативных индикаторов среди элементов природной флоры по специфическому ингредиентному накоплению (перспективны виды-убиквисты, прошедшие проверку на высокий диапазон выносливости в неблагоприятных режимных условиях произрастания, например, *Bryum argenteum* Hedw., *Orthotrichum speciosum* Nees., *B. caespiticium* Hedw., *Leskea polycarpa* Hedw., *B. capillare* Hedw. и *Tortula muralis* Hedw. – для фонового и импактного вариантов в региональном мониторинге; в качестве ассектаторов биогеоценозов рекомендованы к рассмотрению *Campyliadelphus chrysophyllus* (Brid.) R.S. Chopra, *Brachythecium albicans* (Hedw.) Bruch et al., *Homalothecium lutescens* (Hedw.) H. Robins., *Homomallium incurvatum* (Schrader ex Brid) Loeske и *Orthotrichum diaphanum* Brid. – в градиенте токсической нагрузки специфического характера);

- картографическая визуализация данных по распределению токсичных элементов в пространстве: относительно действующих источников загрязнения и(или) фоновых компонентов, например, в условиях природных геохимических аномалий в зонах повышенной трещиноватости, минерализации, а также в импакте от постиндустриальных конструкций, таких как отвалы угольных шахт, места накопления промышленных отходов, шлакоотвалы, золоотвалы, карьеры и отвалы вскрышных пород и пр. неотъемлемые элементы типичных донецких ландшафтов;



– параллельная идентификация структурных индикаторных признаков растений в условиях различного загрязнения: проявление морфологических и гистологических аномалий, морфофизиологические трансформации, тератологические новообразования – в качестве критериев ответных реакций живой компоненты на факторы специфического и неспецифического стресса;

– динамика загрязнения экотопов Донбасса в межгодовых сравнениях также важна для уточнения непосредственного воздействия объектов промышленности и других форм антропогенеза (урбанизация, коммуникации, переориентирование аграрной сферы и др.) в годы стагнации и полномасштабной работы металлургической отрасли в донецком экономическом регионе;

– определение смены жизненных стратегий в условиях геохимически контрастной и динамически меняющейся среды по фенотипическим признакам индикаторных видов растений как соматической реакции для обеспечения процессов выживания отдельных особей и поддержания полноценных популяционных структур.

Установлено, что экотопы Донбасса характеризуются геохимической гетерогенностью и представляют собой фундаментальный научный и прикладной интерес в системе мониторинга состояния природных сред антропогенно трансформированного региона.

#### **Список литературы**

1. Vergel, K. Assessment of atmospheric deposition in Central Russia using moss biomonitors, neutron activation analysis and GIS technologies / K. Vergel, I. Zinicovscaia, N. Yushin [et al.] // *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*. – 2020. – Vol. 325, N 3. – P. 807–816. – DOI: 10.1007/s10967-020-07234-1.
2. Zinicovscaia, I. Accumulation of potentially toxic elements in mosses collected in the Republic of Moldova / I. Zinicovscaia, C. Hramco, O. Chaligava [et al.] // *Plants*. – 2021. – Vol. 10, N 3. – P. 1–13. – DOI: 10.3390/plants10030471.
3. 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.
4. Sergeeva, A. Assessment of selected rare earth elements, HF, Th, and U in the Donetsk region using moss bags technique / A. Sergeeva, I. Zinicovscaia, D. Grozdov [et al.] // *Atmospheric Pollution Research*. – 2021. – Vol. 12, N 9. – P. 101165. – DOI: 10.1016/j.apr.2021.101165.
5. Сафонов, А. И. Видовое разнообразие бриобионтов мониторинговой сети Центрального Донбасса / А. И. Сафонов, Е. И. Морозова // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2021. – № 1–2. – С. 39–43.

**ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ПРОГРАММА СТУДЕНЧЕСКОГО  
НАУЧНОГО ОБЩЕСТВА КАФЕДРЫ БОТАНИКИ И ЭКОЛОГИИ  
ДОННУ В 2022 г.**

*Иванова Д.В., Суецкая Я.А., Воронцова Д.С.,  
Абуснайна М.В., Удод Я.А., Шевчук Н.А.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, РФ  
*kf.botan@donnu.ru*

Работа студенческого научного общества (СНО) кафедры ботаники и экологии ДонНУ [1] ежегодно синхронизирована в сезонном, а также территориальном аспектах с выполнением задач дипломного и магистерского проектирования в соответствии с общей концепцией работы кафедры [2, 3]. Например, для сбора полевого материала по пыльце на территории всего Центрального Донбасса [4] были задействованы эколого-ботанические маршруты девяти других студентов: собраны также данные по плодам, наличию мохообразных, тератных форм габитуального проявления у высших цветковых растений и др. Центром сбора историко-ботанического фактажа был и остается музей кафедры [5].

Цель работы – на примерах конкретных научных тем студентов в 2021-2022 учебном году рассмотреть новые направления и выделить эффективность работы в рамках СНО кафедры.

В трендах востребованности тематического направления с 2022 года выделяются методические и научно-педагогические аспекты, поскольку возрастает запрос не только на выпускников биологического факультета в общеобразовательных учреждениях ДНР, но и требования к учителям по ведению исследовательской и проектной деятельности, что для биологического профиля преподавания в школе целесообразно и реально к исполнению школьниками любого возраста. Так, обозначены темы: 1) методика обучения индикационной экспертизе при проведении регионального фитомониторинга; 2) таксономия и экология бриобионтов Харцызско-Иловайского промузла; обучение студентов методам фитомониторинга; 3) фитоиндикация урбанизированных территорий с использованием обучающей программы; 4) фитоиндикационный эксперимент в ландшафтных системах и педагогической деятельности; 5) аутфитоиндикация центральных районов г. Донецка; методика обучения.

В спектре научно-исследовательских разработок по выбору студентов и для индивидуального проектирования выделены работы по структурной ботанике и экологии растений, а также по способам оптимизации среды с помощью фитокомпонента, что в дальнейшем находит свое отражение в темах выпускных квалификационных работ студентов биологического факультета в 2022 г.: 1) оценка антропогенной

нагрузки на локальные экотопы Донецко-Макеевской агломерации с использованием *Tragopogon major* L.; 2) пылесаждающая способность древесных растений в урбанизированной среде; общественный экологический мониторинг; 3) структурная пластичность индикаторных видов растений в условиях техногенных ландшафтов; 4) экспресс-диагностика экологического состояния улиц г. Донецка по фитоиндикационным данным; 5) реакции фитоиндикаторов на загрязнение почв тяжелыми металлами; 6) оценка урбанизированной среды методами фитоиндикации; 7) тератные проявления у мохообразных в условиях промышленной среды; 8) сообщества сорно-рудеральной фракции флоры г. Донецка; 9) палинологическая информация при проведении экологического мониторинга.

Для всех указанных тем получены акты внедрения разработок в образовательную деятельность кафедры ботаники и экологии: в качестве дидактического материала, при формировании профессиональных коллекций (бриотека, карпологический гербарий и пр.), как примеры для осуществления практических и лабораторных работ студентов на малом и большом практикумах.

Таким образом, в рамках традиционного студенческого сообщества в форме научного кружка подготовка и проведение исследовательской работы на кафедре осуществляется более продуктивно.

### Список литературы

1. Стреблянская, Е. В. Новые исследовательские темы 2021 года в рамках работы студенческого научного общества кафедры ботаники и экологии ДонНУ / Е. В. Стреблянская // Донецкие чтения 2021: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности : матер. VI Междунар. научн. конф. – Донецк : Донецкий национальный университет, 2021. – С. 159–161.
2. 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.
3. Сафонов, А. И. Актуальные позиции индикационных разработок на кафедре ботаники и экологии ДонНУ / А. И. Сафонов // Донецкие чтения 2020 : образование, наука, инновации, культура и вызовы современности : матер. V Междунар. науч. конф. – Донецк : ДонНУ, 2020. – С. 252–254.
4. Бойко, Н. В. Палинологический материал *Taraxacum officinale* (L.) Webb ex Wigg. в условиях г. Донецка / Н. В. Бойко // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов : сб. матер. XIII междунар. научн. конф. – Донецк : ДонНТУ, 2019. – С. 84–86.
5. Петкогло, О. В. Научный ресурс ботанического музея в Донецке / О. В. Петкогло // Донецкие чтения 2016. Образование, наука и вызовы современности : матер. I Междунар. научн. конф. – Донецк: ЮФУ, 2016. – С. 139–140.

## ФЛОРА КОРЕННОГО БЕРЕГА ДНЕСТРА В ОКРЕСТНОСТЯХ СЕЛ СПЕЯ И БУТОРЫ (ПРИДНЕСТРОВЬЕ)

*Ионова Л.Г., Тихоненкова Л.А.*, канд. биол. наук, доц.  
ГООУ «Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко»,  
г. Тирасполь, Приднестровская Молдавская Республика  
*ludochkaionova@yandex.ru, ltikhonenkova@mail.ru*

В 2020 году был принят долгосрочный план по защите природы и предотвращению деградации экосистем в Европе [1]. В аспекте задач по изучению и сохранению автохтонной природы Приднестровья, большой интерес представляют реликтовые участки берегов Днестра - рефугиумы редких видов растений. Одним из таких участков является коренной левый берег Днестра между селами Спея и Буторы Григориопольского района (далее сектор «Курганный» - название предлагается от расположенного здесь кургана позднескифской культуры). Урочище станет одним из 5 секторов проектируемого Национального парка «Скифский рубеж» (рабочее название). Научной основой для создания ООПТ служат результаты флорологических и фаунистических исследований потенциально ценных природных участков, что и было целью нашей работы – инвентаризация флоры сектора «Курганный».

Современная флора окрестностей сел Буторы и Спея слабо изучена. Сведения о растениях участка имеются в работах И.К. Пачоского [2], имеются также некоторые конца XX-го - начала XXI-го веков [3].

Сектор «Курганный» представляет собой коренной берег Днестра, расположенный между селами Спея и Буторы. Крайняя юго-западная точка - 46°59'20.2"N 29°19'48.6"E, северная – 47°01'42.2"N 29°23'57.9"E. Площадь участка 192 га. Большая часть сектора покрыта насаждениями сосны крымской (*Pinus pallasiana*), робинии (*Robinia pseudoacacia*) и другими древесными породами, имеется также фрагмент естественного леса. В период исследований, на территории сектора «Курганный» было выявлено произрастание 323 видов сосудистых растений. К условной группе редких растений можно отнести 35 видов, которые включены в различные международные и национальные охранные списки (табл.), в тексте они подчеркнуты.

*Aceraceae*: *Acer campestre* L. (2), *Acer negundo* L. (4), *Acer tataricum* L. (2); *Alliaceae*: *Allium paczoskianum* Tuzs. (2), *Allium paniculatum* L. (2), *Allium rotundum* L. (4), *Allium sphaerocephalon* L. (3-4); *Amaranthaceae*: *Amaranthus retroflexus* L. (2); *Anacardiaceae*: *Cotinus coggygria* Scop. (3); *Apiaceae*: *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm. (2-3), *Bupleurum rotundifolium* L. (2), *Chaerophyllum temulum* L. (2), *Conium maculatum* L. (3), *Daucus carota* L. (3), *Eryngium campestre* L. (3-4), *Eryngium planum* L. (2), *Falcaria vulgaris*

Bernh. (2-3), *Ferulago galbanifera* (Mill.) Koch (2), *Heracleum sibiricum* L. (1-2), *Peucedanum alsaticum* L. (2), *Peucedanum ruthenicum* M. Bieb. (3), *Pimpinella tragioides* Vill. (*P. titanophila* Woronow) (1), *Seseli campestre* Bess. (2), *Torilis arvensis* (Huds.) Link. (3), *Torilis japonica* (Houtt.) DC. (3-4); *Apocynaceae*: *Vinca herbacea* Waldst. et Kit. (2); *Aristolochiaceae*: *Aristolochia clematitis* L. (3); *Asclepiadaceae*: *Cynanchum acutum* L. (1-2), *Vincetoxicum hirundinaria* Medik. (1); *Asparagaceae*: *Asparagus officinalis* L. (1), *Asparagus verticillatus* L. (2); *Asteraceae*: *Achillea pannonica* Scheele (3), *Achillea collina* J. Beck. ex Reichenb. (2-3), *Ambrosia artemisiifolia* L. (3-4), *Anthemis tinctoria* L. (*A. subtinctoria* Dobroc.) (3), *Arctium lappa* L. (3), *Arctium tomentosum* Mill. (1), *Artemisia absinthium* L. (3), *Artemisia annua* L. (3), *Artemisia austriaca* Jacq. (3), *Artemisia santonica* L. (2), *Artemisia vulgaris* L. (2), *Aster bessarabicus* Bernh. ex Reichenb. (2-3), *Bidens tripartita* L. (1), *Carduus acanthoides* L. (2), *Carduus crispus* L. (1), *Carduus hamulosus* Ehrh. (3), *Carduus thoermeri* Weinm. (3), *Carlina biebersteinii* Bernh. ex Hornem. (2), *Centaurea biebersteinii* DC. (1), *Centaurea diffusa* Lam. (3-4), *Centaurea solstitialis* L. (3-4), *Centaurea stereophylla* Bess. (2), *Chondrilla juncea* L. (2), *Cichorium intybus* L. (3-4), *Cirsium arvense* (L.) Scop. (2-3), *Cirsium vulgare* (Savi) Ten. (3), *Conyza canadensis* (L.) Cronq. (*Erigeron canadensis* L.) (3-4), *Crepis rhoeadifolia* M. Bieb. (3), *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen. (2), *Echinops sphaerocephalus* L. (2), *Galatella villosa* (L.) Rechb. f. (2-3), *Grindelia squarrosa* (Pursh) Dun. (2), *Helichrysum arenarium* (L.) Moench (2-3), *Hieracium echioides* Lumn. (2), *Hieracium pilosella* L. (2-3), *Inula britannica* L. (2), *Inula salicina* L. (3), *Jurinea calcarea* Klok. (2-3), *Jurinea multiflora* (L.) B. Fedtsch. (1), *Lactuca serriola* L. (3-4), *Lactuca tatarica* (L.) C.A. Mey. (2), *Matricaria recutita* L. (2-3), *Onopordum acanthium* L. (3), *Phalacrolooma annuum* (L.) Dumort. (*Erigeron annuus* (L.) Pers.) (4), *Pyrethrum corymbosum* (L.) Scop. (2), *Senecio erucifolius* L. (2-3), *Senecio vernalis* Waldst. et Kit. (3-4), *Sonchus arvensis* L. (3-4), *Tanacetum vulgare* L. (2), *Taraxacum officinale* Wigg. (3-4), *Taraxacum serotinum* (Waldst. et Kit.) Poir. (3), *Tragopogon major* Jacq. (3), *Tragopogon orientalis* L. (2), *Tripleurospermum perforatum* (Merat) M. Lainz (2-3), *Xanthium strumarium* L. (3), *Xeranthemum annuum* L. (3-4); *Betulaceae*: *Corylus avellana* L. (2); *Boraginaceae*: *Aegonychon purpureocaeruleum* (L.) Holub (1), *Anchusa officinalis* L. (2-3), *Anchusa procera* Bess. (2), *Anchusa pseudochoroleuca* Shost. (2-3), *Asperugo procumbens* L. (2), *Buglossoides arvensis* (L.) Johnst. (3), *Cynoglossum officinale* L. (1-2), *Echium vulgare* L. (3-4), *Lappula squarrosa* (Retz.) Dumort. (2-3), *Lycopsis arvensis* L. (2-3), *Myosotis caespitosa* K. F. Schultz (1), *Nonea pulla* DC. (1), *Symphytum officinale* L. (2), *Symphytum tauricum* Willd. (1); *Brassicaceae*: *Alliaria petiolata* (Bieb.) Cavara et Grande (2), *Alyssum calycinum* L. (*A. alyssoides* (L.) L.) (2), *Alyssum rostratum* Steven. (3), *Armoracia rusticana* Gaertn., Mey. et Scherb. (1), *Barbarea vulgaris* R. Br. (4), *Berteroa incana* (L.) DC. (4), *Camelina*

*microcarpa* Andr. ex DC. (3), *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. (4), *Cardaria draba* (L.) Desv. (4), *Chorispora tenella* (Pall.) DC. (2), *Descurainia sophia* (L.) Webb ex Prantl (3), *Isatis campestris* Stev. ex DC. (1), *Rapistrum perenne* (L.) All. (2), *Rorippa austriaca* (Crantz) Besser (2), *Sisymbrium loeselii* L. (3), *Sisymbrium orientale* L. (2), *Thlaspi arvense* L. (4); *Campanulaceae*: *Asyneuma canescens* (Waldst. et Kit.) Griseb. et Schenk (2-3), *Campanula bononiensis* L. (2), *Campanula persicifolia* L. (1), *Campanula rapunculoides* L. (2), *Campanula sibirica* L. (2-3); *Cannabaceae*: *Cannabis ruderalis* Janisch. (2-3), *Humulus lupulus* L. (2); *Caryophyllaceae*: *Arenaria serpyllifolia* L. (2-3), *Dianthus carbonatus* Klok. (1-2), *Dianthus membranaceus* Borb. (2), *Eremogone biebersteinii* (Schlecht.) Holub (1), *Gypsophila collina* Stev. ex Ser. (2), *Melandrium album* (Mill.) Garcke (2-3), *Saponaria officinalis* L. (2), *Silene moldavica* (Klok.) Sourcova (2-3), *Stellaria media* (L.) Vill. (3-4); *Celastraceae*: *Euonymus europaeus* L. (3); *Chenopodiaceae*: *Atriplex tatarica* L. (2), *Chenopodium album* L. (3), *Chenopodium urbicum* L. (2-3); *Convolvulaceae*: *Calystegia sepium* (L.) R. Br. (2), *Convolvulus arvensis* L. (3); *Cornaceae*: *Cornus mas* L. (2-3), *Swida sanguinea* (L.) Opiz (4-5); *Crassulaceae*: *Sedum acre* L. (2); *Cuscutaceae*: *Cuscuta* sp. (3); *Cyperaceae*: *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla (2), *Carex digitata* L. (2), *Carex hirta* L. (2-3), *Carex melanostachya* Bieb. ex Willd. (2), *Carex otrubae* Podp. (2), *Cyperus fuscus* L. (1-2); *Dipsacaceae*: *Cephalaria transsylvanica* (L.) Schrad. ex Roem. et Schult. (2), *Cephalaria uralensis* (Murr.) Schrad. ex Roem. et Schult. (3-4), *Dipsacus sylvestris* Huds. (*D. fullonum* L.p.p. nom. ambig.) (2), *Knautia arvensis* (L.) Coult. (2); *Elaeagnaceae*: *Elaeagnus angustifolia* L. (3); *Ephedraceae*: *Ephedra distachya* L. (1); *Equisetaceae*: *Equisetum arvense* L. (1-2), *Equisetum ramosissimum* Desf. (1); *Euphorbiaceae*: *Euphorbia agraria* Bieb. (3), *Euphorbia glareosa* Pall. ex Bieb. (1-2), *Euphorbia palustris* L. (1), *Euphorbia seguieriana* Neck. (2-3), *Euphorbia stepposa* Zoz (1-2), *Euphorbia virgata* Waldst. et Kit. (1); *Fabaceae*: *Amoria repens* (L.) C. Presl (*Trifolium repens* L.) (2), *Amorpha fruticosa* L. (2), *Astragalus glaucus* M. Bieb. (3), *Astragalus glycyphyllos* L. (2), *Astragalus onobrychis* L. (3), *Caragana frutex* (L.) C. Koch (3), *Chamaecytisus austriacus* (L.) Link (2), *Coronilla varia* L. (3-4), *Gleditsia triacanthos* L. (3), *Lathyrus tuberosus* L. (3-4), *Lotus corniculatus* L. (2-3), *Medicago falcata* L. (3), *Medicago lupulina* L. (3), *Medicago sativa* L. (2), *Melilotus officinalis* (L.) Pall. (2-3), *Onobrychis arenaria* (Kit.) DC. (1-2), *Robinia pseudoacacia* L. (4-5), *Trifolium medium* L. (1-2), *Trifolium pratense* L. (3), *Vicia cracca* L. (3-4), *Vicia grandiflora* Scop. (1), *Vicia hirsuta* L. (Gray) (1), *Vicia sepium* L. (2); *Fagaceae*: *Quercus robur* L. (2); *Fumariaceae*: *Corydalis bulbosa* (L.) DC. (*C. solida* (L.) Clairv.) (2), *Fumaria schleicheri* Soy.-Willem. (3); *Geraniaceae*: *Erodium cicutarium* (L.) L Her. (3), *Geranium pusillum* L. (2-3); *Grossulariaceae*: *Ribes aureum* Pursh (1); *Hyacinthaceae*: *Muscari neglectum* Guss. (3), *Hyacinthella leucophaea* (C. Koch) Schur (3), *Ornithogalum boucheanum* (Kunth) Asch. (1-2), *Scilla bifolia* L. (2);

*Hypericaceae*: *Hypericum elegans* Steph. (2), *Hypericum perforatum* L. (2-3);  
*Iridaceae*: *Crocus reticulatus* Stev. ex Adams (2), *Iris pumila* L. (2);  
*Juglandaceae*: *Juglans regia* L. (2); *Juncaceae*: *Juncus compressus* Jacq. (2);  
*Lamiaceae*: *Acinos arvensis* (Lam.) Dandy (1-2), *Ajuga chia* Schreb. (2-3),  
*Ballota nigra* L. (3), *Clinopodium vulgare* L. (2), *Marrubium peregrinum* L. (2),  
*Marrubium praecox* Janka (2-3), *Glechoma hederacea* L. (2-3), *Lamium amplexicaule* L. (4-5),  
*Lamium purpureum* L. (2-3), *Leonurus quinquelobatus* Gilib. (3), *Nepeta pannonica* L. (2),  
*Origanum vulgare* L. (3), *Phlomis pungens* Willd. (2-3), *Phlomoides tuberosa* (L.) Moench (2),  
*Prunella vulgaris* L. (2), *Salvia nemorosa* L. (3), *Salvia nutans* L. (2-3), *Salvia verticillata* L. (2),  
*Scutellaria altissima* L. (2), *Sideritis comosa* (Rochel ex Beuth.) Stank. (2-3),  
*Stachys recta* L. (2-3), *Teucrium chamaedrys* L. (4), *Teucrium polium* L. (3),  
*Thymus marschallianus* Willd. (*Thymus latifolius* (Bess.) Andr.) (2-3), *Thymus moldavicus* Klok. et Schost. (3);  
*Liliaceae*: *Gagea lutea* (L.) Ker-Gawl. (3);  
*Limoniaceae*: *Goniolimon besserianum* (Schult.) Kusn. (2); *Linaceae*: *Linum austriacum* L. (3-4),  
*Linum flavum* L. (2), *Linum tenuifolium* L. (1); *Lythraceae*: *Lythrum salicaria* L. (1);  
*Malvaceae*: *Althaea officinalis* L. (1), *Lavatera thuringiaca* L. (2); *Moraceae*: *Morus alba* L. (3);  
*Oleaceae*: *Fraxinus excelsior* L. (1), *Ligustrum vulgare* L. (3); *Papaveraceae*: *Chelidonium majus* L. (3-4),  
*Glaucium corniculatum* (L.) J. Rudolph. (3), *Papaver dubium* L. (3); *Pinaceae*: *Pinus pallasiana* D. Don (4);  
*Plantaginaceae*: *Plantago lanceolata* L. (3), *Plantago major* L. (3), *Plantago urvillei* Opiz (*P. stepposa* Kuprian.) (1-2);  
*Poaceae*: *Aegilops cylindrica* Host (4), *Agropyron pectinatum* (Bieb.) Beauv. (4),  
*Anisantha sterilis* (L.) Nevski (5), *Botriochloa ischaemum* (L.) Keng (4), *Brachypodium sylvaticum* (Huds.) Beauv. (1-2),  
*Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub (2), *Bromus arvensis* L. (2-3), *Dactylis glomerata* L. (2-3), *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv. (3),  
*Elytrigia intermedia* (Host) Nevski (2), *Elytrigia repens* (L.) Nevski (4), *Festuca pratensis* Huds. (2),  
*Festuca valesiaca* Gaudin (3-4), *Hierochloa repens* (Host) Beauv. (2), *Hordeum leporinum* Link (3),  
*Koeleria moldavica* M. Alexeenko (1), *Lolium perenne* L. (3), *Melica transsilvanica* Schur (2),  
*Phleum pratense* L. (1), *Poa annua* L. (3), *Poa bulbosa* L. (3), *Poa pratensis* L. (3),  
*Poa sylvicola* Guss. (2), *Sclerochloa dura* (L.) Beauv. (2-3), *Setaria pumila* (Poir.) Roem. et Schult. (2),  
*Stipa capillata* L. (3), *Stipa lessingiana* Trin. et Rupr. (2), *Stipa pennata* L. (2), *Stipa pulcherrima* C. Koch (2);  
*Polygonaceae*: *Fallopia dumetorum* (L.) Holub (2-3), *Persicaria hidropiper* (L.) Spach. (*Polygonum hidropiper* L.) (2),  
*Polygonum aviculare* L. (3), *Rumex confertus* Willd. (3), *Rumex crispus* L. (1), *Rumex stenophyllus* Ledeb. (1);  
*Primulaceae*: *Androsace elongata* L. (3-4), *Lysimachia nummularia* L. (2);  
*Ranunculaceae*: *Adonis vernalis* L. (1), *Anemonoides ranunculoides* (L.) Holub (2),  
*Consolida paniculata* (Host) Schur (3), *Ficaria verna* Huds. (3), *Nigella arvensis* L. (3-4),  
*Pulsatilla grandis* Wend. (1), *Pulsatilla montana* (Hoppe) Reichenb. (1-2),  
*Pulsatilla ucranica* (Ugr.) Wissjul. (1-2), *Ranunculus acris* L. (2), *Ranunculus illyricus* L. (2),  
*Ranunculus polyanthemus* L. (1-2),

*Ranunculus repens* L. (1-2), *Thalictrum minus* L. (2); *Resedaceae*: *Reseda inodora* Reichenb. (2), *Reseda lutea* L. (2-3); *Rhamnaceae*: *Rhamnus cathartica* L. (1-2); *Rosaceae*: *Agrimonia eupatoria* L. (3-4), *Amygdalus nana* L. (2), *Armeniaca vulgaris* Lam. (1), *Cerasus fruticosa* Pall. (1), *Crataegus monogyna* Jacq. (3), *Filipendula vulgaris* Moench (2), *Fragaria viridis* (Duch.) Weston (2), *Geum urbanum* L. (3), *Padellus mahaleb* (L.) Vass. (2-3), *Potentilla arenaria* Borkh. (3), *Potentilla argentea* L. (3), *Potentilla recta* L. (2-3), *Potentilla reptans* L. (2-3), *Potentilla supina* L. (1-2), *Poterium sanguisorba* L. (2-3), *Prunus cerasifera* Ehrh. (1), *Prunus domestica* L. (1-2), *Prunus spinosa* L. (3), *Pyrus pyraeaster* Burgsd. (2), *Rosa canina* L. (3), *Rubus caesius* L. (2-3), *Spiraea crenata* L. (1); *Rubiaceae*: *Galium aparine* L. (4-5), *Galium campanulatum* Vill. (2), *Galium humifusum* Bieb. (2-3), *Galium mollugo* L. (1), *Galium tyraicum* Klok. (2-3), *Galium verum* L. (2); *Rutaceae*: *Haplophyllum suaveolens* (DC.) G. Don fil. (2-3); *Salicaceae*: *Populus alba* L. (3), *Populus nigra* L. (2), *Salix alba* L. (3); *Sambucaceae*: *Sambucus ebulus* L. (3), *Sambucus nigra* L. (3); *Scrophulariaceae*: *Linaria genistifolia* (L.) Mill. (2), *Linaria vulgaris* Mill. (2), *Verbascum lychnitis* L. (1), *Verbascum marschallianum* Ivanina et Tzvel. (2-3), *Verbascum nigrum* L. (1), *Verbascum phlomoides* L. (3), *Verbascum phoeniceum* L. (3), *Veronica hederifolia* L. (2-3), *Veronica praecox* All. (2), *Veronica prostrata* L. (2-3), *Veronica spicata* L. (2); *Simaroubaceae*: *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle (3); *Solanaceae*: *Datura stramonium* L. (1), *Hyoscyamus niger* L. (2), *Lycium barbarum* L. (2), *Physalis alkekengi* L. (1-2), *Solanum dulcamara* L. (2), *Solanum schultesii* Opiz (2-3); *Ulmaceae*: *Ulmus carpiniifolia* Rupp. ex Suckow (3-4), *Ulmus laevis* Pall. (2-3); *Urticaceae*: *Urtica dioica* L. (2); *Valerianaceae*: *Valeriana collina* Wallr. (2-3); *Verbenaceae*: *Verbena officinalis* L. (2); *Viburnaceae*: *Viburnum lantana* L. (2); *Violaceae*: *Viola ambigua* Waldst. et Kit. (2), *Viola arvensis* Murr. (3-4), *Viola hirta* L. (2), *Viola odorata* L. (3); *Vitaceae*: *Vitis sylvestris* C.C. Gmel. (1); *Woodsiaceae*: *Cystopteris fragilis* (L.) Bernh. (1).

Таблица

Природоохранная характеристика флоры

Охранный статус	Количество видов
IUCN (version 2021.3)	3*
Bern Convention (Convention on the conservation of European Wildlife and Natural Habitats)	1
Council Directive 92/43/EEC (Conservation of natural habitats and of wild fauna and flora)	1
Красная книга ПМР (2020)	21
Cartea Roşia a Republicii Moldova (2015)	7
Операционный список Экологической сети Молдовы (2017 [8])	29

Примечание: \* не учитывалась категория LC.

Индекс концентрации видового богатства  $I_{cr}$  сосудистых растений (по: А.В. Андрееву [4]) сектора «Курганный» составляет 141. Отдельно



рассчитанный  $I_{cr}$  для растений, включенных в Красную книгу ПМР [5] составляет 9. На 1 км<sup>2</sup> приходится около 11 видов растений, включенных в Красную книгу.

Обследованная местность соответствует статусу узловой территории экологической сети. Согласно критериям А.В. Андреева (пункты N-7, L-9) к такому типу территорий относятся участки: служащие местом произрастания более 9 % видов растений, включенных в Красную книгу (в секторе произрастает 17 % видов растений КК ПМР); места концентрации видов растений, при значении показателя концентрации видового богатства сосудистых растений 14-191.

На высоких склонах и вдоль берега Днестра между селами Спя и Буторы (на территории сектора «Курганный») в 2021 году выявлено 323 вида сосудистых растений, относящихся к 71 семейству. Эти цифры имеют потенциал к увеличению при осуществлении дальнейших флорологических исследований территории.

По ботанической составляющей, сектор «Курганный» заслуживает включения в природно-заповедный фонд ПМР. Участок соответствует статусу узловой территории экологической сети. Здесь сохраняются популяции 21 вида растений, включенных в Красную книгу ПМР.

#### **Список литературы**

1. Возвращение природы в нашу жизнь. Стратегия по сохранению биоразнообразия до 2030 года. – URL: <https://ec.europa.eu/environment/strategy> (дата обращения: 20.08.2022).
2. Пачоский, И. К. Херсонская флора. – Т. 1 : Высшие тайнобрачные, голосеменные, однодольные / И. К. Пачоский – Херсон, 1914. – 547 с.
3. Жилкина, И. Н. Растения Приднестровской Молдавской Республики (конспект флоры) / И. Н. Жилкина. – Гатчина Ленинградской области: ПИЯФ РАН, 2002. – 92 с.
4. Андреев, А. В. Оценка биоразнообразия, мониторинг и экосети / А. В. Андреев. – Кишинев: ВІОТІСА, 2002. – 168 с.
5. Красная книга Приднестровской Молдавской Республики: монография / Министерство сельского хозяйства и природных ресурсов ПМР; редколлегия: Е. М. Коваль (председатель), Л. В. Пилькова, С. И. Берил [и др.]; сост.: О. С. Безман-Мосейко, Д. П. Богатый, Л. Г. Ионова [и др.]. – 2-е изд. – Тирасполь-Бендеры: Полиграфист, 2020. – 560 с. – Текст: непосредственный.

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕКОТОРЫХ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ *OENOTHERA BIENNIS* L. РАЗЛИЧНЫХ АРЕАЛОВ РАСПРОСТРАНЕНИЯ

*Калинина А.В.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, РФ  
*a.kalinina@donnu.ru*

Проблема адвентивных видов в настоящее время приобрела глобальный характер. Необходимость исследования чужеродных видов в настоящее время чрезвычайно актуальна [3, 4].

Ослинник двулетний *Oenothera biennis* L. североамериканский вид, получивший широкое распространение на территории Европы [1, 2]. В разных регионах произрастания особи *Oe. biennis* способны демонстрировать различную стратегию распространения, могут обладать как адвентивным статусом, так и разной степенью инвазивности. Специфической особенностью видов рода *Oenothera* являются интенсивные видообразовательные процессы, гибридизационный и инвазионный потенциалы [4].

Особенности распространения и натурализации неаборигенных видов на вторичных ареалах обусловлены географическими, климатическими и экологическими условиями среды, влиянием антропогенного фактора и эколого-биологическими особенностями чужеродных видов [1, 4].

Цель работы – сравнить результаты исследования некоторых морфометрических параметров особей ценопопуляции техногенного экотопа г. Макеевки с параметрами особей вторичного [1] и естественного [5] ареалов по литературным данным.

На территории Донецкого региона *Oe. biennis* является адвентивным, встречается в составе естественных группировок в нарушенных местообитаниях.

Исследуемая ценопопуляция *Oe. biennis* выявлена на породном отвале угольной шахты, расположенном на территории города Макеевки Горняцкого района. Изучение морфометрических параметров осуществляли на особях в генеративных состояниях по общепринятым методикам [2].

Высота особей *Oe. biennis* ценопопуляции, сформированной на породном отвале угольной шахты г. Макеевки, варьирует в пределах от 50 см до 120 см, среднее значение – 80,27 см. Следует отметить, что плотность ценопопуляции характеризуется невысокими значениями, составляет  $18,5 \pm 1,9$  особей/м<sup>2</sup>. Соответственно, плотность не оказывает

негативного влияния на ростовые процессы особей ценопопуляции. Масса семенного материала особей ценопопуляции *Oe. biennis* породного отвала составляет от 41,5 мг до 31,2 мг, среднее значение 34,0 мг.

Экспериментальные данные сравнили с параметрами особей *Oe. biennis* указанных в литературных источниках:

– вторичный ареал произрастания ценопопуляции *Oe. biennis* приурочена к биостанции МГУ им. Н. П. Огарева в Республике Мордовии – высота особей колеблется от 45 см до 138 см; масса семян от 30,1 мг до 18,9 мг, среднее значение 25,4 мг;

– естественный ареал произрастания *Oe. biennis* штат Огайо, США – высота особей от 66 см до 142 см; масса семян составил от 104,3 мг до 12,2 мг, среднее значение – 49,9 мг.

Сравнив высоту и массу семенного материала *Oe. biennis* растений вторичных и естественного ареалов, установили, что особи вида в условиях вторичного ареала уступают по значениям рассмотренных морфометрических параметров растениям, произрастающим в условиях естественного ареала.

Особь ценопопуляции, сформированной на техногенном экотопе г. Макеевки, несколько превышает значения параметров особей вторичного ареала в Республике Мордовии. Выявленная закономерность подтверждает высокую адаптивную способность *Oe. biennis* в различных условиях произрастания.

### Список литературы

1. Гладунова, Н. В. *Oenothera biennis* L. в Республике Мордовия (Россия) / Н. В. Гладунова, Е. В. Варгот, А. А. Хапугин // Русский Журнал Ботанических Инвазий. – 2013. – №4. – С. 17–26.
2. Калинина, А. В. Состояние ценопопуляций видов рода *Oenothera* L. в трансформированных экотопах Донбасса / А. В. Калинина // Лесохозяйственная информация. – 2022. – № 3. – С. 135–144. – DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2022.3.12.
3. Сафонов, А. И. Фитоиндикация промышленно-индустриальных ландшафтов Донбасса / А. И. Сафонов // Современные исследования в науках о Земле: ретроспектива, актуальные тренды и перспективы внедрения : Матер. IV Междунар. научн.-практич. конф., Астрахань, 27–28 мая 2022 г. – Астрахань, 2022. – С. 154–156.
4. Тохтарь, В. К. Изучение распространения видов рода *Oenothera* L. в модельных индустриальных регионах Европы / В. К. Тохтарь, С. А. Грошенко // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2012. – № 3 (122), Вып. 18. – С. 60–65.
5. Kromer, M. Seed mass, genotype, and density effects on growth and yield of *Oenothera biennis* L. / M. Kromer, K. L Gross. // *Oecologia*. – 1987, Vol. 73(2). – P. 207–212. DOI: 10.1007/BF00377509.

## НЕГАТИВНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ НАРУШЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ В АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

*Кондрашин К.Г., Стрелков С.П.*, канд. биол. наук, доц.,

*Петров Р.А., Кравченко Т.П., Муканов Р.В.*

ГАОУВО «Астраханский государственный архитектурно-строительный университет»,  
г. Астрахань, РФ  
*buildinst@mail.ru*

Рациональное использование земельных ресурсов невозможно без детального изучения агрохимических свойств почв. Сложный комплекс почвообразующих пород в Астраханской области обуславливает большое варьирование почв по содержанию гумуса и подвижных форм питательных веществ. Производственная деятельность человека так же сказывается на уровне потенциального и эффективного плодородия почв [1–3]. Несмотря на то, что технология выращивания сельскохозяйственных (СХ) культур имеет свои нюансы и подстраивается под среду выращивания, всё же имеются чёткие параметры, которых необходимо придерживаться. В 2021 г. был совершен выезд на исследуемую территорию предполагаемой деградации растительного покрова (в контексте СХ культур) в Харабалинском районе, Астраханской области.

Исследуемая территория занимает полуостровное пространство, окружённое ериком «Лопатин» и рекой «Ахтуба», расположен в северной части Харабалинского района, в геоботаническом отношении находится в части Волго-Ахтубинской поймы. После визуального осмотра территории была проведена наземная корректировка границ полей, для выяснения её точной площади. Поворотные точки периметра, зафиксированы в системе глобального позиционирования с помощью GPS навигатора.

Далее был проведён отбор почвенных образцов, и сельскохозяйственных культур для выявления уровня деградации почвенно-растительного покрова. Грунтовые воды залегают на глубине 3–5 метров, а в межгрядных понижениях 1,5–3 метра. По средним морфологическим данным, величина гумусового горизонта составляет 25 см, укороченных – 17 см примитивных – 8 см. Некоторые разновидности этих почв вскипают при действии 10 %-ой соляной кислоты от 35 см и ниже, в местах скопления карбонатов в виде мелкого ракушечника. Кристаллы гипса отсутствуют. Анализ отобранных почвенных образцов показал критический уровень влажности (3,2–4,5 %) – доступной для растительности, и, в частности, СХ культур.

Анализ плотности почвы (пикнометрическим методом) выявил чрезмерно плотное состояние почвенного покрова исследуемой территории (1,21–1,3 г/см<sup>3</sup>). Неудовлетворительное состояние почвенного покрова (высокая плотность почвы и низкая влажность) на момент исследования явилось следствием отсутствия должной ирригации и мелиоративных работ на территории. Для исследования СХ урожая было отобрано: 15 точечных проб картофеля сорта «Ред Скарлет» по 25 клубней в каждой с поля площадью 20 га; 10 точечных проб картофеля сорта «Ривьера» по 25 клубней в каждой с поля площадью 10 га.

При визуальном осмотре и микроскопировании нами обнаружены клубни картофеля, пораженные заболеваниями: Железистая пятнистость 3568 г – «Рэд Скарлет» – 8 %; 2674 г – «Ривьера» – 7,5 %; Мокрая бактериальная гниль (*Erwinia carotovora* Holi. var. *atroseptica* Tennison) 13678 г – «Рэд Скарлет» – 29,9 %, 9382 г – «Ривьера» – 26,2 %; Альтернариоз (*Alternaria solani* Sor.) 26485 г – «Рэд Скарлет» – 58 %; 12415 г – «Ривьера» – 34,7 %; Фомоз, или пуговичная гниль (*Phoma exigua* Desm) 21500 г – «Рэд Скарлет» – 47,1 %, 13800 г – «Ривьера» – 38,6 %; Ооспороз (бугорчатая парша) (*Oospora pustulans* M.N. Owen et. Wakef.) 13250 г – «Рэд Скарлет» – 47,1 %, 6200 г – «Ривьера» – 17,3 %.

Все клубни, двух сортов с признаками удушения: механическими повреждениями и морщинистостью.

Таким образом, в ходе проведения экологического обследования, было установлено несоответствие проведённых мелиоративных работ необходимому объёму и срокам (запланированным в соответствии с технологическими картами). В результате чего был причинён ущерб исследуемому участку – почвенному покрову, растительному покрову и, в частности, сельскохозяйственным культурам территории.

### Список литературы

1. Павлюшин, В. А. Технология интегрированной защиты кормовых культур от вредителей, болезней и сорняков в Нечерноземной зоне РФ (научно-практические рекомендации) / В. А. Павлюшин, С. Г. Иванов, Г. И. Сухорученко, В. И. Долженко, Н. Р. Гончаров, А. К. Лысов. – Санкт-Петербург, 2005. – 36 с.
2. Ефимов, В. М. Многомерный анализ биологических данных / В. М. Ефимов, В. Ю. Ковалева. – СПб., 2008. – С. 114–123.
3. Шабанов, А. Э. Продуктивность и качество новых сортов картофеля в зависимости от приемов агротехники / А. Э. Шабанов, А. И. Кисилев, Н. С. Зебрин // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 1. – С. 30–31.

## СОХРАНЕНИЕ И ПОПОЛНЕНИЕ КОЛЛЕКЦИОННОГО ФОНДА ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ РАСТЕНИЙ В ДОНЕЦКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ (2017–2021 ГГ.)

*Кустова О.К.*, канд. биол. наук,  
*Глухов А.З.*, д-р биол. наук, проф.,  
*Козуб-Птица В.В.*, канд. биол. наук  
ГБУ «Донецкий ботанический сад», г. Донецк, РФ  
*lavanda\_dbg@mail.ru*

Формирование коллекций хозяйственно-ценных растений в Донецком ботаническом саду (ДБС) проходит путем расширения видового и сортового разнообразия, мобилизации образцов различного географического происхождения. Учитывая сложные природно-климатические условия Донбасса, а также антропогенную нагрузку промышленного региона, актуальным является поиск и подбор культур с высоким адаптивным потенциалом, экологически устойчивых, продуктивных по хозяйственным показателям.

Цель работы – подведение итогов сохранения и пополнения коллекций хозяйственно-ценных растений за период 2017–2021 гг.

В основу концепции формирования коллекций растений положены следующие принципы: популяционный; систематический; экологический; биоморфологический; эстетический; утилитарный; учебно-просветительский [1].

Работа с коллекционным материалом проводится по следующему алгоритму: ежегодное пополнение коллекций, таксономическая идентификация и интродукционная оценка поступивших образцов, анализ динамики формирования коллекций, в том числе, выпадения неустойчивых к условиям интродукции или отбраковка неперспективных по своим хозяйственным характеристикам растений.

В 2017 г. в коллекции ароматических и малораспространенных овощных растений насчитывались 81 род, 178 видов из 25 семейств, представленных 542 образцами, в т.ч. – 60 сортами и селекционными формами. В 2021 г. коллекция составила 110 родов, 217 видов из 32 семейств, 366 образцов, в т.ч. – 89 сортов и селекционных форм. В таксономическом отношении преобладают представители *Lamiaceae*, *Apiaceae*, *Fabaceae* и *Asteraceae* (табл. 1). Пополнение за период 2017–2021 гг. в таксономическом отношении составило 8 семейств, 29 родов, 39 видов, 41 образец в т.ч. 33 сорта. Новыми для коллекции являются 17 родов: *Acorus* L., *Chamaenerion* (L.) Scop., *Coix* L., *Cucumis* L., *Cymbopogon* Spreng., *Ephedra* L., *Epilobium* L., *Helenium* L., *Hibiscus* L., *Juniperus* L.,

*Leucanthemum* Mill., *Matricaria* L., *Platycladus* Spach., *Poterium* L., *Sanquisorba* (Ruppius) L., *Sesamum* L., *Sorghum* Moench. Другие, внесенные в коллекцию роды, например, *Fragaria* L., *Lilium* L., *Ricinus* L., *Ribes* L. и др., ранее присутствовали в коллекции, но не рассматривались в качестве перспективных растений или выпали по разным причинам. В настоящее время эти роды восстановлены в составе коллекции и образцы включены в интродукционный эксперимент [3]. Выпады по причинам отбраковки неперспективных видов и таксономической идентификации интродуцентов составили – 1 семейство, 3 рода, 16 видов, 217 образцов, в т.ч. 4 сорта.

Таблица 1

Таксономическая представленность коллекции ароматических и малораспространенных овощных растений (2017–2021 гг.)

Семейство	Род		Вид		Семейство	Род		Вид	
	2017	2021	2017	2021		2017	2021	2017	2021
Acoraceae	-	1	-	1	Hypericaceae	1	1	3	5
Aizoaceae	1	1	1	1	Lamiaceae	17	24	56	74
Amaranthaceae	3	3	4	4	Liliaceae	-	1	-	1
Amaryllidaceae	1	1	20	15	Malvaceae	1	1	1	2
Apiaceae	11	9	11	9	Myrtaceae	1	1	1	1
Asparagaceae	1	1	1	1	Onagraceae	-	1	-	2
Asteraceae	8	15	11	22	Pedaliaceae	-	1	-	1
Boraginaceae	1	1	1	1	Phytolaccaceae	1	1	1	1
Brassicaceae	5	5	8	6	Poaceae	2	7	2	8
Cucurbitaceae	3	5	8	8	Polygonaceae	2	2	3	4
Cupressaceae	-	2	-	3	Ranunculaceae	1	1	2	2
Cyperaceae	1	1	1	1	Rosaceae	2	4	3	9
Ephedraceae	-	1	-	1	Rutaceae	1	1	1	2
Euphorbiaceae	-	1	-	1	Valerianaceae	1	1	2	1
Fabaceae	11	10	25	19	Solanaceae	3	4	8	9
Geraniaceae	1	1	2	1	Verbenaceae	1	-	2	-
Grossulariaceae	-	1	-	1	Всего:	81	110	178	217

По данным 2017 г. коллекция новых и малораспространенных кормовых растений насчитывала 93 вида, из 48 родов и 9 семейств; коллекция технических растений – 27 видов из 23 родов, 12 семейств. По результатам работы 2021 г. коллекция малораспространенных кормовых растений насчитывает 63 вида, 1 подвид, из 39 родов и 9 семейств, 4 сорта, 5 кандидатов в сорта. Коллекция технических растений насчитывает 14 видов из 11 родов и 10 семейств, 12 сортов, 18 образцов (табл. 2). Коллекция лекарственных растений, применяемых в ветеринарии, – 76 видов из 70 родов и 20 семейств, 76 образцами. Всего пополнение составило 8 родов, 12 видов, 28 образцов, в т.ч. 11 сортов. Наибольшим разнообразием в коллекции представлены семейства, представители которых являются лучшими кормовыми растениями [2]. Природная флора

Донбасса в коллекции представлена 26 видами (28 % от общего количества видов коллекции).

Таблица 2

Таксономическая представленность коллекции кормовых и технических растений на 2021 г.

№	Семейство	Род	Вид	№	Семейство	Род	Вид
кормовые растения				технические растения			
1	<i>Asteraceae</i>	3	3	1	<i>Apiaceae</i>	2	2
2	<i>Brassicaceae</i>	1	1	2	<i>Asteraceae</i>	2	2
3	<i>Fabaceae</i>	11	22	3	<i>Brassicaceae</i>	2	2
4	<i>Hydrophyllaceae</i>	1	2	4	<i>Euphorbiaceae</i>	1	1
5	<i>Lamiaceae</i>	1	1	5	<i>Linaceae</i>	2	2
6	<i>Malvaceae</i>	2	2	6	<i>Malvaceae</i>	4	4
7	<i>Poaceae</i>	17	27	7	<i>Onagraceae</i>	1	1
8	<i>Polygonaceae</i>	2	3	8	<i>Papaveraceae</i>	1	1
9	<i>Rosaceae</i>	1	1	9	<i>Pedaliaceae</i>	1	1
					<i>Ranunculaceae</i>	1	1
	Всего	39	62	10	Всего	17	17

Всего за период 2017–2021 гг. для пополнения коллекций хозяйственно-ценных растений были привлечены по обменному фонду из Ботанического сада Петра Великого института им. В. Л. Комарова РАН, торговой сети, от любителей-садоводов и частных экспедиций семенной материал 180 образцов и посадочный материал 15 образцов. Общий коллекционный фонд лаборатории составил 370 видов из 233 родов, 33 семейств, 122 сортов, кандидатов в сорта и селекционных форм, 533 образцов. Научная ценность созданных в ДБС коллекций хозяйственно-ценных растений обусловлена оригинальностью видового, формового и сортового разнообразия, направленной на выживание растений в экстремальных условиях засушливой степи и техногенного загрязнения.

### Список литературы

1. Донецкий ботанический сад: история и современность / под общ. ред. С. А. Приходько. – Донецк : Проминь, 2020. – 324 с.
2. Козуб-Птица В.В. Анализ семейства Fabaceae Lindl. коллекции кормовых растений Донецкого ботанического сада / В.В. Козуб-Птица // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2019. – № 3-4. – С. 12–18.
3. Кустова О.К. Интродукция малораспространенных ароматических растений в Донецком ботаническом саду / О.К. Кустова, А.З. Глухов // Промышленная ботаника. Сборник научных трудов. – Донецк : ГУ «ДБС». – 2019. – Вып. 19, № 3. – С. 77–87.



## ИТОГИ ВНЕДРЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ ПО ИНТРОДУКЦИИ ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ РАСТЕНИЙ (2017–2021)

*Кустова О.К.*, канд. биол. наук,  
*Глухов А.З.*, д-р биол. наук, проф.,  
*Козуб-Птица В.В.*, канд. биол. наук,  
*Джулай В.И.*, канд. с.-х. наук,  
*Марунич И.В., Воронина Н.В., Приходько Л.Г.*  
ГБУ «Донецкий ботанический сад», г. Донецк, РФ  
*lavanda\_dbg@mail.ru*

Многолетняя научно-исследовательская работа (НИР) в Донецком ботаническом саду (ДБС) проводится по ряду основных направлений: интродукционные исследования новых видов и культиваров; обогащение ассортимента растений, адаптировавшихся к природно-климатическим условиям степи; научное обоснование рационального использования перспективных культур. При этом учитывается эколого-биологический и фиторесурсный потенциал привлеченных к интродукционному эксперименту объектов, и возможность их полифункциональной реализации в народном хозяйстве в условиях Донбасса.

Цель работы – подведение итогов внедрения результатов НИР по интродукции хозяйственно-ценных растений за период 2017–2021 гг. Объектами исследований являлись малораспространенные хозяйственно-ценные растения, а также коллекции ДБС в целом.

Использование научно обоснованных наработок осуществляется в отношении теории науки и прикладной ботаники [2]. Так, результаты деятельности сотрудников лаборатории интродукции культурных растений ДБС отражены в ряде научных публикаций: 6 монографиях, справочных изданиях и учебных пособиях; 52 статьях и 93 материалах конференций в соавторстве [1, 3, 5]. Результаты совместного с лабораторией теоретической и прикладной нейрофизиологии ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького» исследования влияния настоя растительного сырья интродуцированного в ДБС вида *Agastache foeniculum* (Pursh) Kuntze на коррекцию ряда системных аутоиммунных заболеваний человека подтверждены пятью рационализаторскими предложениями и одним патентом [4].

Практические наработки имели широкий спектр реализации. Так, созданы 9 новых демонстрационных экспозиций, сырьевые плантации, усовершенствованы 6 экспозиционных групп и участков. Кроме научной ценности они преследуют цель популяризации и внедрения новых культур

и способов их выращивания, демонстрируют возможности полезных интродуцированных растений как элементов фитодизайна парков и садов. Ежегодно для высадки в коллекции и экспозиции открытого грунта на рассаду в тепличном комплексе высевали до 80 образцов, высаживали около 3000 единиц посадочного материала многолетних растений, ежегодно высевали семена в количестве 5–6 кг.

Семена и растительное сырье, которые являются результатом научной деятельности, предоставляли для передачи или реализации научным организациям соответствующего профиля, аграрным хозяйствам, а также – для нужд населения. В рамках договорной тематики по обмену растениями из коллекционных фондов были переданы в ФГБУН «Ордена трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН» семена многолетних ароматических растений (10 видов). Для озеленения коммунальным предприятиям Донецкой Народной Республики передали посадочный материал многолетних растений (5 видов, 150 шт.) и семенной материал кормовых растений (60 кг).

Разработан научно-популяризационный проект поддержки и развития пчеловодства «Медовая палитра Донецкой степи». Были выполнены этапы: изучен ассортимент потенциальных медоносов; проведен анализ феноритмотипов, выявлены виды перспективные для выращивания на припасечных территориях; заложены сырьевые плантации и питомники; изучены видовой состав насекомых-опылителей на коллекциях хозяйственно-ценных растений и интенсивность их посещения растений. Проведены тематические экскурсии и лекции о растениях медоносах, интродуцированных в ДБС, особенностях их выращивания и применения, о перспективах сотрудничества с ОО «Макеевское городское общество пчеловодов-любителей» и др.

В лаборатории развивается направление комплексного подхода к использованию растений в качестве альтернативного или замещающего сырья. Так, на основании систематического изучения официальных данных о полезных свойствах и разностороннем применении растений, а также оригинальных исследований (фитохимический анализ, медико-биологические эксперименты, органолептическая оценка) были подобраны ассортимент культур и их фитокомпозиции для создания сувенирной продукции. Это – сборы растительного сырья с применением 40 видов лекарственных, чаенапиточных, и кулинарных трав, отечественных пряностей. Разработаны варианты газонных смесей с засухоустойчивыми свойствами на основе кормовых растений селекции ДБС.

Просветительскую деятельность реализовали в цикле лекций и практических занятий для дополнительной профессиональной программы повышения квалификации «Школа садовника» на базе ДБС. Результаты научных исследований внедрены в курсы лекций «Интродукция

растений», «Промышленная ботаника», «Современные проблемы биологии», «Современные проблемы экологии», «Фитоэргономика», проводимые на биологическом факультете в ГОУВПО «Донецкий национальный университет». Для формирования эстетического и экологического мировоззрения молодежи в рамках проекта для учащихся средних школ «Научный сад» были разработаны и проводились тематические занятия «Огород на окошке», «Экскурсия в мир ароматических и лекарственных растений», «Овощная микрозелень – выращиваем витамины весной». Для проекта «Семейные праздники в Ботаническом саду» разработаны тематическая экскурсия «Ароматические растения: происхождение, применение, выращивание», и мастер-классы «Парад лаванды» и «Составление букетов пряных трав», которые нашли позитивный отклик у общественности.

На базе коллекций и экспозиций хозяйственно-ценных растений ДБС ежегодно проводились учебно-производственные и полевые практики для студентов и учащихся ГПОУ «Донецкий центр профессионально-технического образования», Донецкого техникума химических технологий и фармации, фармацевтического факультета ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького», ГОВПО «Донецкий Национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского».

Таким образом, комплексный подход к внедрению результатов научных и прикладных исследований на базе коллекций хозяйственно-ценных растений открытого грунта ДБС решает ряд научных, экономических и социальных вопросов, что позволяет увеличить эффективность использования фиторесурсов для фитооптимизации урбанизированной среды.

### Список литературы

1. Глухов, А. З. Интродукция растений. Учебное пособие / А. З. Глухов, О. А. Гридько, Л. В. Хархота. – Донецк, 2017. – 118 с.
2. Горлачева, З. С. Программа интродукционных исследований и использования полезных растений / З. С. Горлачева, О. К. Кустова, Л. В. Митина, С. А. Пантюшенко // Дендрология, цветоводство и садово-парковое строительство: Междунар. науч. конф. (г. Ялта, 5–8 июня 2012 г.). – Ялта, 2012. – С. 68–69.
3. Донецкий ботанический сад: история и современность / под общ. ред. С. А. Приходько. – Донецк: Проминь, 2020. – 324 с.
4. Патент №139599, UA. МПК: А61Р 37/00. Спосіб корекції нейроімуноендокринної системи при системних аутоімунних розладах в експерименті. Кустов Д. Ю., Кустова О. К. Заява №u201907028 від 24.06.2019. Друк. 10.01.2020. Бюл. №1.
5. Приходько, С. А. Коллекция ароматических растений Донецкого ботанического сада: интродукция, аспекты изучения и использования в условиях степной зоны / С. А. Приходько, О. К. Кустова, А. З. Глухов // Сборник научных трудов ГНБС. – 2018. – Т. 146. – С. 104–111.

## ДИНАМИКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЧЕРНОЗЕМА ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ РЕКОНСТРУКЦИИ АЭРОДРОМА ГОСУДАРСТВЕННОЙ АВИАЦИИ

*Лазарев И.С., Терентьев В.В.,*

*Кочетова Ж.Ю.*, д-р геогр. наук, доц.

ВУНЦ ВВС «Военно-Воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского  
и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, РФ

*zk\_vva@mail.ru*

Неизбежная урбанизация приводит к «поглощению» населенными пунктами аэродромов и аэропортов. Распространяющиеся на несколько километров от них загрязнители характеризуются высокой биологической активностью [1, 2]. Их присутствие в объектах окружающей среды и продуктах питания вызывает заболевания, приводящие к необратимым последствиям. К приоритетным химическим загрязнителям авиационной деятельности относятся керосин, формальдегид, тяжелые металлы, нитриты, нитраты, ароматические и полиароматические углеводороды [3]. Загрязняющие вещества десятилетиями накапливаются в почвах приаэродромных территорий, в том числе в рекреационных и сельскохозяйственных зонах. Такая ситуация складывается практически на всей территории РФ [4]. Типичным примером воздействия аэродрома государственной авиации на экологическую ситуацию прилегающих территорий являются последствия эксплуатации аэродрома «Балтимор» в Советском районе г. Воронеж.

Полк, дислоцирующийся на аэродроме, стал первым линейным полком ВКС России, перевооруженным на фронтальные бомбардировщики Су-34, получив в 2011–2013 гг. 24 самолета этого типа. С 2013 г. на территории началась реконструкция аэродрома, связанная с перемещением колоссальных объемов грунта при расширении взлетно-посадочной полосы (ВПП) и замене цистерн для хранения топлива, при этом было задействовано большое количество специальной техники, что не могло не сказаться на экологической ситуации исследуемого района города.

Целью настоящей работы является исследование влияния деятельности аэродрома государственной авиации на загрязнение почв рекреационной и сельскохозяйственной зон.

Исследования проводили в период с 2007 по 2020 гг., который охватывает время штатного режима работы аэродрома, его консервацию, активную полетную деятельность и масштабную реконструкцию. Отбор проб почв проводили 4 раза в год в двух точках: 1) территория дачного поселка «Сады» на расстоянии 900 м от ВПП; 2) сельскохозяйственные земли – 3,3 км от ВПП (рис. 1). В сертифицированной лаборатории ФБУЗ

«Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области» определяли содержание в почвах приоритетных загрязнителей авиационно-ракетных кластеров: свинца, цинка, никеля, марганца, меди, кадмия, нефтепродуктов, нитратов и нитритов совместно, формальдегида.



Рис. 1. Карта-схема точек отбора проб

По результатам исследований рассчитывали среднегодовой суммарный показатель загрязнения почв в точках 1 и 2 [5]:

$$Z_c = \left( \sum_{i=1}^n C_i / \text{ПДК}_i \right) - (n - 1),$$

где  $C_i$  – концентрация  $i$ -того компонента;  $\text{ПДК}_i$  – предельно допустимая концентрация  $i$ -того компонента;  $n$  – число компонентов, концентрации которых превышают ПДК.

Результаты расчетов суммарного показателя загрязнения почв показаны на рисунке 2. Умеренно опасный уровень загрязнения почв зафиксирован на территории дачных поселков «Сады» во время реконструкции склада горюче-смазочных материалов за счет превышения ПДК керосина в почвах в 20 раз. Несмотря на то, что уровень загрязнения почв на территории сельскохозяйственных угодий в этот период времени увеличился в 2 раза, он не превысил ранга нормы. С 2015 г., помимо повышенного в 1,5–2 раза содержания нефтепродуктов в почвах сельскохозяйственных угодий, зафиксировано высокое содержание формальдегида (соединение II класса опасности, канцероген, продукт неполного сгорания топлива); свинца (тяжелый металл I класса опасности, содержится в выбросах автомобильного транспорта).



Рис. 2. Динамика суммарного показателя загрязнения почв на приаэродромной территории

Таким образом, максимальный ущерб окружающей среде был нанесен во время реконструкции аэродрома, что отразилось на загрязнении почв сельскохозяйственных угодий, расположенных от аэродрома на расстоянии более 3 км. Это необходимо учитывать при проведении подобных масштабных мероприятий на других аэродромах Российской Федерации. При работе аэродрома в штатном режиме загрязнение почв соответствует допустимому уровню на расстоянии менее 1 км от ВПП.

### Список литературы

1. Базарский, О. В. Модель испарения капель керосина в атмосфере и загрязнения грунтов приаэродромных территорий / О. В. Базарский, Ж. Ю. Кочетова // Вестник МГТУ. Труды Мурманского государственного технического университета. – 2019. – Т. 22. – № 1. – С. 64–71. – DOI: 10.21443/1560-9278-2019-22-1-64-71.
2. Лазарев, И. С. Мониторинг и прогнозирование загрязнения приаэродромных территорий (на примере г. Энгельс) / И. С. Лазарев, Ж. Ю. Кочетова, О. В. Базарский, И.О. Бакланов // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. – 2019. – № 56. – С. 126–132. – DOI: 10.33933/2074-2762-2019-56-126-132.
3. Кочетова, Ж. Ю. Авиационно-ракетный кластер как новый класс объектов геоэкологического мониторинга / Ж. Ю. Кочетова // Географический вестник. – 2019. – № 3. – С. 79–91. – DOI: 10.17072/2079-7877-2019-3-79-91.
4. Кочетова, Ж. Ю. Авиационно-ракетные кластеры и окружающая среда / Ж. Ю. Кочетова, Н. В. Маслова, О. В. Базарский. – М.: Инфра-М, 2022. – 266 с. – DOI: 10.12737/1544137.
5. Кочетова, Ж.Ю. Сравнительный анализ интегральных показателей загрязнения почвогрунтов урбанизированной территории приоритетными контаминантами / Ж. Ю. Кочетова, О. В. Базарский, Н. В. Маслова // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2018. – № 1 (125). – С. 28–37. – DOI: 10.26730/1999-4125-2018-1-28-36.

## УДЕЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ $^{137}\text{Cs}$ В ПОЧВАХ ПРИРОДНО-ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ И ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*Маломыжева Н.В., Бобылев В.А.,  
Плахотняя Д.П., Швецова Д.А.,  
Бураева Е.А.,* канд. хим. наук, доц.

ФГАОУ ВПО «Южный федеральный университет», г. Ростов-на-Дону, РФ  
*llia.2013@sfnedu.ru*

Почва является одним из важнейших компонентов биосферы, которые обеспечивает существование живых организмов, в том числе и жизнь человека, и растений. Для сохранения и изучения биосферы некоторым природным территориям дают особо охраняемый статус. Почвы, особо охраняемых природных территорий (ООПТ), подвержены минимальной антропогенной нагрузки, и изучение таких почв несет особую ценность для радиэкологии.

Обширные радиэкологические исследования почв ООПТ в Российской Федерации начались после аварий на предприятии «Маяк» и Чернобыльской АЭС и проводились на таких ООПТ как: Восточно-Уральский государственный заповедник [1, 2], национальный парк «Смольный» [3], заказник «Фролихинский» [4], заповедник "Костомукшский" [5]. В данных работах проанализирована мощность дозы гамма-излучения воздуха и радиоактивность почв ООПТ, в том числе и миграция  $^{137}\text{Cs}$  по почвенному профилю.

Ростовская область почти целиком находится в районах развития черноземных почв. На её территории распространены и приходят в соприкосновение между собой две системы почвенных зон.

В качестве индикаторов в данной работе были выбраны образцы почв. Образцы почв отбирали в экспедициях 2012–2019 г. (Ростовская область).

Цель данной работы – провести радиэкологическое исследование почв на природно-городских (ПГТ) и особо охраняемых природных территорий Ростовской области для оценки влияния антропогенных факторов на содержание искусственных радионуклидов в объектах окружающей среды на примере  $^{137}\text{Cs}$ .

Описательная статистика полученных данных была выполнена с использованием программного обеспечения Statistica 10.

Проверку распределений на нормальность проводили с использованием тестов Колмогорова-Смиронова (с поправкой на значимость Лиллефорса). Преобразование полученных данных с

приведением их к нормальному закону распределения осуществляли с помощью преобразований Бокса-Кокса. Для сравнения данных в работе использовали t-критерий Стьюдента.

Пробы почв отбирались с помощью механических приборов сбора проб и по установленной схеме.

В таблице 1 представлена описательная статистика распределения удельной активности радионуклидов в почвах ООПТ и ПГТ.

Таблица 1

Результаты статистической обработки данных по измеренной удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в почвах ООПТ и ПГТ Ростовской области

Параметр	ООПТ	ПГТ
Минимум, Бк/кг	0,47	0,26
Максимум, Бк/кг	106,7	67,1
Среднее арифметическое, Бк/кг	12,2	10,3
Среднее геометрическое, Бк/кг	20,3	16,1
Медиана, Бк/кг	13,0	12
Мода, Бк/кг	–	2,5
Стандартное отклонение	22,0	13,9
Дисперсия выборки	482,7	193,5
Экцесс	5,4	1,0
Асимметричность	2,2	1,1
Количество измерений, шт	79	204

На рис. 1 представлена частотная гистограмма распределения удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  на ООПТ и ПГТ Ростовской области.

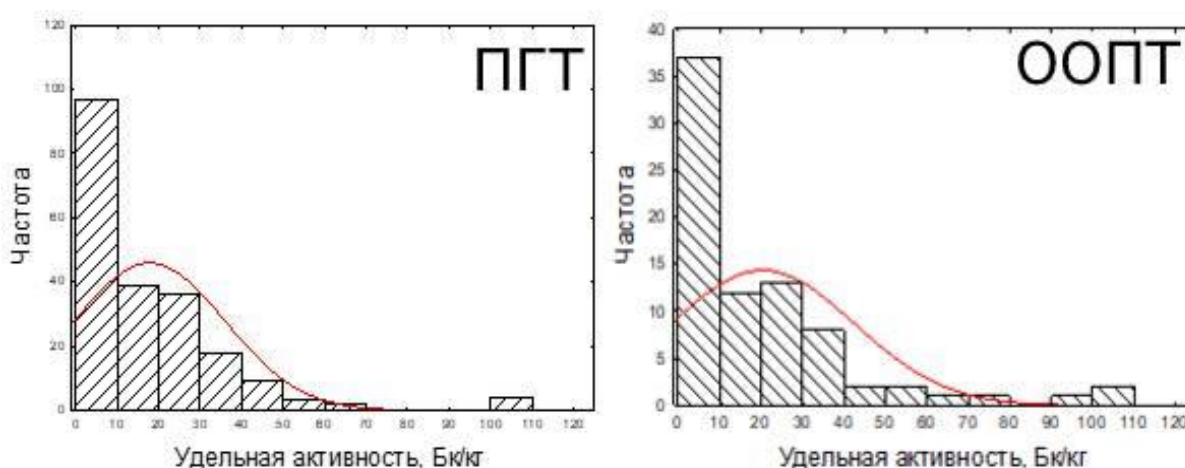


Рис. 1. Распределение удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  на исследуемых территориях

Проверка непараметрическим критерием Колмогорова Смирнова показала, что при уровне значимости равным 0,05 распределение удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  на ПГТ и ООПТ не подчиняется нормальному закону ( $D_p = 0,1666$ ,  $D_T = 0,1141$ ;  $D_p = 0,1832$ ,  $D_T = 0,1834$  соответственно).



Обе выборки удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  не подчиняются законам нормального распределения. Дальнейший анализ данных возможен путем преобразования данных в выборках или с помощью использования непараметрических тестов.

Используя преобразования Бокса-Кокса, можно подобрать оптимально значение  $\lambda$  для распределения удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  на ПГТ и ООПТ Ростовской области. Среднее значение для преобразованных данных составляет 3,4032 и 2,9179 для ПГТ ( $\lambda=0,25$ ) и ООПТ ( $\lambda=0,10$ ) соответственно. Откуда средняя удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в почве ПГТ и ООПТ составляет 11,7 и 12,9 Бк/кг соответственно, которые близки к медианным значениям выборки.

Сравнительный анализ с помощью t-критерий Стьюдента ( $t_{\text{табл}} = 1,972$ ,  $t_{\text{расч}} = 0,245$ ), показал статистическое равенство средних удельных активностей  $^{137}\text{Cs}$  в почве ПГТ и ООПТ с 95% вероятностью.

Проведенное радиоэкологическое исследование почв на природно-городских и особо охраняемых природных территориях Ростовской области показывает вероятное отсутствие влияния антропогенных факторов на содержание искусственного радионуклида  $^{137}\text{Cs}$  в почвах.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках государственного задания №ГЗ0110/22-01-ЭП*

### Список литературы

1. Бураева, Е. А. Радиальное и латеральное распределение радионуклидов в почвах особо охраняемых природных территории Ростовской области / Е. А. Бураева, Д. А. Швецова, Н. В. Ляхова, Т. А. Михайлова // Вестник Луганского государственного университета имени Владимира Даля. – 2020. – №10(40). – С. 126–133.
2. Худайбердина Н. М., Гусев А. С. Влияние восточно-уральского радиоактивного следа на особо охраняемые природные территории челябинской области / Н. М. Худайбердина, А.С. Гусев // Молодежь и наука. – 2018. – №2. – С. 24.
3. Гончаров, Е.А. Радиоэкологические исследования ландшафтов национального парка «Смольный» / Е. А. Гончаров, Н. А. Булыгина, С. Г. Васин // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2017. – № 4 (36). – С. 66–81.
4. Галушкина, Д. Н. Радиоактивное загрязнение почв Баргузинского заповедника (Бурятия) / Д. Н. Галушкина, Л. П. Рихванов // Материалы V Международной конференции, г. Томск. – 2016. – С. 176–177.
5. Assessment of radioactivity of environmental components in the Kostomuksha State Nature Reserve / G. P. Kiselev, E. Y. Yakovlev, S. V. Druzhinin, I. M. Kiseleva, A. V. Bazhenov, V. M. Vykov // Arctic Environmental Research. – 2018. – №1. – P. 3–13.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АНТРОПОГЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ФЛОРЫ ДОНБАССА ПО ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИМ ДАННЫМ

*Мирненко Н.С.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, РФ  
*natalya\_mirnenko@mail.ru*

На современном этапе флора Донбасса антропогенно-трансформирована, а естественные степные сообщества присутствуют исключительно в заповедных территориях [1]. Агроландшафты и селитебные зоны составляют основу хозяйственной деятельности человека. Определение исторического формирования растительного покрова Донбасса имеет большое значение для восстановления естественной растительности региона.

Интересный факт, во флоре Донбасса встречаются представители доледникового периода, т.к. 35 тыс. лет назад ледниковая зона не дошла до Приазовья, тем самым сохранив ряд древних растительных организмов [2].

В качестве примера изучения естественной флоры Донбасса можно рассмотреть работы Г.Г. Мартишова по пыльцевым спектрам, где были выделены индикаторы антропогенного воздействия на растительный покров по изучению донных отложений Азовского моря. Согласно полученным археологическим материалам, земледелие на Донбассе началось примерно в 500 г. до н.э. в период существования греческих поселений [1]. Пыльцевые спектры указывают на наличие пыльцы родов Щавель (*Rumex sp.*), видов: горец птичий (*Polygonum aviculare L.*), подорожник большой/средний (*Plantago major/media L.*), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis L.*), виды рода мальва (*Malva sp.*), крапивы двудомной (*Urtica dioica L.*). Морфологически хорошо выделяется пыльца василька синего (*Centaurea cyanus L.*), произрастающего в настоящее время в посевах и являющегося сорным растением.

Пыльца злаков встречалась повсеместно в донных отложениях Азовского моря, несмотря на то, что она разносится ветром на расстояние нескольких километров, что указывает на устойчивые климатические условия, сохранившие степи на протяжении более 3 тыс. лет.

Пыльца семейства *Asteraceae* находилась преимущественно в верхних горизонтах донных отложений, что указывает на распространение вследствие антропогенных изменений растительного покрова Донбасса. Только за последние 40 лет количество пыльцы в донных отложениях увеличилось на 30-35%. Стоит учитывать, что заметное участие в формировании флоры Донбасса принимает пыльца амброзии полыннолистной (*Ambrosia artemisiifolia L.*), ареал которой резко расширился в Донбассе начиная с 70-х годов XX века [1–3].

На кафедре ботаники и экологии ДонНУ с 2017 г. проводится работа по инициативной теме «Диагностика природных и трансформированных экотопов по состоянию фитокомпонентов», в рамках которой были выполнены задачи по изучению современной флоры Донбасса.

Проведенный корреляционный анализ пыльцевых спектров с данными палиноспектров осадконакопления Азовского моря показал, что за последние 3000 тыс. лет не произошло кардинального изменения во флоре, однако на отдельных участках произошла коренная трансформация, за счет появления промышленных площадок, селитебных зон, агроландшафтов и др.

На современном этапе степные фитоценозы также представлены рядом ранее произрастающих видов (*Cichorium intybus* L., *Plantago major* L., *Tanacetum vulgare* L., *Taraxacum officinale* Webb. ex Wigg., *Tragopogon major* Jacq., *Achillea collina* Becker ex Reichenb., *Berteroa incana* (L.) DC., *Echium vulgare* L., *Reseda lutea* L., *Dactylis glomerata* L., *Bromus arvensis* L.).

Антропогенная деятельность, зачастую приводит к появлению аномалий (тератов) растительных организмов, что проявляется в изменении габитуса и ухудшении фертильных показателей растений. Так, установлено [4], что в условиях интенсивной техногенной нагрузки проявляется закономерность в изменении качества пыльцевых зерен в виде наличия пыльцевых аномалий (редуцированные, недоразвитые, уменьшенные и стерильные пыльцевые зерна).

Таким образом, в дальнейшем есть необходимость проведения многофакторного корреляционного анализа с выявлением причинно-следственных связей изменения и регистрации структурных аномалий у представителей региональной флоры.

### Список литературы

1. Матишов, Г. Г. Палиноиндикация антропогенных изменений растительности приазовья (по данным изучения донных отложений Азовского моря) / Г. Г. Матишов, Е. Ю. Новенко, К. В. Дюжова // Доклады Академии наук. – 2013. – Т. 450, № 6. – С. 708–712.
2. Монин, А. С. История климата / А. С. Монин Ю. А. Шишков. – Л.: Гидрометиздат, 1979. – 408 с.
3. Сафонов, А. И. Тератогенез растений-индикаторов промышленного Донбасса / А. И. Сафонов // Разнообразие растительного мира. – 2019. – № 1 (1). – С. 4–16. DOI: 10.22281/2686-9713-2019-1-4-16
4. Сафонов, А. И. Палинологический скрининг в мониторинговой программе центрального Донбасса / А. И. Сафонов, Н. С. Мирненко // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2019. – № 3-4. – С. 43–48.

## ***DINOBYRION DIVERGENS* ВО ФЛОРЕ Р. КАЛЬМИУС**

***Мирненко Э.И.***

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, РФ  
*eduard\_mirnenko@list.ru*

Изучение фитопланктона в континентальных водоемах центрального Донбасса имеет очень важное значение т.к. прямые и косвенные антропогенные воздействия приводят к упрощению альгологических сообществ.

Золотистые водоросли имеют почти все ступени морфологической дифференциации тела характерные для низших растений. Космополитны, обитают преимущественно в воде с низким или средним показателем трофности, холодолюбивы (развиваются при температуре 12-17 °С).

Вид золотистых водорослей *Dinobryon divergens* Ehr. имеет одиночные клетки, которые собраны в кустистые колонии, свободноплавающие или прикрепленные, обитающие преимущественно в пресных водах. Вид имеет интересную особенность для растительных организмов – это фаготрофный образ жизни (питается крупными органическими частицами), при этом также является факультативным бактериофагом, что играет значительную роль в пищевых цепях.

Известно [1], что массовое развитие *D. divergens* получает в водоемах бедных на фосфатные компоненты.

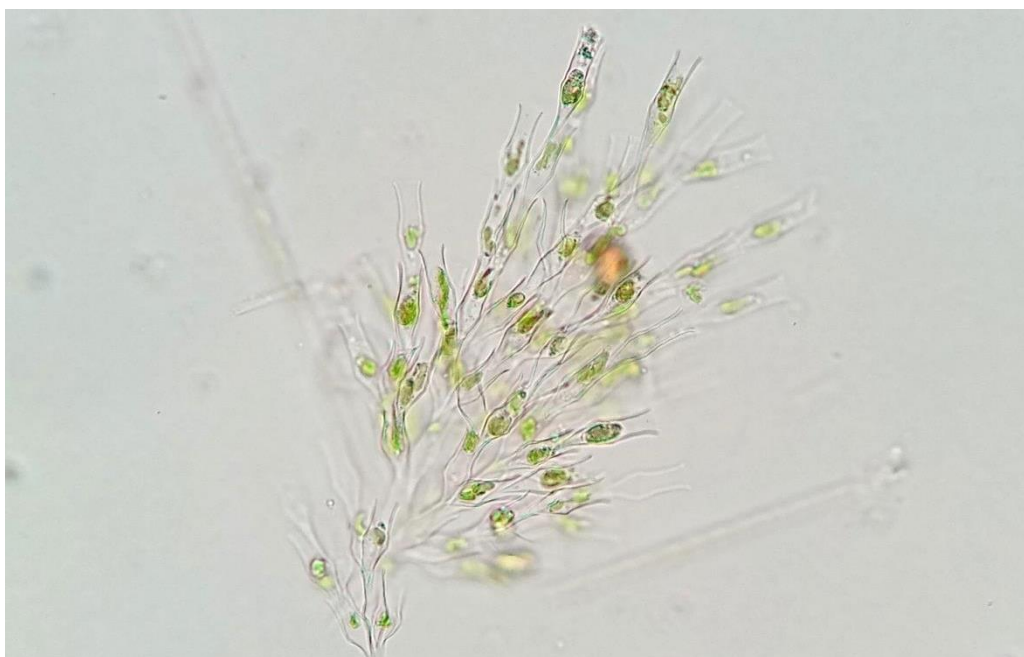


Рис. 1. *D. divergens* во флоре Старобешевского водохранилища

Исследование проводилось в 2021 г. по искусственным водохранилищам бассейна р. Кальмиус. Так, динамика численности и биомассы *D. divergens* имеет нестабильный характер развития. Наиболее часто развитие наблюдается в осенний и весенний периоды, что связано с температурным оптимумом исследуемого вида (рис. 2).

Наиболее интенсивное развитие вида наблюдалось в Старобешевском водохранилище. Vegetация начинается в марте, после зимней сукцессии, несмотря на то, что водохранилище частично покрывается ледоставом (в следствии использования его в качестве водоема охладителя Старобешевской ТЭЦ), в зимний период происходит полное падение видового разнообразия, что подвержено многолетними исследованиями [2–3]. Минимальные значения численности наблюдаются в марте и ноябре не более 1500 кл/дм<sup>3</sup>, а максимальные – в мае 28 тыс.кл/дм<sup>3</sup>.

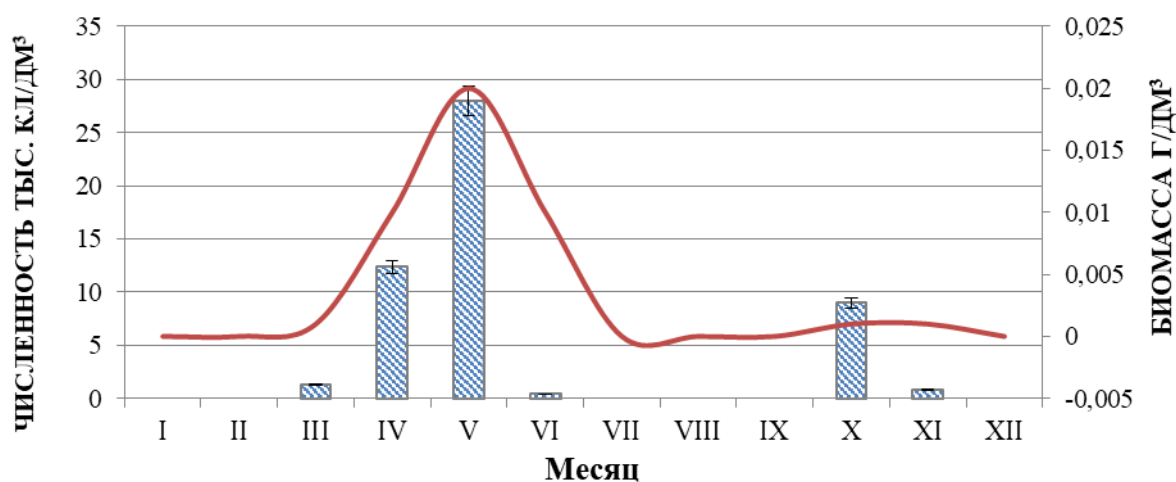


Рис. 2. График развития численности и биомассы вида *D. divergens* на участке р. Кальмиус

Таким образом, вегетация вида *D. divergens* связана не только с температурным фактором, но и вероятнее всего с минимальными значениями количества фосфатных компонентов.

### Список литературы

1. Волошко Л. Н. Золотистые водоросли водоемов севера России. Роды *Chrysococcus* и *Dinobryon* (Dinobriaceae) / Л. Н. Волошко // Астраханский вестник экологического образования. – 2017. – № 3 (41). – С. 58–82.
2. 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. 13–21.
3. Мирненко Э. И. Антропогенная минерализация водных экосистем как фактор трансформации комплексов фитопланктона / Э. И. Мирненко // Донецкие чтения 2021: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: матер. VI Междунар. научн. конф. – Донецк : ДонНУ, 2021. – С. 126–128.

## ЭКСПОЗИЦИЯ В БОТАНИЧЕСКОМ МУЗЕЕ ДОННУ К 100-ЛЕТИЮ ПРОФЕССОРА М.Л. РЕВЫ

*Мурашкин В.В.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, РФ  
*kf.botan@donnu.ru*

В рамках традиционного семинара и работы студенческого научного общества на биологическом факультете Донецкого национального университета проводится обязательная работа по ретроспективному изучению наследия выдающихся ученых-биологов, которые на примере своего жизненного пути доказали важность биологических разработок в Донбассе [1]. Для ученых-ботаников университета местом концентрации документов и артефактов является музей кафедры ботаники и экологии [2].

В 2022 г. исполняется 100 лет со дня рождения выдающегося ботаника, эколога, организатора научных работ в донецком регионе – Михаила Лукича Ревы. К этому событию опубликовано несколько работ обзорного и экспериментального характера [3–5], отражающие аспекты деятельности профессора. Подготовленные экспозиции объединяют фитооптимизационную, природоохранную, организационно-методическую работу ученого, богаты иллюстративным материалом как по структурной ботанике, так и ландшафтной экологии. Выставка содержит справочную литературу, фотоальбомы, монографии, ценные негативы и экспонаты.

### Список литературы

1. Горецкий, О. С. К 115-летию выдающегося биолога Фёдора Львовича Щепотьева (1906-2000) / О. С. Горецкий, Т. П. Столярова, А. И. Сафонов // Историко-биологические исследования. – 2021. – Т. 13. – № 4. – С. 169–183. – DOI: 10.24412/2076-8176-2021-4-169-183.
2. Петкогло, О. В. Научный ресурс ботанического музея в Донецке / О. В. Петкогло // Донецкие чтения 2016. Образование, наука и вызовы современности : Матер. I Междунар. научн. конф. – Донецк : ЮФУ, 2016. – С. 139–140.
3. Мурашкин, В. В. Ландшафтная фитоиндикация в Донбассе: ретроспективный и перспективный анализ / В. В. Мурашкин // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». – 2022. – Т. 1. – № 14. – С. 82-86.
4. Сафонов, А. И. Фитоиндикация промышленно-индустриальных ландшафтов Донбасса / А. И. Сафонов // Современные исследования в науках о Земле: ретроспектива, актуальные тренды и перспективы внедрения : матер. IV Междунар. научн. конф. – Астрахань: ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный университет», 2022. – С. 154–156.
5. Сафонов, А. И. Структурные аспекты оптимизации и фитоиндикации ландшафтов Донбасса (к 100-летию профессора М.Л. Ревы) / А. И. Сафонов // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2022. – № 1. – С. 135–140.

## КОЛЛЕКЦИЯ СУККУЛЕНТНЫХ РАСТЕНИЙ ОРАНЖЕРЕЙНОГО КОМПЛЕКСА ДОНЕЦКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА

*Николаева А.В.*, канд. биол. наук,

*Загуменный Р.А.*

ГБУ «Донецкий ботанический сад», г. Донецк, РФ

*nikolaeva19781905@gmail.com*

Суккуленты – условно выделяемая группа растений, не связанных между собой общим происхождением, относящихся к различным жизненным формам, приспособившихся в процессе эволюции к жизни в условиях аридного климата. Адаптация этих растений к аридным условиям сказывается комплексом анатомо-морфологических особенностей: наличием в их листьях и стеблях водоносных тканей, утолщенной кутикулы, утолщений воскового налета и стенок клеток эпидермиса и тому подобное. По литературным источникам к суккулентным растениям относятся более 15 000 видов растений, относящихся к более чем 50 семействам, двух классов – Magnoliopsida и Liliopsida. Однако большинство видов данной группы растений (около пяти тыс.) характерно для последнего класса. Среди всех семейств шесть представлено только суккулентными растениями: Aizoaceae, Cactaceae, Didiereaceae, Fouquieriaceae, Crassulaceae и Agavaceae [1]. Из них одним из самых многочисленных является семейство Cactaceae, которое, по мнению разных авторов, насчитывает около 2500-3000 видов [2, 3]. Около 1500 видов данного семейства, по ряду разных причин, внесены в Красный список МСОП и имеют разный охранный статус. В связи с тем, что стратегия по охране растений определяет главную задачу ботанических садов как сохранение генетического разнообразия, поэтому в коллекциях многих ботанических садов представлены суккулентные растения, и в частности представители семейства Cactaceae. Цель работы – анализ коллекции суккулентных растений оранжерейного комплекса Донецкого ботанического сада.

Суккулентные растения в оранжерейном комплексе Донецкого ботанического сада (ДБС) составляют основу экспозиций оранжерей «Растения пустынь и полупустынь» и «Коллекция кактусов и суккулентов». Коллекция начала формироваться с 1976 г. за счет поступления первых образцов по делектусу, но наибольшее свое развитие она получило благодаря деятельности Ю.Ф. Сова в 2010 г., который не только подарил свою личную коллекцию, но и организовал активный обмен с аматорами.

По результатам инвентаризации 2021 г. коллекция представлена 2037 таксонами, относящихся к 215 родам и 25 семействам. Наиболее широко

представлены семейства: Cactaceae (1102 таксона), Aizoaceae (247) Asphodelaceae (202), Crassulaceae (198), Asparagaceae (86), Euphorbiaceae (53), Аросунaceae (44), Amaryllidaceae (29), Asteraceae (20). От 9 до 2 таксонов насчитывается в 10 семействах: Anacampserotaceae (9), Geraniaceae (8), Bromeliaceae (8), Vitaceae (7), Arecaceae (4), Plumbaginaceae (3), Didiereaceae (3), Commelinaceae (3), Burseraceae (3), Lamiaceae (2). Единичными таксонами представлены 6 семейств: Araceae, Colchicaceae, Cucurbitaceae, Poaceae, Solanaceae, Zamiaceae.

Наиболее представительное семейство Cactaceae в исследуемой коллекции объединяет 98 родов, из них самые многочисленные роды по количеству таксонов – *Mammillaria* (186), *Gymnocalycium* (98) и *Parodia* (71). Единичными таксонами семейства Cactaceae представлены 39 родов. В коллекции суккулентных растений ДБС, не относящихся к семейству Cactaceae наибольшими по численности являются роды: *Aloe* (59 таксонов), *Euphorbia* (53), *Crassula* (50), *Kalanchoe* (45), *Gasteria* (38), *Echeveria* (37).

Особая уникальность данной коллекции состоит в том, что в ней собраны более 500 видов, которые являются редкими и исчезающими в местах их природного произрастания и занесены в Красный список МСОП. При этом в блоке под угрозой исчезновения находится 151 вид, из них наибольшее количество видов относится к категории уязвимых (VU) – 68, и исчезающих (EN) – 56 видов, а 27 видов относятся к категории находящихся на грани полного исчезновения (CR).

Таким образом, коллекция суккулентных растений Донецкого ботанического сада имеет длительную историю формирования и является обширной и представительной. Включает в себя большое разнообразие семейств и родов и успешно выполняет две основные функции – коллекционную, связанную с сохранением генофонда растений, и экспозиционную, способствующую расширению и улучшению просветительской деятельности ДБС на базе коллекций тропических и субтропических растений.

### Список литературы

1. Левин, Г. М. Суккуленты: номинация, классификация и эволюция / Г. М. Левин // Известия ОГАУ. – 2004. – № 4-1. – С. 58–61.
2. Anderson, E. F. The Cactus Family / E. F. Anderson. – Oregon : Timber Press, Portland. – 2001. – 776 p.
3. Backeberg, C. Das Kakteenlexicon. Enumeratio diagnostic Cactacearum / C. Backeberg. – German: Jena, 1976. – 586 p.



## ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ МЕТАЛЛАМИ НА ВОЕННОМ ПОЛИГОНЕ «ПОГОНОВО» (Г. ВОРОНЕЖ)

*Пантелеев Д.А.,*

*Кочетова Ж.Ю.*, д-р геогр. наук, доц.,

*Базарский О.В.*, д-р физ.-мат. наук, проф.

ВУНЦ ВВС «Военно-Воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского  
и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, РФ

*zk\_vva@mail.ru*

Площадь территорий военных ведомств мира по разным данным оценивается в 750 тыс. – 1,5 млн км<sup>2</sup>. Под военные базы и формирования в большинстве стран заняты весьма обширные территории (до 16 % площади государства) [1]. К ним относятся крупные лесные массивы, плодородные земли и пастбища, изъятие которых из сферы промышленного и сельскохозяйственного производства отрицательно сказывается на экономическом потенциале государств и жизненном уровне людей. Экологическая обстановка в районах законсервированных и действующих военных баз и полигонов различного назначения не соответствует нормам природопользования и проживания населения. Обширные территории и природные комплексы (почвы сельскохозяйственного назначения, лесные массивы, подземные воды) загрязнены высокотоксичными веществами, уровень которых остается экологически опасным на протяжении десятков лет, что не допускает хозяйственное использование земель без дорогостоящих восстановительных работ [2]. Особую опасность для окружающей среды представляют загрязнения почв и подземных вод радиоизотопами и тяжелыми металлами. Через 30 лет на территориях бывших военных баз в почвах на разной глубине обнаруживают тяжелые металлы с концентрациями многократно превышающими предельно допустимые (свинец до – 61 ПДК; кадмий – до 700 ПДК; цинк – до 12 ПДК, медь – до 2 ПДК, марганец – до 3 ПДК) [3].

Массовое уничтожение списанных боеприпасов, особенно средств инициирования (взрывателей), содержащих свинец, ртуть, на открытых площадках неизбежно приводит к загрязнению атмосферного воздуха. Предотвратить перенос токсичных соединений атмосферным воздухом на десятки километров от полигонов с последующим загрязнением ими почв и вод невозможно. В работе О. Лисова приводится информация о загрязняющих веществах, которые могут поступать в окружающую среду при уничтожении боеприпасов [4]. Это далеко не полный перечень токсикантов, так как в него не входят многие металлы – потенциальные загрязнители объектов военной деятельности, содержание которых на

полигонах РФ практически не изучено. Проведена оценка загрязнения почв металлами на участке полигона Погоново (г. Воронеж). Изначально полигон был создан в интересах аэродрома государственной авиации «Балтимор-Б» и предназначался для применения неуправляемых авиационных средств поражения калибром до 500 кг. Впоследствии стал использоваться как место проведения российского этапа состязаний «Авиадартс», масштабных учений стрельбе артиллерии, танков и БТР. С весны 2010 г. на полигоне велась утилизация 164 тыс. железнодорожных вагонов снарядов, в том числе снарядов, полученных по ленд-лизу в годы Великой Отечественной войны. Интегральную оценку загрязнения почв тяжелыми металлами проводили по суммарному показателю  $Z_c$  [5]:

$$Z_c = \left( \sum_{i=1}^n \frac{C_{срi}}{C_{\phi i}} \right) - (n - 1),$$

где  $n$  – число металлов, средние по полигону концентрации  $C_{срi}$  которых превышают фоновые концентрации  $C_{\phi i}$ .

Отбор проб осуществляли на поверхности и глубине десяти воронок с различным диаметром (от 12 до 25 м). Методом рентгеновской спектрометрии (S8 TIGER, Германия) определяли концентрации 22 металлов. Для более половины из исследуемых металлов в настоящее время ПДК не установлено. Для объективной оценки экологической ситуации проводили параллельный анализ почвы, отобранной в рекреационной зоне на территории санатория им. М. Горького [3]. Установленные фоновые концентрации элементов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Фоновые концентрации металлов ( $C_{\phi}$ , мг/кг)

Мет.	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ba
$C_{\phi}$	2,5	0,45	90	7,2	202	3625	2,2	5,6	6,2	15	157
Мет.	Ga	As	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Sn	Sb	Cs	Pb
$C_{\phi}$	0,042	2,6	16	19	8,7	41	0,61	0,55	0,99	1,8	2,1

Фактические концентрации металлов в почве полигона имеют широкий разброс (могут отличаться в ~20 раз) и зависят от времени и причины образования воронок (авиационные, артиллерийские снаряды, утилизация боеприпасов). На рисунке представлена минимальная и максимальная по всему полигону кратность превышения концентраций металлов их фоновых концентраций ( $C_{ср}/C_{\phi}$ ). Значительное превышение фоновой концентрации характерно для цезия, галлия, ниобия и скандия, которые применяются в военном деле, в том числе для производства различных сплавов в авиастроении, управляемых снарядов, вакуумных ламп для инфракрасной сигнализации и контроля, лазерных видеоискателей, указателей цели и др. Превышение ПДК зафиксировано по хромю во всех отобранных пробах (в 1,2–2,8 раза).

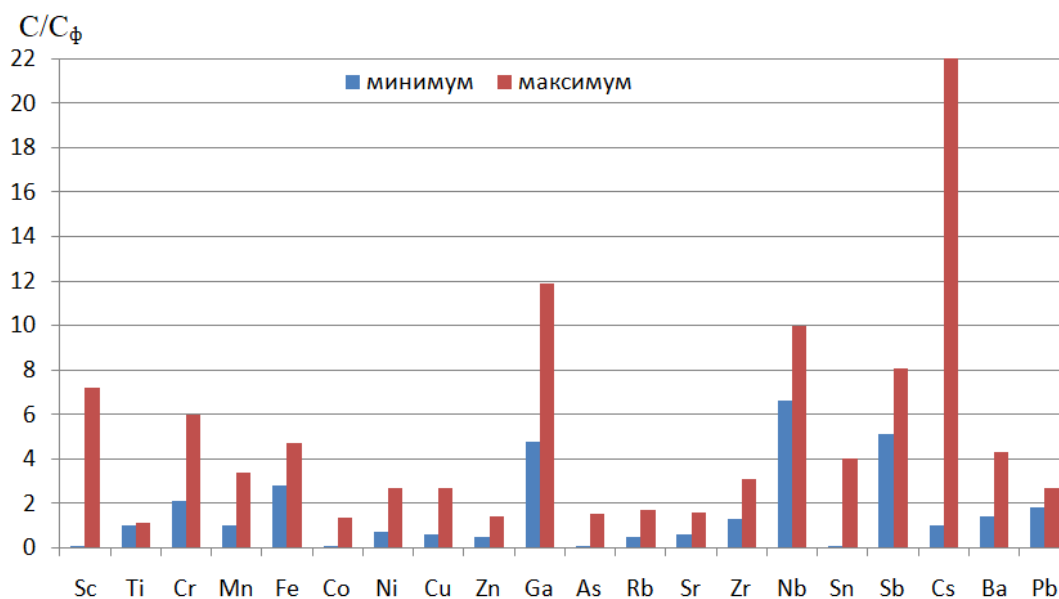


Рис. 1. Кратность превышения фоновых концентраций металлов в почвах на полигоне «Погоново»

Рассчитанное значение  $Z_c=44,9$ , что соответствует опасному уровню загрязнения. Почвенный покров – медленно возобновляемый ресурс, он образуется со скоростью 1–2 см в столетие. От высоких концентраций металлов и радионуклидов очистить землю очень сложно, необходима дорогостоящая рекультивация участка с удалением верхней части грунта и его захоронением.

### Список литературы

1. Кудельский, А. В. Экология территории бывших военных баз / А. В. Кудельский, А. П. Стародубова, В. М. Феденя, В. М. Бурак // ЛПТАСФЕРА. – 1997. – № 7. – С. 153–156.
2. Трофимов, В. Т. Техногенная трансформация экологических функций абиотических сфер Земли под влиянием военной деятельности / В. Т. Трофимов, М. А. Харькина, А. Д. Жигалин, Т. А. Барабошкина // Вестник Московского университета. Серия 4. Геология. – 2019. – № 1. – С. 3–13.
3. Кочетова, Ж. Ю. Авиационно-ракетные кластеры и окружающая среда / Ж. Ю. Кочетова, Н. В. Маслова, О. В. Базарский. – М. : Инфра-М, 2022. – 266 с. – DOI: 10.12737/1544137.
4. Лисов, О. Экологическая безопасность при утилизации ВВТ / О. Лисов // Обозреватель–Observer. – 2004. – №12 (179). – 5 с.
5. Кочетова, Ж. Ю. Сравнительный анализ интегральных показателей загрязнения почвогрунтов урбанизированной территории приоритетными контаминантами / Ж. Ю. Кочетова, О. В. Базарский, Н. В. Маслова // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2018. – № 1 (125). – С. 28–37. – DOI: 10.26730/1999-4125-2018-1-28-36.

## СОПЛОДИЯ ШЕЛКОВИЦЫ КАК СЫРЬЁ С АНТИОКСИДАНТНЫМИ СВОЙСТВАМИ

*Полякова А.В.*, канд. техн. наук, доц.

ГО ВПО «Донецкий национальный университет экономики и торговли  
имени Михаила Туган-Барановского», г. Донецк, РФ  
*all-polyakova@yandex.ru*

Одной из актуальных проблем современной науки о питании является сохранение качественных показателей пищевых жиров и жиросодержащих продуктов. Наиболее перспективным решением в этом направлении является использование стабилизаторов окисления жиров и масел – антиоксидантов, преимущественно нетоксичных соединений природного происхождения. Многочисленные исследования растений позволили выявить основные классы содержащихся в них природных веществ, проявляющих антиоксидантные свойства. Перспективным объектом для исследования в этом направлении представляются соплодия Шелковицы или Тутового дерева, которое распространено как плодородное и декоративное растение в Донецком регионе. Шелковица белая (*Morus alba*) культивируется ради листьев, идущих на корм гусениц тутового шелкопряда. Шелковица черная (*Morus nigra*) и Шелковица розовая (*Morus rubra*) культивируются как плодовые растения.

Соплодия *Morus* обогащены витаминами В1, В2, С, РР, β-каротином, флавоноидами, органическими кислотами (лимонной, янтарной, яблочной и др.), пектиновыми, дубильными и минеральными веществами, красителями, а также содержат железо, значительное количество углеводов, в том числе глюкозу, фруктозу, сахарозу; в семенах присутствует масло, состоящее из твердых и жидких жирных кислот [1]. Ранее нами был исследован химический состав соплодий *Morus nigra* и *Morus alba*, произрастающих в донецком регионе на предмет содержания в них минеральных элементов, органических кислот, клетчатки [2]. Целесообразным явилось исследование данного объекта относительно содержания в нем веществ-антиоксидантов, и создания соответствующих условий для их экстрагирования.

Распространенным классом потенциальных антиоксидантов в растительном сырье являются вещества полифенольной природы – флавоноиды, которые по своей природе хорошо растворяются в воде и этаноле. Поэтому целью наших исследований было выявление содержания суммы флавоноидных соединений в исследуемых соплодиях *Morus*, а также изучение самого процесса экстракции.

Нами были проведены спектрофотометрические исследования водных и этанольных экстрактов из сухих, измельченных в порошок,

соплодий *Morus nigra* и *Morus alba*, районированных в Донбассе. Экстракты готовили в соотношении сырьё – растворитель 1:10 при температуре 20 °С. Процесс экстракции варьировали по времени: 10, 20 и 30 минут. Это определение основано на реакции комплексообразования фенолов с водным раствором  $AlCl_3$ . Через 30-40 минут после начала реакции измеряли оптическую плотность экстрактов на спектрофотометре Helios-γ (длина волны 430 нм, рабочая длина кюветы 10 мм).

Для определения молярного коэффициента поглощения рутина была изучена зависимость оптической плотности раствора рутина с водным раствором  $AlCl_3$  с массовой долей 2 % от концентрации рутина.

Количество рутина (моль/дм<sup>3</sup>) рассчитывали, исходя из того, что  $\varepsilon = 266,64 \text{ дм}^3/\text{моль}\cdot\text{см}$ . Ошибка эксперимента составляет 4 %.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что для соплодий *Morus nigra* количество флавоноидных соединений через 20 минут экстракции увеличивается в 1,4 раза по сравнению с количеством этих соединений через 10 минут экстракции. Практически такая же зависимость наблюдается и для *Morus alba* – увеличение в 1,25 раза. Для обоих видов *Morus* количество флавоноидных соединений через 30 минут экстракции незначительно меняется, что можно считать ошибкой эксперимента. Таким образом, результаты позволяют рассматривать порошки, полученные из высушенных соплодий *Morus nigra* и *Morus alba* как перспективный источник природных антиоксидантов, что делает возможным их дальнейшее использование, например, при производстве жиросодержащих продуктов с целью торможения в них процессов окисления жирового компонента.

### Список литературы

1. Писаный, Г. Г. Лекарственные деревья и кустарники юго-востока Украины / Г. Г. Писаный, С. Г. Кулакова. – Донецк: Апекс, 2006. – 170 с.
2. Полякова, А. В. Исследование плодов дикорастущих как сырьевого компонента мучных кондитерских изделий / А. В. Полякова // Роль ветеринарной и зоотехнической науки на современном этапе развития животноводства: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 70-летию доктора ветеринарных наук, профессора Г.Н. Бурдова и 60-летию доктора ветеринарных наук, профессора Ю.Г. Крысенко 23 июля 2021г. – Ижевск : ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА. – С. 341–346.

## ИНТРОДУКЦИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *SYMPHYOTRICHUM* (NESS) A.G. JONES В ДОНЕЦКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ

*Приходько С.А.*, канд. биол. наук, с.н.с.,  
*Макогон И.В.*, канд. биол. наук, *Жук Н.Н.*  
ГБУ «Донецкий ботанический сад», г. Донецк, РФ  
*innamakogon@gmail.com*

Современные тенденции в ландшафтном дизайне направлены на создание природных садов с использованием многолетних цветочно-декоративных растений. В этом контексте для создания интересного осеннего аспекта цветения перспективной, но в тоже время недостаточно изученной, является группа поздно цветущих многолетних декоративных травянистых растений.

Цель работы – обогащение ассортимента осеннецветущих декоративных травянистых многолетников для фитооптимизации урбанизированной среды Донбасса.

Значительный объем среди осеннецветущих травянистых многолетников в коллекционном фонде Донецкого ботанического сада (далее КФ ДБС) занимают представители рода *Symphyotrichum* (Ness) A.G. Jones, ранее относившиеся к роду *Aster* L. (сем. Asteraceae). Интродукционное испытание представителей данного рода в ДБС проводится более 50 лет. За этот период в интродукционный эксперимент было привлечено 7 видов и более 100 садовых форм и сортов. В последние годы сортимент значительно пополнился за счет обмена с ботаническими садами России и взаимобмена с коллекционерами-любителями. Ряд сортов в условиях Донбасса ранее не испытывались. В настоящее время в КФ ДБС представлены садовые формы и сорта 6 видов: *Symphyotrichum dumosum* (L.) G.L. Nesom (f. nana alba, f. nana caerulea, 'Alba', 'Amarant', 'Blue Bouquet', 'Diana', 'Lady in Blue', 'Lilac Time', 'Niobe', 'Praecox Nanus', 'Prof. Anton Kippenberg', 'Schneekissen', 'Голубой Исык-Куль', 'Розовое облако', еще 4 образца требуют уточнения сортовой принадлежности), *S. ericoides* (L.) G.L. Nesom ('Snow Flurry'), *S. ×hybrida* (L.) G.L. Nesom ('Юбилейная'), *S. lateriflorum* (L.) Á. Löve & D. Löve ('Lady in Black'), *S. novae-angliae* (L.) G.L. Nesom (f. blue, f. ilota, f. rosea, f. violet, 'Cyclamen Purpurea', 'Rubin', 'Violacea'), *S. novi-belgii* (L.) G.L. Nesom ('Alba', 'Erica', 'Royal Ruby', 'Violetta', 2 образца требуют уточнения сортовой принадлежности).

Все садовые формы и сорта зимостойкие, засухоустойчивые. В период длительных летних засух исследуемые формы и сорта требуют дополнительного полива, так как наблюдаются слабые повреждения в

потере тургора, скручивание и пожелтение листьев в нижней части стебля. В дождливые периоды многие сорта могут повреждаться мучнистой росой. За вегетационный период представленные садовые формы и сорта полностью проходят все фазы развития. Цветение начинается во второй – третьей декаде августа у раннецветущих сортов – 'Praesox Nanus', 'Юбилейная'. У большинства сортов цветение наблюдается в конце второй – начале третьей декады сентября. У позднецветущих садовых форм и сортов (f. nana alba, f. nana caerulea, 'Schneekissen') цветение отмечено в первой декаде октября. Многолетние фенологические наблюдения показали, что изменения в наступлении фаз незначительные и колеблются от 2–3 до 10 дней. Исключением стал 2022 г., когда сроки цветения сместились на 10 – 15 дней. Большинство садовых форм и сортов успевают дать максимальный декоративный эффект до первых осенних заморозков в октябре. Цветение обильное. Ряд сортов устойчивы к первым заморозкам и в благоприятные годы цветение продолжается в третьей декаде октября. Растянутые сроки цветения позволят создавать цветники с более продолжительным периодом декоративности, если использовать сорта с различными сроками цветения.

Сорта *S. dumosum* высотой 25–45 см – 'Alba', 'Blue Bouquet', 'Diana', 'Lilac Time', 'Niobe', 'Praesox Nanus', 'Голубой Иссyk-Куль', а также сорт Юбилейная *S. ×hybrida* характеризуются компактными кустами, на протяжении лета формируют ровную живую изгородь темно-зеленого цвета. Эти сорта широко применяются для декорирования экспозиционных участков ДБС. Сорта *S. dumosum*, *S. lateriflorum* и *S. novi-belgii* высотой выше 50 см могут быть использованы как солитеры, в миксбордерах, клумбах. Из сортов *S. novae-angliae* можно создавать кулисные посадки или использовать в качестве акцентных растений. Перспективным почвопокровным растением для использования в альпинариях, каменистых садах является сорт Snow Flurry *S. lateriflorum*.

Большинство сортов, прошедших интродукционное испытание в ДБС, являются перспективными для внедрения в практику зеленого строительства Донбасса. В рамках интродукционных исследований следует привлекать новые виды, садовые формы и современные высокодекоративные сорта рода *Symphotrichum* для последующего введения в культурную флору Донбасса.

За полувековой период интродукционных исследований сформирована репрезентативная коллекция рода *Symphotrichum*, насчитывающая 6 видов, 6 садовых форм, 28 сортов. Целенаправленный интродукционный эксперимент позволяет рекомендовать многие сорта для формирования регионального ассортимента культурных растений.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕДИЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
КАЧЕСТВА ИСТОЧНИКОВ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО  
ВОДОСНАБЖЕНИЯ АННИНСКОГО РАЙОНА  
ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Прожорина Т.И.*, канд. хим. наук, доц.,

*Боева А.С., Преснякова Ю.А.*

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», г. Воронеж, РФ  
*coriandre@rambler.ru*

Основным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения Воронежской области являются подземные воды. В сельских поселениях, подземные воды эксплуатируются в основном родниками, колодцами, одиночными колонками, общими или индивидуальными скважинами (глубиной от 12 до 80 м). На долю децентрализованного водоснабжения в районах Воронежской области приходится 30-40% населения.

Центром гигиены и эпидемиологии в Воронежской области установлено, что население в целом по Воронежской области употребляет воду, не отвечающую требованиям СанПиН 1.2.3685-21 [1]. Употребление подземных вод низкого качества может оказывать отдаленное неблагоприятное воздействие на здоровье населения.

Приоритетными загрязнителями источников децентрализованного водоснабжения на протяжении многих лет остаются: повышенное содержание железа, марганца, бора, общей жесткости (природного происхождения) и нитратов (антропогенного происхождения).

Контроль за качеством питьевых вод выявил *нитратное загрязнение* подземных вод, в первую очередь, верховодки (залегание до 20 м глубиной) в сотне населенных пунктов Воронежской области, из них в 11 населенных пунктах создалась критическая ситуация по содержанию нитратов в питьевой воде. К таким районам относятся: Богучарский, Ольховатский, Новохоперский, Верхнемамонский, Аннинский и некоторые другие [2].

Цель работы – оценить качество питьевой воды источников децентрализованного водоснабжения Аннинского района Воронежской области на основании результатов химического анализа.

В качестве объекта исследования источников децентрализованного водоснабжения осенью 2021г. было отобрано 9 разовых пробы питьевой воды в трех населенных пунктах Аннинского района, в том числе: 3 пробы в с. Садовое (колонка водопроводная (проба № 1), колодец общего пользования глубиной 5м (проба № 2), индивидуальная скважина глубиной 7м (проба № 3); 3 пробы в с. Новая жизнь (колодец индивидуальный



(проба № 4), колодец общего пользования (проба № 5) и скважина общая (проба № 6); 3 пробы в пос. Новонадеждинский (скважина индивидуальная глубиной 11 м (проба № 7), скважина общая (проба № 8) и колодец индивидуальный глубиной 8 м (проба № 9).

Химический анализ приоритетных загрязняющих веществ в пробах воды проводили с применением следующих методов анализа: титриметрический (общая жесткость,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ), потенциометрический (рН), кондуктометрический (минерализация), фотоколориметрический ( $\text{Fe}_{\text{общ.}}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ , В), вольтамперометрический ( $\text{Mn}_{\text{общ.}}$ ) и расчетный.

Результаты химического анализа на содержание *солей жесткости* показали, что исследуемые пробы имеют повышенную жесткость. Так, например, пробы №1,3,4 и 8 относятся к категории «жесткие», так как их фактические значения находятся в интервале от 6,3 до 8,9 ммоль/л. При этом более 50% остальных проб относятся к категории «очень жесткие», содержание солей жесткости зафиксированы в диапазоне от 9,2 до 17,2 ммоль/л, при норме не более 7,0 (10,0) ммоль/л (значение в скобках установлено для децентрализованных источников водоснабжения, т.е. для вод не прошедших специальную водоподготовку. Это объясняется природными факторами, так как водоносный горизонт приурочен к толще меловых отложений. Однако, такую воду опасно употреблять в питьевых целях без соответствующей очистки.

В пяти пробах (№2,3,5,6 и 8), отобранных из децентрализованных источников всех трех сел Аннинского района, установлены повышенные значения *минерализации* воды в диапазоне от 539 до 810 мг/л. Несмотря на то, что норма для вод, не прошедших водоподготовку, составляет не более 1500 мг/л, все же вода, имеющая солесодержание более 500 мг/л относится к категории «повышенной минерализации» и может нанести вред здоровью [3,4].

Во всех исследуемых пробах воды из источников децентрализованного водоснабжения сельских поселений Аннинского района установлено *нитратное загрязнение* питьевой воды. Обнаруженное превышение аммонийного азота находится в диапазоне от 1,06 до 1,5 ПДК, нитритного азота в 1,4 ПДК, а нитратного азота – от 1,3 до 5,5 ПДК.

Основным источником нитратного загрязнения являются выгребные ямы, мусорные свалки, массовые захоронения (скотомогильники), расположенные вблизи водозаборов и др. Однако, на первом месте среди антропогенных источников загрязнения природных вод, почвы и продуктов питания нитратами являются аграрные, т.е. связанные с применением большого количества азотных удобрений.

В пробах вод, отобранных на территории пос. Новонадеждинский по ул. Молодежная, д. 17, обнаружено повышенное содержание *железа* в количестве 5,54 мг/л (проба №7) при норме не более 0,3 мг/л и 0,34 мг/л

(проба № 8), которое не связано с фактором природного происхождения, так как в пробе № 7, отобранной из индивидуальной скважины, оно отсутствует. Поэтому в данном случае этот факт можно объяснить ржавым трубопроводом, по которому вода из общей скважины с помощью водонапорной башни поступает жителям пос. Новонадеждинский.

В шести пробах (№ 1–3, 5, 6, 8) из № 9 обнаружено значительное присутствие *марганца* в диапазоне от 0,12 до 0,44 мг/л (при норме не более 0,1 мг/л). Марганец относится к тяжелым металлам, в больших дозах он способен воздействовать на легкие, печень и сердце, а у кормящих женщин остановить лактацию.

Результаты химического анализа проб воды, отобранных на территории сельских поселений из децентрализованных источников водоснабжения Аннинского района позволили установить, что сельское население Аннинского района Воронежской области употребляет воду, не отвечающую требованиям СанПиН 1.2.3685-21 [1], так как во всех пробах имеются превышения ПДК для вод хозяйственно-питьевого назначения. Приоритетными загрязняющими веществами являются: повышенная минерализация, очень высокая общая жесткость и марганец (природного происхождения); железо, нитраты, нитриты и аммонийный азот (антропогенного загрязнения). На территории с. Садовое, с. Новая жизнь и пос. Новонадеждинский Аннинского района Воронежской области питьевую воду из децентрализованных источников водоснабжения не рекомендуется употреблять без дополнительной очистки.

*«Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, проект № 20-05-00779»*

### **Список литературы**

1. СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" (Раздел III. Нормативы качества и безопасности воды).
2. Доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Воронежской области в 2020 году» – Воронеж: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Воронежской области, 2021. – 193 с.
3. Прожорина, Т. И. Геоэкологическая оценка качества источников хозяйственно-питьевого водоснабжения урбанизированных и сельских территорий Воронежской области / Т. И. Прожорина, С. А. Куролап, Ю. А. Преснякова // Вест. Удмурд. ун-та. Сер. Биология. Науки о Земле. – 2020. – Т.29, вып.2. – С.213–220.
4. Боева, А. С. Геоэкологическая оценка состояния родников на территории Воронежской области / А. С. Боева, Т. И. Прожорина, О. В. Клепиков, С. В. Щербинина // Вестник ВГУ, Серия: География. Геоэкология. – 2022. – № 1. – С. 103–112.

## ОПОРНЫЕ РАЗРАБОТКИ В РАМКАХ ТЕМАТИЧЕСКОГО НАПРАВЛЕНИЯ ПО БОТАНИКЕ АНТРОПОТЕХНОГЕНЕЗА (2022 г.)

*Сафонов А.И.*, канд. биол. наук, доц.

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

*a.safonov@donnu.ru*

В 2022 г. в ДНР открыта новая инициативная тема «Ботаника антропогенеза: индикация и оптимизация», выполняемая сотрудниками и студентами кафедры ботаники и экологии ДонНУ за счёт нагрузки, выделяемой при индивидуальном планировании, т.е. без специальной статьи расходов на указанную исследовательскую работу. В теме сформулированы 15 задач, которые отражают весь запланированный спектр форм и направлений деятельности, включая теоретические и прикладные разработки. В текущем году реализовано: представлена систематическая структура методик и способов анализа данных фитомониторинга [1], описаны расчетные характеристики в получении и интерпретации шкал экологической пластичности видов-индикаторов [2], выделены успехи молодых ученых в области фиторекультивации техногенных объектов [3] и альгологической инвентаризации аквасистем Донбасса [4]; тема прошла первичную апробацию на международном экологическом форуме [5].

Идеология выбранных научных направлений обусловлена как необходимостью решения региональных эколого-ботанических проблем, так и рассматривается в качестве компенсаторного механизма выживания в условиях конкуренции с уже существующими программами обозначенного научно-технического блока исследований.

### Список литературы

1. Сафонов, А. И. Методические аспекты фитомониторинга в техногенно трансформированных регионах / А. И. Сафонов, А. З. Глухов // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель : матер. XI Всерос. науч. конф., Сатка : Принтоника, 2022. – С. 184–187.
2. Safonov A. Ecological scales of indicator plants in an industrial region // BIO Web Conf. – Vol. 43. 03002. – 2022. – <https://doi.org/10.1051/bioconf/20224303002>
3. Калинина, А. В. Состояние ценопопуляций видов рода *Oenothera* L. в трансформированных экотопах Донбасса / А. В. Калинина // Лесохозяйственная информация. – 2022. – № 3. – С. 135–144. – DOI: 10.24419/LHI.2304-3083.2022.3.12.
4. Мирненко, Э. И. Таксономическое разнообразие фитопланктона реки Кальмиус и водохранилищ, расположенных на ней / Э. И. Мирненко // Трансформация экосистем. – 2022. – Т. 5. – № 2(16). – С. 63–73. – DOI: 10.23859/estr-220204.
5. Сафонов, А. И. Ботаника антропогенеза – новая государственная бюджетная научно-исследовательская тема в Донецком национальном университете / А. И. Сафонов // Степная Евразия – устойчивое развитие : матер. Междунар. Форума. – Ростов-на-Дону; Таганрог : ЮФУ, 2022. – С. 239–240.

## ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА РАСТЕНИЙ В АСПЕКТЕ ИНДИКАЦИИ

**Сафонов А.И.**<sup>1</sup>, канд. биол. наук, доц.,

**Глухов А.З.**<sup>1,2</sup>, д-р биол. наук, проф.

<sup>1</sup> ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, РФ

<sup>2</sup> ГБУ «Донецкий ботанический сад», г. Донецк, РФ  
*a.safonov@donnu.ru, glukhov.az@mail.ru*

Системно используемые человеком растения в совокупности представляют собой активный функционал автотрофного блока ресурсов, который по опыту расчета и по определению для устойчивых конструкций должен составлять не менее 90 % в балансе действующих биогенных потоков вещества и энергии. Аспекты по раскрытию потенциала растений многократно увеличиваются при условии использования первичных продуцентов в антропогенно напряженных регионах, что является объектом обсуждения на актуальных научных конференциях [1, 2]. Помимо планетарных задач в эпоху цифровизации от растений с большей частотой запросов требуются и диагностические сведения для внедрения локального или регионального экологического мониторинга [3]. В донецком регионе индикационные свойства растений также являются научно обоснованной и частично реализуемой задачей на современном этапе [4, 5].

Цель работы – выделить некоторые примеры эффективной реализации научной программы фитоиндикационного мониторинга в Донбассе. По механизму выявления значимых критериев осуществляемый эксперимент основан на структурно-функциональной гетерогенности растений, имеющих достаточную экологическую пластичность, чтобы опытным путём можно было сформировать валентные диапазоны значения признаков в интервальной градации, т.е. иметь шкалу для корреляционного и квантификационного анализа.

Часть индикационных свойств в полевом эксперименте можно получить по результатам полевых исследований. Наиболее частым примером такой диагностики является обнаружение видов с габитуальными тератоморфами, когда на уровне общей архитектоники побегообразования регистрируют структурные аномалии. При этом важно соотношение частоты встречаемости указанного признака и степени его проявления, чтобы исключить вопрос механического повреждения растительного организма в единичных случаях. В таком аспекте рекомендованы для использования виды семейств *Polygonaceae*, *Asteraceae*, *Rosaceae*, *Boraginaceae*, *Amaryllidaceae*.

Одним из способов целевой оценки экотопов как открытых ландшафтных систем, постоянно испытывающих комплексный экологический стресс в промышленно развитом регионе, является метод профильного ранжирования территории в градиенте изначально известного техногенного напряжения. При этом геолокалитеты являются учетными площадками для поиска и фиксирования примеров фитоиндикационной значимости, например, для видов семейств *Fabaceae*, *Lamiaceae*, *Poaceae*, *Brassicaceae*.

Многолетний эксперимент (за последние 26 лет) наблюдения и сбора данных о состоянии экотопов позволяет также среди большого разнообразия учетных площадок выделять те, которые характеризуются монодоминантной токсикогенностью по специфическим загрязнителям. В таких случаях наиболее востребована информация от видов-ассектаторов следующих семейств природной флоры Донбасса: *Onagraceae*, *Convolvulaceae*, *Scrophulariaceae*, *Campanulaceae*, *Hyacinthaceae*, *Asparagaceae*. Варианты структурной гетерогенности преимущественно рассчитаны на использование видов с широкой экологической амплитудой, т.е. не по факту нахождения отдельных экземпляров конкретного вида, а по специфическим преобразованиям его строения в сравнении с экземплярами контрольных экотопов, – виды из систематической категории *Asteraceae*, *Liliaceae*, *Apiaceae*, *Boraginaceae*, *Plantaginaceae*.

В качестве перспективы рассматривается создание автоматической алгоритмизированной модели, при реализации которой обрабатываются данные по маркерным фенам и осуществляется экспресс-анализ степени трансформации экотопов.

### Список литературы

1. Проблемы промышленной ботаники индустриально развитых регионов: матер. VI Междунар. конф., 06–07 октября 2021 г. – Кемерово: Федеральный исследоват. центр угля и углехимии Сибирского отделения РАН, 2021. – 124 с. – ISBN 978-5-902305-60-6. – DOI 10.53650/9785902305606.
2. Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: матер. XIX Всерос. научно-практич. конф., Киров, 25 ноября 2021 года. – Киров: Вятский государственный университет, 2021. – 400 с. – ISBN 978-5-98228-248-4.
3. Галиакберов, Р. А. Система комплексного экологического мониторинга как ключевой фактор обеспечения экологической безопасности объектов хранения и уничтожения химического оружия / Р. А. Галиакберов // XXI век. Техносферная безопасность. – 2021. – Т. 6. – № 4(24). – С. 330–339.
4. Сафонов, А. И. Методические аспекты фитомониторинга в техногенно трансформированных регионах / А. И. Сафонов, А. З. Глухов // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель: матер. XI Всерос. науч. конф. (Сатка, 12–16 сентября 2022 г.). – Сатка: Изд-во «Принтоника», 2022. – С. 184–187.
5. Сафонов, А. И. Фитомониторинг в техногенно трансформированной среде: методология и практика / А. И. Сафонов, А. З. Глухов // Экосистемы. – 2021. – № 28. – С. 16–28.

## ПЕРСПЕКТИВНОЕ МЕСТООБИТАНИЕ ФИТОЦЕНОЗОВ С УЧАСТИЕМ *GENISTA TETRAGONA* BESS. ДЛЯ ПРИРОДНО- ЗАПОВЕДНОГО ФОНДА ПРИДНЕСТРОВЬЯ

*Рушук А.Д.*, канд. биол. наук, доц., *Рушук В.С.*, канд с.-х. наук, доц.,  
*Хлебников В.Ф.*, д-р. с.-х. наук, проф., *Чавдарь Н.С.*, канд. с.-х. наук, доц.  
ГОУ «Приднестровский государственный университет» им. Т.Г. Шевченко,  
г. Тирасполь, Приднестровская Молдавская Республика  
*ruschuk@yandex.ru*

В составе подольских и среднерусских петрофитных луговых степей, причерноморских формаций тимьянников и тимьянниковых степей Приднестровья выделен союз *Genisto-Seselion peucedanifolii* P. Pănzaru 1997 [1], формируемый эндемиком бассейна Днестра и его притоков – *Genista tetragona* Bess. со свитой редких видов кальцефильного разнотравья. Новое местообитание фитоценозов с *Genista tetragona* Bess. и охраняемыми видами, перспективное для включения в природно-заповедный фонд Приднестровья описано у села Дойбаны-2 Дубоссарского района (рис. 1). Участок площадью 15,4 га, склоновый (45°), юго-западного направления с выходами известняков и гравия, интенсивно выпасается. Высоты над уровнем моря 40–102 м.



Рис. 1. Местообитание фитоценозов с *Genista tetragona* Bess. у с. Дойбаны-2  
Координаты: 1) 47°25'05.65"С, 29°12'02.36"В, 2) 47°25'18.49"С, 29°11'36.10"В,  
3) 47°25'31.11"С, 29°11'27.30"В, 4) 47°25'33.07"С, 29°11'33.78"В,  
5) 47°25'09.00"С, 29°12'03.60"В

Флористический список насчитывает 226 видов растений. В растительном покрове выделены 4 ассоциации, 2 субассоциации, 1 базальное сообщество, диагноз которых представлен в таблице 1. Высокая флористическая, фитоценотическая ценность участка является достаточным основанием для его включения в природно-заповедный фонд ПМР.

Таблица 1

Синоптическая таблица растительного покрова участка у с. Дойбаны-2

Номер синтаксона	1	2	3	4	5	6	7
Количество описаний	15	13	12	14	12	10	10
<i>l</i>	2	3	4	5	6	7	8
<b>1. D. s. Ass. Genisto tetragonae-Seselietum peucedanifolii P. Pănzaru 1997 subass. typicum P. Pănzaru 1997</b>							
Genista tetragona Bess. <sup>1,2,4</sup>	V	V	V				
<b>subass. koelerietosum moldavicae P. Pănzaru 1997</b>							
Koeleria moldavica M. Alexeenko <sup>1,2,4</sup>		V	I				
<b>subass. jurinetosum stoechadifoliae P. Pănzaru 1997 -</b>							
Jurinea stoechadifolia (Bieb.) DC. <sup>1,2,4</sup>		II	V				
<b>D. s. Genisto-Seselion peucedanifolii P. Pănzaru 1997</b>							
Astragalus pseudoglaucus Klok. <sup>1</sup>	II	II	II	I			
Linum flavum L.	III	I	III	I			
Echinops ruthenicus Bieb.	I						
Pimpinella titanophila Woronow <sup>1,2,4</sup>	I		I		I		
Silene supina Bieb. <sup>1,2</sup>	I		I				
Thymus x dimorphus Klok. et Shost. <sup>4</sup>	III	I	II				
<b>D. s. Thymo cretacei-Hyssopetalia cretacei Didukh 1989</b>							
Helianthemum nummularium (L.) Mill. <sup>1</sup>	III	I	II				
Onosma visianii Clementi	I	I					
Polygala sibirica L.	III	I	I		I	I	
Teucrium polium L.	III	III	II	II	II	II	I
<b>2. D. s. Ass. Stipetum lessingianaе Soó 1948</b>							
Stipa lessingiana Trin. et Rupr. <sup>1,3</sup>	I		I	V	II	II	I
Salvia nutans L.	I			III	I	I	
Oxytropis pilosa (L.) DC.				II		I	
Caragana frutex (L.) C.Koch				II	I		
<b>3. D. s. Ass. Taraxaco serotinae- Bothriochloetum ischaemi (Burduja et al. 1956) Sărbu, Coldea et Chifu 1999</b>							
Taraxacum serotinum (Waldst. et Kit.) Poir.	I	II	I	I	V	II	I
Bothriochloa ischaemum (L.) Keng	II	III	II	II	V	II	II
Cichorium intybus L.					III		
Hieracium pilosella L.	I	I		I	II	I	
<b>4. D. s. Ass. Taraxaco serotinae-Festucetum valesiacaе (Burduja et al. 1956) Sărbu, Coldea et Chifu 1999</b>							
Festuca valesiaca Gaudin	II	II	III	II	III	V	III
<b>5. B. c. Teucrium chamaedrys-Achillea collina [Festucetalia valesiacaе]</b>							
Teucrium chamaedrys L.	I	II	II	III	III	III	V
Achillea collina J.Beck. ex Reichenb.	I	I	I	II	II	II	IV
<b>D. s. Festucion valesiacaе Klika 1931</b>							
Astragalus albidus Waldst. et Kit.	I	I		I			
Euphorbia glareosa Pall. ex Bieb.	II	III	III	I	II	I	I
Hyacinthella leucophaea (C.Koch) Schur <sup>1</sup>		I		I	II	II	III
Nonea pulla DC.							I
<b>D. s. Festucetalia valesiacaе Br.-Bl. Et Tx. 1943</b>							
Allium rotundum L.					I		I
Linum austriacum L.				I	II	II	

<i>I</i>	2	3	4	5	6	7	8
<i>Salvia nemorosa</i> L.				III	II	II	II
<b>Festucetalia valesiacaе Br.-Bl. et Tx. 1943</b>							
<b>Festucion valesiacaе Klika 1931 D. s. Ord.=D. s. all.</b>							
<i>Adonis vernalis</i> L. <sup>1,3</sup>	I	I	I	II	II	I	III
<i>Astragalus austriacus</i> Jacq.			I	II	II	I	II
<i>Hypericum elegans</i> Steph.					I	II	II
<i>Iris pumila</i> L.	I			II		II	II
<i>Melica transsilvanica</i> Schur				I	I		I
<i>Potentilla arenaria</i> Borkh.			I	I	III	II	III
<i>Sideritis montana</i> L.			I		I		I
<i>Thymus marschallianus</i> Willd.	II	III	III	II	II	III	I
<i>Verbascum phoeniceum</i> L.	I	III	II	II	I	I	I
<b>D. s. Festuco-Brometea Br.-Bl. et Tx. 1943</b>							
<i>Artemisia austriaca</i> Jacq.	I	II	I	II	IV	II	III
<i>Campanula glomerata</i> L.	I		I		I		
<i>Carlina vulgaris</i> L.						I	I
<i>Chamaecytisus ratisbonensis</i> (Schaeff.) Rothm. <sup>1</sup>				I			I
<i>Securigera varia</i> (L.) Lassen					I	II	I
<i>Euphorbia cyparissias</i> L.				I	I	I	I
<i>Euphorbia seguieriana</i> Neck.		I	I		I	I	I
<i>Filipendula vulgaris</i> Moench						I	I
<i>Koeleria cristata</i> (L.) Pers.	I	I	I	II	I	II	II
<i>Onobrychis arenaria</i> (Kit.) DC.				II	II	I	II
<i>Phlomis pungens</i> Willd.				I		I	I
<i>Pimpinella saxifraga</i> L.	I	II	I		I		
<i>Plantago lanceolata</i> L.				II	I	I	II
<i>Poa angustifolia</i> L.				I	II	I	II
<i>Poa bulbosa</i> L.					II	I	
<i>Poterium sanguisorba</i> L.				I	I		I
<i>Scabiosa ochroleuca</i> L.				I			I
<i>Scorzonera austriaca</i> Willd. <sup>1,2</sup>				I	I		
<i>Senecio erucifolius</i> L.	I		I	I	I	I	
<i>Senecio jacobaea</i> L.				I			I
<i>Stachys recta</i> L.			I	I	I		I
<i>Stipa capillata</i> L. <sup>1,3</sup>	I	I	I	II	II	III	II

Примечание: <sup>1</sup> – виды Красной книги ПМР, <sup>2</sup> – виды Красной книги Молдовы, <sup>3</sup> – виды Красной книги, <sup>4</sup> – эндемики [2, 3].

### Список литературы

1. Pănzaru P. Genisto – Seselion peucedanifolii – alianța nouă în vegetația calcarelor Sarmățianului Mediu din Republica Moldova / Pănzaru P. Dep. Chișinău. – 1997. – 29 p.
2. Красная книга Приднестровской Молдавской Республики: монография / М-во с-х-ва и природных ресурсов ПМР. Тирасполь, 2-е изд. ГУИПП «Бендерская типография Полиграфист». 2020. – 560 с.
3. Cartea Roșie a Republicii Moldova / Min. Mediului al Rep. Moldova / Valeriu Munteanu [et al.]. Știința. 2015. – 492 p.



## КУЛЬТИВАРЫ *BERBERIS THUNBERGII* D.C. В ПРАКТИКЕ ЗЕЛЕНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ГОРОДА ДОНЕЦКА

*Тельных А.Э., Козурина В.А.,*

*Гридько О.А.*, канд. биол. наук, доц.

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

*telnykh1973@mail.ru*

В настоящее время в практике зеленого строительства города Донецка среди большого разнообразия кустарников особо ценятся культивары *Berberis thunbergii* D.C. (барбарис Тунберга), обладая высокой декоративностью, неприхотливостью, устойчивостью к засухе, низким температурам и загазованности воздуха [1,4]. При этом разные культивары характеризуются неодинаковой степенью устойчивости к антропогенным факторам окружающей среды, что влияет на их декоративность, зимостойкость, продуктивность, долговечность и дальнейшее практическое использование. Таким образом, цель работы – определить ассортимент культиваров *B. thunbergii* в условиях урбанизированной среды города Донецка, изучить их биологические свойства и адаптационные возможности для разработки рекомендаций по формированию функционально устойчивых и долговечных зеленых насаждений.

На протяжении 2019–2022 гг. в ходе обследования культурфитоценозов города Донецка установлено, что наиболее часто встречаемыми культиварами *B. thunbergii* являются: *B. thunbergii* 'Atropurpurea', *B. thunbergii* 'Green Carpet', *B. thunbergii* 'Red Pillar', *B. thunbergii* 'Erecta' и *B. thunbergii* 'Golden Ring' [1–4].

Изученные культивары обладают плотной структурой кроны (с просветами между листьями до 50%). Отмечены такие формы кроны: округлая (*B. thunbergii* 'Golden Ring'), стелющаяся (*B. thunbergii* 'Green carpet'), раскидистая (*B. thunbergii* 'Red Pillar'), куполообразная (*B. thunbergii* 'Atropurpurea') и прямостоячая (*B. thunbergii* 'Erecta').

К группе среднерослых растений (от 1 до 2 м) отнесены такие культивары, как *B. thunbergii* 'Red Pillar', *B. thunbergii* 'Atropurpurea', *B. thunbergii* 'Erecta', низкорослых (от 0,5 до 1 м) – *B. thunbergii* 'Green carpet' и *B. thunbergii* 'Golden Ring'. Среди изученного ассортимента высокорослых культиваров не выявлено.

Выделенные культивары представлены широким спектром окраски листьев: например, светло-зеленой (*B. thunbergii* 'Green carpet' и *B. thunbergii* 'Erecta'), пурпурной и красно-фиолетовой (*B. thunbergii* 'Red Pillar', *B. thunbergii* 'Atropurpurea'), а также пестролистной – темно-красная окраска листьев с желтой каймой по краю (*B. thunbergii* 'Golden Ring').

Некоторые из культиваров изменяют окраску листовых пластинок в осенний период. К ним относятся *B. thunbergii* 'Green carpet' и *B. thunbergii* 'Erecta', *B. thunbergii* 'Red Pillar'.

В условиях города Донецка культивары барбариса Тунберга начинают вегетацию с конца марта-первой декады апреля и заканчивают в середине-конце ноября. Цветут обильно в мае в течение 14-16 дней желтыми цветками (*B. thunbergii* 'Atropurpurea', *B. thunbergii* 'Green Carpet', *B. thunbergii* 'Erecta') или бледно-желтыми цветками, красноватыми с внешней стороны (*B. thunbergii* 'Red Pillar'). Плоды красные, блестящие, до 0,8–1,0 см длиной. Наличие плодов чаще всего является эффектным дополнением декоративности растений. Так, ярко-красная окраска плодов на фоне зеленой листвы или белого снега придают особенной привлекательности и оригинальности кустарникам в летний, осенний и зимний периоды.

В условиях городского озеленения культивары *B. thunbergii* 'Red Pillar' и *B. thunbergii* 'Erecta' используются в качестве живой изгороди, *B. thunbergii* 'Green Carpet' и *B. thunbergii* 'Golden Ring' – бордюров и групповых посадок, *B. thunbergii* 'Atropurpurea' – групповых посадок и солитеров.

#### Список литературы

1. Глухов, А. З. Некоторые древесные интродуценты в озеленении города Донецка / А. З. Глухов, О. А. Гридько // Труды по интродукции и акклиматизации растений / Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук. – Ижевск : ФГБУН УдмФИЦ УрО РАН, 2021. – С. 434-437.
2. Гридько, О. А. Разнообразие и состояние древесных насаждений ландшафтно-рекреационной зоны Ленинского района г. Донецка / О. А. Гридько, А. З. Глухов, Л. В. Хархота // Промышленная ботаника. – 2020. – Вып. 20, № 3. – С. 20–25.
3. Тельных, А. Э. Биологические и декоративные качества кустарников урбанofлоры г. Донецка / А. Э. Тельных, О. А. Гридько // Донецкие чтения 2019: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: матер. IV Междунар. научн. конф. (Донецк, 31 октября 2019 г.). – Донецк : ДонНУ, 2019. – С.282–285.
4. Тельных, А. Э. Древесные интродуценты в системе насаждений общего пользования Ленинского района г. Донецка / А. Э. Тельных, О. А. Гридько // Донецкие чтения 2021: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: матер. VI Междунар. научн. конф. (Донецк, 26–27 октября 2021 г.). – Донецк: ДонНУ, 2021. – С. 167-169.

## ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КОЛЛЕКЦИИ СЕМЕЙСТВА BETULACEAE В ДОНЕЦКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ

**Хархота Л.В.**, канд. биол. наук, **Орлатая М.Л.**

ГБУ «Донецкий ботанический сад», г. Донецк, РФ

*ludmilaharhota@yandex.ru*

Согласно современной систематике, семейство Betulaceae (березовые) включает 210 видов листопадных деревьев и кустарников, относящихся к 6 родам [1]. Некоторые виды березовых являются важнейшими лесообразующими породами, дают ценную древесину, ряд видов обладают декоративными, лекарственными и пищевыми свойствами [2].

В Донецком ботаническом саду (ДБС) с 1970-х гг. проводятся интродукционные исследования представителей 5 родов семейства Betulaceae. По результатам ревизии коллекции, проведенной в 2017–2021 гг., семейство Betulaceae представлено 45 таксонами, относящимися к родам *Alnus* Mill., *Betula* L., *Carpinus* L., *Corylus* L., *Ostrya* (Michx.) Scop. (таблица).

Таблица

Представленность семейства Betulaceae в Донецком ботаническом саду на 01.01.2022 г.

Род	Виды	Гибриды	Подвиды, разновидности, формы	Сорта	Всего
Подсемейство Betuloideae					
<i>Alnus</i> Mill.	1	–	–	–	1
<i>Betula</i> L.	7	1	3	3	14
Подсемейство Coryloideae					
<i>Carpinus</i> L.	2	–	–	–	2
<i>Corylus</i> L.	5	–	3	19	27
<i>Ostrya</i> (Michx.) Scop.	1	–	–	–	1

Род *Alnus*, по данным Catalogue of Life, включает 52 вида. Несмотря на таксономическую репрезентативность рода, в интродукционные исследования в ДБС вовлекались представители только 4 видов. Это объясняется тем, что многие виды рода произрастают преимущественно во влажных местах – поймах рек и ручьев, местах выхода грунтовых вод на богатых, влажных, с хорошей аэрацией почвах [2].

В дендрологической коллекции ДБС род *Alnus* представлен единственным видом *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. – аборигенным видом Донецкого региона [3], включенным в Красный список МСОП в категорию таксонов, вызывающих наименьшее опасение (LC).

Род *Betula*, согласно современной систематике [1], включает 86 видов, многие из которых обладают ценными, активно используемыми человеком, свойствами – упругая древесина, сырье для получения эфирных масел, дегтя, дубильных веществ, лекарственных средств в народной и традиционной медицине. Ряд видов рода – лесообразующие породы [2].

Коллекция рода *Betula* в ДБС представлена: 7 видами – *B. dahurica* Pall., *B. fruticosa* Pall., *B. grossa* Siebold & Zucc., *B. obscura* Kotula, *B. papyrifera* Marshall, *B. pendula* Roth, *B. tortuosa* Ledeb.; 1 гибридом – *B. × caerulea* Blanch.; 1 подвидом – *B. utilis* D.Don subsp. *albosinensis* (Burkill) Ashburner & McAll.; 2 разновидностями – *B. pendula* var. *carelica* (Merckl.) Hämet-Ahti, *B. pubescens* Ehrh. var. *litwinowii* (Doluch.) Ashburner & McAll. и 3 сортами – *B. pendula* 'Dalecarlica', *B. pendula* 'Purpurea', *B. pendula* 'Youngii'.

В составе рода *Betula*, согласно современным номенклатурным базам, отмечены изменения систематического положения, номенклатуры отдельных видов. Так, *B. middendorffii* Trautv. & C.A.Mey., *B. ovalifolia* Rupr. и *B. fruticosa*, проходившие интродукционные испытания в коллекции ДБС, объединены в один вид с принятым названием *B. fruticosa*; *B. ulmifolia* Siebold ex Zucc. и *B. grossa* – в *B. grossa*. Вид *B. litwinowii* Doluch. получил статус разновидности вида *B. pubescens*, *B. albosinensis* Burkill – подвида *B. utilis*. Виды *B. obscura* и *B. tortuosa* получили статус подвида и разновидности *B. pendula* subsp. *pendula* и *B. pubescens* var. *pumila* (Zanoni ex Murray) Govaerts соответственно. Однако по результатам проведенного морфологического анализа интродукционных образцов из коллекции ДБС для *B. obscura* и *B. tortuosa* нами приняты названия, под которыми был получен их посадочный материал из интродукционных центров.

*Betula pubescens* var. *litwinowii*, *B. tortuosa* и *B. utilis* subsp. *albosinensis* включены в Красный список МСОП в категорию DD – видов с недостатком данных о них, таксономический статус центрально-европейского вида *B. obscura* остается дискуссионным, остальные виды рода *Betula* коллекции ДБС занесены в Красный список МСОП как находящиеся под наименьшей угрозой.

Род *Carpinus* L. Включает 41 вид [1]. В коллекции ДБС – 2 вида: *C. betulus* L. и *C. orientalis* Mill. *Carpinus betulus* – аборигенный вид Донецкого региона [3], включен в Красную книгу Донецкой области в статусе вида, находящегося под угрозой исчезновения [4]. Природный ареал *C. orientalis* – Крым, Кавказ, Балканы, Малая Азия, Иран. Оба вида включены в Красный список МСОП в категорию LC. В коллекции с 1978 г. произрастают саженцы, полученные под названием *C. caucasica* Grossh. При идентификации образцов из коллекции ДБС отличия от *C. betulus* не отмечены и, согласно современной систематике, *C. caucasica* принят как синоним для *C. betulus*.

Род *Corylus* L. (лещина) включает 18 видов [1], из которых в составе природной флоры региона один – *C. avellana* L. [3]. Лещины как орехоплодные растения с древнейших времен введены в культуру.

По результатам ревизии коллекции род *Corylus* представлен 5 видами – *C. americana* Walter, *C. avellana*, *C. colurna* L., *C. cornuta* Marshall, *C. heterophylla* Fisch. ex Trautv.; 1 разновидностью *C. cornuta* var. *cornuta*; 3 декоративными формами и сортом *C. avellana* – *C. a. f. atropurpurea* Petz. & G.Kirchn., *C. a. f. urticifolia* (DC.) C.K. Schneid. и *C. a. 'Contorta'*, а также 18 сортами фундука. Все виды рода *Corylus*, присутствующие в коллекции ДБС, включены в Красный список МСОП в категорию LC. *Corylus colurna* – древовидная лещина, реликтовый средиземноморский вид занесен в Красную книгу Российской Федерации в категории неуклонно сокращающихся в численности таксонов [5].

Род *Ostrya* (Michx.) Scop. включает 8 видов [1]. Интродукцию в ДБС проходит единственный – *Ostrya carpinifolia* Scop., реликт третичного периода, в диком виде произрастающий на Кавказе и в Закавказье, Европе, Средиземноморье и Малой Азии. Как вид, сокращающийся в численности, занесен в Красную книгу Российской Федерации [5], а также включен в Красный список МСОП в категории LC.

В результате проведенной инвентаризации и идентификации видов коллекции древесных растений семейства Betulaceae Донецкого ботанического сада определен ее таксономический состав. Данные современной систематической структуры коллекции приведены в соответствии с базой данных Catalogue of Life. Коллекция семейства Betulaceae насчитывает 16 видов, 1 гибрид, 6 подвидов и форм и 22 сорта.

### Список литературы

1. Catalogue of Life. COL Version: 2022-01-14: [сайт]. – URL: <http://www.catalogueoflife.org> (дата обращения 26.08.2022).
2. Деревья и кустарники СССР. Дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции. Т. II. Покрытосеменные / Редактор С. Я. Соколов. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1951. – 616 с.
3. Остапко, В. М. Сосудистые растения юго-востока Украины / В. М. Остапко, А. В. Бойко, С. Л. Мосякин. – Донецк: Изд-во «Ноулидж», 2010. – 247 с. – ISBN 978-617-579-074-8.
4. Червона книга Донецької області: рослинний світ (рослини, що підлягають охороні в Донецькій області) / Під загальною ред. В. М. Остапка. – Донецьк: Вид-во «Новая печать», 2010. – 432 с. – ISBN 978-8594-04-5.
5. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). – Текст: электронный. – URL: <https://kologrivskiy-les.ru/wp-content/uploads/2020/04/KRASNAYA-KNIGA-Rasteniya-i-griby-Moskva-2008-g.pdf> (дата обращения 26.08.2022).

## ЭНДЕМИЧНЫЕ РАСТЕНИЯ СТЕПЕЙ ПРИДНЕСТРОВЬЯ

*Хлебников В.Ф.*, д-р с-х. наук, проф., *Смулова Нат. В.*, канд. с-х. наук,  
*Руцук А.Д.*, канд. биол. наук, доц., *Руцук В.С.*, канд. с-х. наук, доц.,  
*Гавриленко Л.А.*

ГОУ «Приднестровский государственный университет им.Т.Г. Шевченко»,  
г.Тирасполь, Приднестровская Молдавская Республика  
*v-khl@yandex.ru*

Приднестровье находится преимущественно на левом берегу Днестра и представляет собой узкую полосу холмистой равнины с уклоном поверхности к югу и юго-востоку.

Приднестровье расположено на территории Восточно-Европейской равнины на стыке Восточной и Западной Европы, недалеко от Крыма и Кавказа. Здесь проходят границы трёх биогеографических областей: Европейской широколиственной лесной, Средиземноморской лесной, Евразийской степной области. Геоботанически оно входит в состав двух областей: Европейской широколиственной лесной и Евразийской степной, что обусловило смешение флор и своеобразие растительности.

Степи занимают Григориопольский (юго-западная часть) и Слободзейский районы, ландшафт которых сильно трансформирован. Более 85 % земель степи распаханно и используются в сельскохозяйственном производстве. Фрагменты целинной степной растительности – северный вариант причерноморских степей, сохранились лишь на неудобьях. Вследствие этого современная растительность испытывает огромный экологический пресс, отрицательно влияющий на состояние и сохранение флористического и фитоценотического разнообразия экосистем степи.

Растительный покров степи Приднестровья исследуется системно с середины 90-х годов прошлого столетия. Материалы этих исследований частично обобщены в ряде работ [1–3]. Однако уровень изученности степных фитоценозов недостаточен, что затрудняет разработку научно обоснованной системы рационального использования их ресурсов.

Большое значение в познании растительного покрова имеют эндемичные виды растений, которые являются уникальной и наиболее уязвимой ее частью. Изучение таксономического состава эндемичных видов степей является актуальным для выявления приоритетов в области сохранения флористического разнообразия.

Эндемичные виды растений степей Приднестровья и их ареалы установлены по литературным данным [2–4].

Во флоре сосудистых растений степи Приднестровья насчитывается 14 эндемичных видов, из них 13 эвриэндемиков и 1 субэндемик.

Систематический спектр эндемиков отличается от общего систематического спектра (табл.).

Таблица

Систематический спектр эндемиков в степной флоре Приднестровья

Семейство	Количество видов, шт.		% эндемиков	
	всего	эндемиков	во флоре	в семействе
Asteraceae	72	1	0,2	1,3
Poaceae	37	2	0,4	5,4
Fabaceae	32	1	0,2	3,1
Lamiaceae	34	1	0,2	2,9
Rosaceae	22	1	0,2	4,5
Caryophyllaceae	21	2	0,4	9,5
Apiaceae	16	2	0,4	12,5
Euphorbiaceae	15	1	0,2	6,6
Rubiaceae	13	1	0,2	7,6
Alliaceae	7	1	0,2	14,2
Linaceae	6	1	0,2	16,6
Всего	275	14	3,1	5,1

В спектре эндемиков первое место занимают три семейства *Poaceae*, *Caryophyllaceae* и *Apiaceae*, а остальные 8 семейств представлены по одному виду. Аналогичный характер ранжирования семейств наблюдается при подсчете процента представленности эндемичных видов во флоре.

Иная зависимость в ранжировании семейств имеет место при определении величины участия эндемичных видов по семействам. Здесь первые четыре места с большим отрывом занимают семейства *Linaceae* (16,6 %), *Alliaceae* (14,2 %), *Apiaceae* (12,5 %) и *Caryophyllaceae* (9,5 %). В целом эти 4 семейства имеют в своем составе более половины (52,8 %) эндемичных видов.

Всего процент эндемиков в систематическом спектре составляет 3,1 % от общего количества видов (438 видов) флоры сосудистых растений степи Приднестровья. Общее представительство эндемиков в сложении семейств равно 5,1 %.

Анализ ареалов показал, что локальных эндемиков во флоре Приднестровья нет. Ее состав представлен тремя группами субэндемичными видами.

Группа конфинитных эндемиков: 1) *Poa versicolor* Bess. – эндемик, распространенный в западном Подолье, Предкарпатье (верховья Днестра и его притоков). В пределах района исследований вид находится на южной границе своего ареала; 2) *Genista tetragona* Bess. – эндемик Причерноморья, третичный реликт, расположенный на северной границе ареала; 3) *Koeleria moldavica* M.Alexeenko – эндемик юга Волыно-

Подольской возвышенности; 4) *Euphorbia volhynica* Besser ex Racib. – эндемик юга Волыно-Подольской возвышенности, реликт, расположенный на южной границе ареала; 5) *Galium volhynicum* Pobed. – эндемик Карпат, Волыно-Подольской возвышенности.

Группа экстензивных эндемиков: 1) *Pimpinella tragium* Vill. – эндемик Восточного округа Европейской провинции; 2) *Thymus moldavicus* Klok.et Shost. – эндемик Понтической провинции; 3) *Dianthus carbonatus* Klok. – эндемик Восточного округа Европейской провинции; 4) *Centaurea besseriana* DC.- эндемик северного Причерноморья; 5) *Gypsophila collina* Stev. ex Ser.- эндемик понтической провинции; 6) *Linum linearifolium* (Lindem) Jav.- эндемик Понтической провинции; 7) *Potentilla astracanic* Jacq.- эндемик понтической провинции.

Группа дубликатных субэндемиков: 1) *Seseli peucedanifolium* Besser; 2) *Allium savranicum* Bess.

Следует отметить, что несмотря на столь малое количество эндемиков, их ценотическое значение в экосистемах весьма велико. Растительность известняковых обнажений левобережья Днестра представлена в основном сообществами эндемичного союза *Genista tetragona-Seselion peucedanifolii* P. Pănzaru, 1997, в которых часто высоко обилие таких эндемичных видов как *Koeleria moldavica* M.Alexeenko, *Pimpinella tragium* Vill., *Thymus moldavicus* Klok.et Shost.-, *Gypsophila collina* Stev. ex Ser, *Seseli peucedanifolium* Besser, *Genista tetragona* Bess.

### Список литературы

1. Руцук, А. Д. Растительный покров степей левобережья Днестра: анализ флоры и классификация растительности. Автореф. дисс. ... канд. биол.наук. – Тирасполь. 2007. – 22 с.
2. Природная флора Приднестровья : монография / В. Ф. Хлебников, Н. Е. Онуфриенко, Нат. В. Смурова и др.; под общ. ред. проф. В. Ф. Хлебникова. – Тирасполь : Изд-во Приднестр. ун-та, 2020. – 252с. – ISBN 978-9975-150-48-4.
3. Красная книга Приднестровской Молдавской Республики / М-во с/х-ва и природных ресурсов ПМР; редкол.: Е. М. Коваль (председатель), Л. В. Пилькова, С. И. Берил. – Тирасполь : ГУИПП «Бендерская типография Полиграфист», 2020. – 560 с.
4. Cartea Roşie a Republicii Moldova. Ch.: Î.E.P. Ştiinţa, 2015 (Combinatul Poligr.). – 492 p. – ISBN 978-9975-67-998-5.



## **ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

**Шишкин А.В.,**

**Кочетова Ж.Ю.**, д-р геогр. наук, доц.,

**Великанов А.В.**, канд. тех. наук, проф.

ВУНЦ ВВС «Военно-Воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского  
и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, РФ

*zk\_vva@mail.ru*

Большинство систем мониторинга объектов окружающей среды основаны на наземных измерениях отдельных параметров, которые подразумевают контактные методы анализа (визуальные и лабораторные). Постепенно их вытесняют системы, получающие информацию с помощью бортовых датчиков пилотируемых/беспилотных летательных аппаратов и спутниковых наблюдений. Благодаря значительному снижению затрат на БПЛА, миниатюризации и удешевлению датчиков, а также усовершенствованию программного обеспечения для обработки данных, систем слежения и управления полетом, интерес к беспилотным летательным системам неуклонно растет [1, 2]. Только за последние 5 лет количество публикаций по этой теме возросло в 2,9 раза (поиск в системах International Scientific Indexing, РИНЦ).

Динамический характер и пространственная изменчивость экологических процессов, происходящих в относительно малых масштабах (поля, виноградники, парки и др.), требуют данных с высоким пространственным и временным разрешением. Важно при этом учитывать и периодичность измерения параметров окружающей среды (фенологию и рост растений, экстремальные явления и гидрологические процессы). В этом контексте беспилотные летательные системы (БПЛС) характеризуются значительным потенциалом для повышения эффективности мониторинга окружающей среды. Миниатюризация датчиков позволяет проводить с БПЛА многоспектральное, гиперспектральное и тепловизионное зондирование. В качестве измерительных устройств широко используют радары с синтезированной апертурой, лидары. Разработаны и с успехом используются БПЛС для составления карт растительного покрова и стихийных бедствий; исследования фенологии, эрозии почв; ведения точного земледелия; мониторинга роста и здоровья сельскохозяйственных культур, загрязнения воздуха. В сельском хозяйстве наиболее распространенным применением БПЛС является точное земледелие. Снимки с БПЛА с высоким пространственным разрешением позволяют гораздо раньше и эффективнее

обнаруживать, диагностировать и устранять проблемы в управлении сельским хозяйством по сравнению со спутниковыми снимками с низким разрешением или дорогостоящими точечными контактными исследованиями. Такие системы предоставляют всю необходимую информацию в масштабах отдельных полей для удовлетворения потребностей фермеров, позволяет им принимать эффективные и своевременные управленческие решения, что ведет к повышению производительности и прибыли.

В последнее десятилетие повышенное внимание уделялось мониторингу виноградников из-за их высокой экономической ценности. Разработано приложение, в котором используются различные датчики для определения показателей, связанных с функцией хлорофилла и фотосинтетической активностью. Были исследованы индекс водного стресса урожая, фотосинтетическая активность и содержание каротиноидов в виноградниках.

Особый интерес у фермеров вызывает мониторинг состояния посевов, влажности почв, уровня содержания азота в них и эффективность обработки растений от болезней и вредителей. Мониторинг содержания воды в почве имеет решающее значение для определения эффективного планирования орошения. Содержание влаги в верхнем слое почвы дистанционно определяют с использованием многоспектральных, гиперспектральных, тепловизионных зондов.

Датчики теплового инфракрасного излучения очень чувствительны к состоянию кроны и могут быть использованы для мониторинга содержания воды в почве, проводимости устьиц. Они также применяются для мониторинга характеристик поверхности почвы (микрорельеф, макропоры), водоотталкивающей способности почвы. БПЛС с тепловизионной камерой используют для оценки водного потенциала листьев в виноградниках, фруктовых садах. Полученные тепловизионные карты могут служить важными исходными данными для орошения.

С помощью БПЛС, оснащенного коротковолновым мультиспектральным тепловизором, получены карты содержания органического углерода на поверхности почвы ( $< 0,5$  см) с разрешением 12 см; эрозии почвы с разрешением 5 см и точностью от 0,90 до 2,7 см в горизонтальном и 0,70 см в вертикальном направлениях. Внесение химикатов контролируют с помощью обратной связи, полученной от беспроводной сенсорной сети, развернутой на сельскохозяйственном поле.

Для диагностики химического загрязнения почв разработана БПЛС на платформе мультироторного летательного аппарата, оснащенного линейкой пьезосенсоров типа «электронный нос» [2]. На базе ВУНЦ ВВС «ВВА» (г. Воронеж) создан БПЛА с модифицированными стойками, придающими высокую устойчивость летательному аппарату при приземлении [3]. Уникальная конструкция ячейки детектирования и

принцип пьезосорбционного микровзвешивания позволяют проводить «на месте» анализ летучих компонентов почв в течение 1–3 мин без пробоотбора. Аналитическая информация передается оператору в режиме реального времени по беспроводной связи. Алгоритм обработки аналитических сигналов позволяет с помощью одного универсального измерительного устройства оценивать уровень загрязнения почв различными летучими веществами, в том числе гербицидами, азотными удобрениями, нефтяным топливом и продуктами их распада [4, 5]. Основным преимуществом разработанного датчика является его универсальность, т.е. с помощью одной и той же линейки пьезосенсоров возможно определять в почвах различные по природе летучие вещества.

Современные датчики для дистанционного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения имеют ряд недостатков. К основным из них можно отнести высокие материальные и временные затраты на сложную обработку результатов и калибровку сенсоров, обеспечивающие заданную разрешающую способность карт. Сами измерительные устройства и программное обеспечение для обработки аналитической информации также характеризуются высокой стоимостью, поэтому не всегда доступны для мелких и средних фермерских хозяйств.

Существующие на современном рынке БПЛС имеют узкую направленность решаемых задач. Следующий шаг в процессе внедрения БПЛС в агропромышленный комплекс – стандартизация и унификация подходов для выполнения множества разнообразных задач, что поможет повысить надежность мониторинга, снизить стоимость сенсорных устройств и программного обеспечения.

### **Список литературы**

1. Pajares, G. Overview and Current Status of Remote Sensing Applications Based on Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) / G. Pajares // *Photogramm. Eng. Remote Sens.* – 2015. – Vol. 81. – P. 281–329.
2. Великанов, А. В. Перспективы развития беспилотных комплексов химической разведки грунта / А. В. Великанов, Ж. Ю. Кочетова, А. В. Шишкин, Н. А. Дьякова // *Научный вестник ГосНИИ ГА.* – 2022. – № 38. – С. 116–124.
3. Патент на изобретение 2766308 С1. Беспилотный комплекс химической разведки грунта / А. В. Великанов, Ж. Ю. Кочетова, А. В. Павлович [и др.]. Заявка № 2020129280 от 03.09.2020. Опубл. 14.03.2022.
4. Кучменко, Т. А. Разработка датчика, газоанализатора и детектора аммиака на основе пьезосенсора / Т. А. Кучменко, Р. У. Умарханов, Ж. Ю. Кочетова // *Журнал аналитической химии.* – 2012. – Т. 67. – № 11. – С. 10–32.
5. Кочетова, Ж. Ю. Пьезосорбционный экспресс-анализ загрязнения почв бензином / Ж. Ю. Кочетова, С. В. Внукова, А. В. Дубачева, Т. А. Кучменко // *Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия.* 2020. – Т. 6 (72). – № 3. – С. 292–302.

## РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА НА ТЕРРИТОРИИ г. ЯЛТА РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

**Шишлов И.В., Маломыжева Н.В., Бураева Е.А.**, канд. хим. наук, доц.  
ФГАОУ ВПО «Южный федеральный университет», г. Ростов-на-Дону, РФ  
*shishlov@sfnedu.ru*

Работа посвящена оценке распределения мощности AMBIENTного эквивалента дозы (МЭД) гамма-излучения в г. Ялта Республики Крым. Измерения мощности эквивалентной дозы проводили на открытых территориях города 6 февраля 2021 года. В качестве контрольных участков были выбраны самые оживленные улицы и территории г. Ялта: ул. Свердлова (ЯС), ул. Киевская (ЯК), ул. Московская (ЯМ), п. Долоссы (ЯД), ул. Темирязева и Халтурина (Ятх), парк Приморский (Япп), ул. Большая садовая (ЯБС), ул. Пушкинская (Яснб), Массандровский пляж (Ямп), Массандровский жилой массив (ЯМЖ). Измерения гамма-фона проводили дозиметром-радиометром ДКС-96.

На *рис. 1* и *рис. 2* представлены особенности распределения МЭД гамма-излучения в г. Ялта и особенности распределения МЭД гамма-фона для каждой исследуемой контрольной точки.

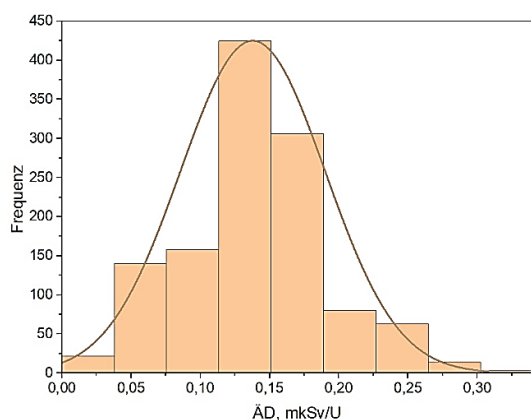


Рис. 1. Распределение МЭД гамма-излучения на открытых пространствах г. Ялта

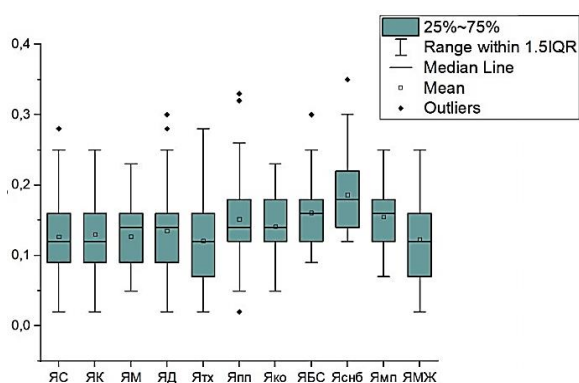


Рис. 2. Мощность эквивалентной дозы гамма-излучения на контрольных участках

Распределение гамма-фона на открытых территориях подчиняются нормальному закону распределения [1]. Гамма-фон в Ялте распределен равномерно. Гамма-фон варьирует в широких пределах, этом не превышает нормы в 0,3 мкЗв/ч, установленные в СанПиН 2.6.1.2523-09.

Наименьшее значение МЭД гамма-излучения наблюдается на участке Массандровского жилого массива и обусловлено отдалённостью от городской среды и низким вкладом в общий фон различных строительных материалов. Максимальное значение зафиксировано на участке Яснб и обусловлено гранитным покрытием улицы, имеет

сравнительно высокий естественный фон, за счёт содержания в нём редкоземельных металлов (цезия, лантана) [2, 3]. Провели оценку МЭД гамма-излучения в жилых домах города Ялта (табл. 1).

Таблица 1

Измерения МЭД гамма-излучения в домах города Ялта, мкЗв/ч

Адрес	Параметры	минимум	максимум	среднее
Свердлова, 31	2 этажа, ракушечник, 1900 г. постройки; отопление: угольный камин и голландская печь	0,05	0,35	0,16
Южнобережное шоссе, 9	5 этажей, бетонные плиты, 1974 г. постройки; центральное отопление	0,02	0,14	0,09
Ленинградская, 5	14 этажей, бетонные плиты, 1976 г. постройки; центральное отопление	0,07	0,23	0,15

МЭД гамма-излучения в различных домах отличается, но не превышает допустимые нормы радиационной безопасности, установленные в СанПиН 2.6.1.2523-09.). В целом, гамма-фон характерен для зон влияния средиземноморского климата и в зоне наиболее продолжительного годового солнечного сияния [4, 5]. Отличия показаний в гамма-фоне обуславливаются различной этажностью и высотой домов, различным содержанием радионуклидов в материалах построек, а также различными способами отопления. Среднее, модальное и медианное значения МЭД гамма-фона не превышают Нормы радиационной безопасности Российской Федерации (НРБ-99/2009) – 0,3 мкЗв/ч.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (Государственное задание в сфере научной деятельности научный проект № 0852-2020-0032) / (БАЗ0110/20-3-07ИФ).*

### Список литературы

1. Wan, Z. Measurement and research of environmental natural radiation dose / Z. Wan // E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2020. – Т. 191. – С. 03005.
2. Плахотникова, А. И. Особенности накопления радионуклидов почвами лесных угодий Муромского района // Дни науки студентов Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых. – 2019. – С. 1205–1211.
3. Евстафьева, Е. В. Содержание тяжелых металлов в почвах селитебных территорий Республики Крым // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2018. – Т. 329. – №. 10. – С. 19–29.
4. Беспалов, В. И. Лекции по радиационной защите : учебное пособие / В. И. Беспалов. – Томский политехнический университет. – 2012. – 695 с.
5. Кайгородов, Р. В. Удельная активность радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в почвах прибрежных зон водных объектов Тюменской области / Р. В. Кайгородов // Успехи современного естествознания. – 2020. – №. 9. – С. 66–70.

# Зоология и экология

УДК 638.132 : 591.531 (477.62)

## ПОЗДНЕЛЕТНИЕ МЕДОНОСЫ КОЛЛЕКЦИИ АРОМАТИЧЕСКИХ РАСТЕНИЙ ДОНЕЦКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА И КОМПЛЕКС ТРОФИЧЕСКИ СВЯЗАННЫХ С НИМИ АНТОФИЛЬНЫХ НАСЕКОМЫХ

*Амолин А.В.<sup>1</sup>, Кустова О.К.<sup>2</sup>*, канд. биол. наук

<sup>1</sup>ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, РФ

<sup>2</sup>ГБУ «Донецкий ботанический сад», г. Донецк, РФ

*a.amolin@mail.ru, lavanda\_dbg@mail.ru*

Во второй половине лета цветение медоносных и потенциально медоносных растений в степной зоне существенно уменьшается. Большинство растений успевают завершить генеративную фазу к периоду, когда устанавливаются высокие среднесуточные температуры воздуха, сопровождающиеся дефицитом почвенной и воздушной влаги, явлениями продолжительной засухи и суховеев, что характерно для Донбасса.

В этой связи обеспечение пчелосемей постоянным источником пыльцы и нектара растений среднего и позднелетнего периодов цветения является важной задачей для успешного развития пчеловодства в Донбассе.

В результате сезонных исследований 2015–2022 гг., проводимых на коллекционно-экспозиционном участке ароматических и овощных растений Донецкого ботанического сада (ДБС), установлены антэкологические связи между энтомофильными растениями и трофически связанными с ними антофильными насекомыми [1–4]. Для решения поставленной задачи объектами исследований являлись: семь видов ароматических и декоративных растений, характеризующихся длительными периодами цветения, средне- и позднецветущие (июль–сентябрь), способными к вторичному цветению после срезки, а также виды насекомых, посещающих и питающихся на цветках данных видов растений. Далее приведена краткая характеристика видов растений и комплексы антофильных насекомых, трофически связанными с ними. В количественном отношении таксономическая представленность антофильных насекомых преобладает для растений *Vitex angus-castus* L., *Satureja montana* L. и *Hyssopus officinalis* L. (рис.).

*Allium ramosum* L. (Amaryllidaceae) – лук ветвистый. Корневищный гемикриптофит, ксеромезофит. Овощное растение. Виды насекомых: *Eumenes coarctatus* (L.), *Ancistrocerus gazella* (Panzer), *Stenodynerus chevrieranus* (Sauss.), *Hylaeus communis* Nyl., *Halictus subauratus* (Rossi), *Apis mellifera* L., *Scaeva pyrastris* L., *Eristalis arbustorum* L., *E. tenax* L.

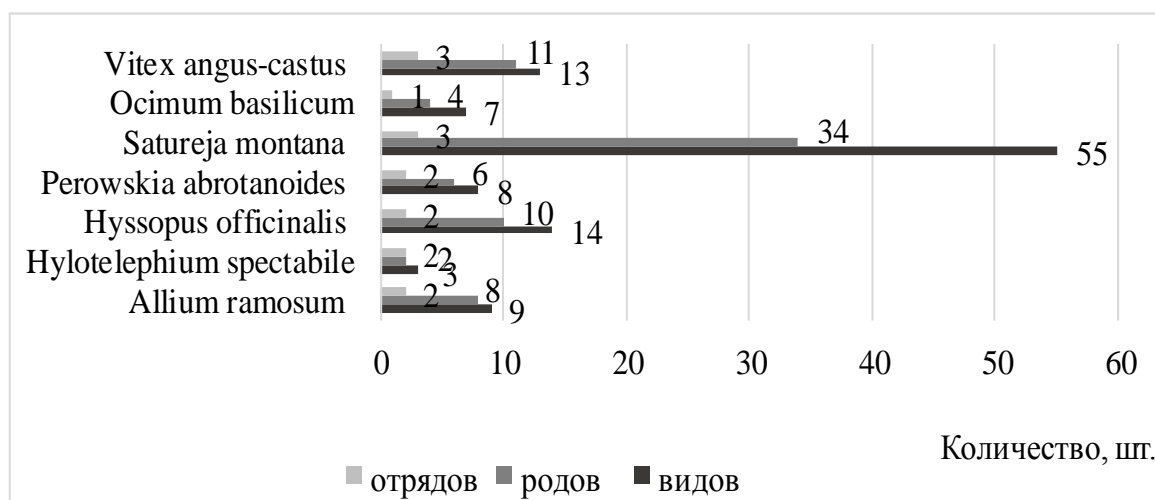


Рис. Количественная таксономическая представленность насекомых, трофически связанных с растениями коллекции ГБУ «ДБС»

*Hylotelephium spectabile* (Boreau) H. Ohba (Crassulaceae) – очиток видный. Поликарпик, ксерофит. Декоративное растение. Виды насекомых: *Bombus terrestris* (L.), *B. hypnorum* (L.), *Heliothis peltigera* (Den. et Schiff.).

*Hyssopus officinalis* L. (Lamiaceae) – иссоп лекарственный. Поликарпик, полукустарничек, мезоксерофит. Ароматическое, лекарственное, декоративное растение. Виды насекомых: *Hylaeus communis* Nyl., *Halictus resurgens* Nurse, *Ceratina chalybea* Chevrier, *Xylocopa valga* Gerst., *Bombus terrestris* (L.), *B. lapidarius* (L.), *B. sylvarum* (L.), *B. pascuorum* (Scopoli), *B. hypnorum* (L.), *Apis mellifera* L., *Anthophora pubescens* (F.), *Pieris rapae* (L.), *Macroglossum stellatarum* L., *Iphiclides podalirius* (L.).

*Perovskia abrotanoides* Kar. (Lamiaceae) – перовския полынная. Поликарпик, вегетативно-подвижный полукустарничек, ксеромезофит. Ароматическое, декоративное растение. Виды насекомых: *Halictus resurgens* Nurse, *Megachile* sp., *Xylocopa valga* Gerst., *Bombus terrestris* (L.), *B. lapidarius* (L.), *B. sylvarum* (L.), *Apis mellifera* L., *Heliothis peltigera* (Den. et Schiff.).

*Satureja montana* L. (Lamiaceae) – сатурея горная. Кустарничек, хамефит, ксеромезофит. Ароматическое, декоративное растение. Виды насекомых: *Megascolia maculata* (Drury), *Scolia hirta* (Schr.), *S. quadripunctata* F., *Eumenes coarctatus* (L.), *E. papillarius* (Christ), *Euodynerus dantici* (Rossi), *Polistes dominula* (Christ), *Bembix oculata* Pz., *Cerceris sabulosa* (Pz.), *C. arenaria* (L.), *Philanthus triangulum* (F.), *Sphex funerarius* Guss., *Isodontia mexicana* (de Sauss.), *Ammophilla* sp., *Hylaeus communis* Nyl., *H. annularis* (Kirby), *H. gibbus* Saund., *Andrena variabilis* Smith, *Andrena* sp. (два разных вида), *Halictus maculatus* Smith, *H. resurgens* Nurse, *H. simplex* Blüthgen, *H. quadricinctus* (F.), *H. tumulorum* (L.), *H. seladonius* (F.), *Lasioglossum interruptum* (Pz.), *L. leucosonium* (Schrank),

*Sphecodes albilabris* (F.), *S. monilicornis* (Kirby), *Melitta leporina* (Panzer), *Anthidiellum strigatum* (Panzer), *Megachile centuncularis* (L.), *M. pilidens* Alfken, *M. versicolor* Smith, *M. maritima* (Kirby), *Coeloxys conoidea* (Ill.), *Tetraloniella nana* (Mor.), *Triepeolus tristis* (Smith), *Xylocopa valga* Gerst., *Bombus terrestris* (L.), *B. lapidarius* (L.), *B. sylvarum* (L.), *B. pascuorum* (Scopoli), *Apis mellifera* L., *Pyrausta aurata* (Scopoli), *Pieris rapae* (L.), *Lysandra bellargus* (Rott.), *Heliothis peltigera* (Den. et Schiff.), *Eristalis arbustorum* L., *E. tenax* L., *Sphaerophoria* sp., *Tachina* sp., *Cylindromyia brevicornis* F., *Conops* sp.

*Ocimum basilicum* L. (Lamiaceae) – базилик обыкновенный. Однолетний мезоксерофит. Ароматическое, лекарственное, овощное растение. Виды насекомых: *Bembix oculata* Pz., *Megachile centuncularis* (L.), *M. pilidens* Alfken, *M. maritima* (Kirby), *Apis mellifera* L., *Bombus terrestris* (L.), *B. pascuorum* (Scopoli).

*Vitex angus-castus* L. (Lamiaceae) – витекс священный (прутняк обыкновенный). Кустарник, ксерофит, с обмерзающими надземными побегами в холодные зимы. Ароматическое, лекарственное, декоративное растение. Виды насекомых: *Megascolia maculata* (Drury), *Hylaeus communis* Nyl., *Andrena* sp., *Halictus resurgens* Nurse, *Eucera* sp., *Bombus terrestris* (L.), *B. lapidarius* (L.), *B. sylvarum* (L.), *Apis mellifera* L., *Xylocopa valga* Gerst., *Anthophora pubescens* (F.), *Heliothis peltigera* (Den. et Schiff.), *E. tenax* L.

Таким образом, к наиболее перспективным для выращивания на припасечных территориях можно отнести следующие ароматические, лекарственные и декоративные растения: сатурея горная, иссоп лекарственный, перовския полынная и базилик обыкновенный.

## Список литературы

1. Амолин, А. В. Анализ пищевых связей осы *Megascolia (Regiscolia) maculata* (Drury, 1773) (Hymenoptera, Scoliidae) с цветковыми растениями (Magnoliophyta) / А. В. Амолин // Промышленная ботаника : сборник научных трудов. – Донецк : ГУ «Донецкий ботанический сад», 2019. – Вып. 19, № 2. – С. 61–70.
2. Амолин, А. В. Изучение насекомых-опылителей ароматических растений, интродуцированных в Донецком ботаническом саду / А. В. Амолин, О. К. Кустова // Промышленная ботаника : сборник научных трудов. – Донецк : ГУ «Донецкий ботанический сад», 2017. – Вып. 17. – С. 80–90.
3. Амолин, А. В. Насекомые-опылители ароматических растений в Донецком ботаническом саду / А. В. Амолин, О. К. Кустова // Пространственно-временные аспекты функционирования биосистем : сборник материалов XVI Международной научной экологической конференции, посвященной памяти Александра Владимировича Присного (24–26 ноября 2020 г.). – Белгород : ИД «БелГУ» «НИУ БелГУ», 2020. – С. 176–178.
4. Амолин, А. В. Спектр кормовых растений некоторых редких и охраняемых видов пчел-апид (Hymenoptera: Apidae) в урбоценозах Донбасса / А. В. Амолин, О. К. Кустова, И. Н. Оголь // Промышленная ботаника : сборник научных трудов. – Донецк : ГУ «Донецкий ботанический сад», 2021. – Вып. 21, № 4. – С. 49–60.



## ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНАЯ ЭКСПЕРТИЗА ТУШИ И ОРГАНОВ СВИНЕЙ ПРИ ТРИХИНЕЛЛЕЗЕ

*Гамolina М.А., Галиева Ч.Р.*, канд. биол. наук  
ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет», г. Уфа, РФ  
*biovet\_bsau@mail.ru*

Экспертиза и оценка качества продуктов животного происхождения, предупреждение возможности заболеваний и причинения вреда людям при употреблении в пищу некачественных продуктов, а также предупреждение распространения инфекционных и паразитарных болезней у животных является основной задачей ветеринарно-санитарной экспертизы [4].

Одним из основных факторов, влияющих на ветеринарно-санитарные характеристики продуктов убоя, считается зараженность животных гельминтами [5].

Трихинеллез – заболевание относящиеся к антропоозоозам, могут болеть всеядные и плотоядные животные, и, конечно же, человек. Протекает в двух формах: острой или хронической. При данном заболевании ярко выражаются аллергические явления. Причина данного заболевания – трихинелла *Trichinella spiralis* (Owen, 1835) [1].

Цель исследования – провести послеубойную диагностику туши и других продуктов убоя свиней для исключения трихинеллеза, а также исследовать органолептические и физико-химические показатели мяса свиньи.

Научно-исследовательская работа была выполнена в лаборатории ветеринарно-санитарной экспертизы ТСК Центральный г. Уфы. Материал исследования – пробы ножек диафрагмы свиней, а также сами туши и продукты убоя. Послеубойная диагностика на трихинеллез проводилась компрессорным методом. Определение органолептических и физико-химических показателей проводили по общепринятым методикам [1, 2].

По органолептическим данным было выявлено: внешний вид и цвет поверхности туши бледно-розового цвета с корочкой подсыхания. Жир частично окрашен в ярко-красный цвет, мягкий. На разрезе мышцы слегка влажные, на фильтровальной бумаге не оставляют влажного следа. Цвет соответствовал данному виду мяса. От надавливания пальцем на мясо, ямка быстро выравнивается. На разрезе мясо упругое, плотное. Мясо имело специфический запах, который свойствен данному виду мяса. Поверхность сустава гладкая, блестящая. Сухожилия плотные, упругие. Бульон имеет ароматный запах, прозрачный. По физико-химическим свойствам: рН составил 5,8; положительная реакция на активность пероксидазы (сине-зеленое окрашивание, которое переходит в бурый цвет

через несколько минут); отрицательная реакция на первичные продукты распада белков (фильтрат не имеет хлопьев, прозрачный).

В результате просмотра срезов величиною с овсяное зернышко, раздавленных под стеклами компрессориума под малым увеличением с помощью трихинеллоскопа, лимоновидные капсулы с расположенной внутри свернутой в спираль личинкой не обнаружены. Следовательно, трихинеллез в пробах был исключен.

По результатам послеубойной диагностики инвазионные болезни были исключены, органолептические и физико-химические показатели соответствовали продуктам убоя от здоровых животных. Туши и продукты убоя выпускаются в свободную реализацию.

### Список литературы

1. Андреева, А. В. Ветеринарно-санитарная экспертиза пищевых продуктов на рынках : лабораторный практикум / А. В. Андреева, Ч. Р. Галиева. – Уфа : Башкирский государственный аграрный университет, 2018.
2. Андреева, А. В. Технология и ветеринарно-санитарная экспертиза мяса и мясных продуктов / А. В. Андреева, Ч. Р. Галиева // Лабораторный практикум для обучающихся по специальности «Ветеринария» и направлению подготовки (аспирантура) «Ветеринария и зоотехния». – Уфа, 2021.
3. Ветеринарно-санитарная экспертиза продуктов животноводства : справочник / П. В. Житенко, М. Ф. Боровков, В. А. Макаров и др. – Москва : Колос, 1980. – 367 с.
4. Галиева, Ч. Р. Ветеринарно-санитарная экспертиза на пороге XXI века : проблемы и перспективы / Ч. Р. Галиева / Инновационные технологии увеличения производства высококачественной продукции животноводства : Материалы II Международной научно-практической конференции института животноводства Таджикской академии сельскохозяйственных наук совместно с ФГБОУ ВО Башкирским государственным аграрным университетом (18–19 октября 2018 г.) / Под общей редакцией доктора биол. наук Амиршоева Ф. С. и доктора с.-х. наук Иргашева Т. А. – Душанбе : «ЭР-граф», 2018. – С. 447–449.
5. Галиева, Ч. Р. Иммуитет лошадей при параскаридозно-стронгилятозной инвазии / Ч. Р. Галиева, В. З. Галимова // Современные достижения ветеринарной медицины и биологии – в сельское производство : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 95-летию со дня рождения Хамита Валеевича Аюпова и 60-летию кафедры паразитологии, микробиологии и вирусологии Башкирского ГАУ. – Уфа : Башкирский ГАУ, 2009. – С. 35–36.

**ПЛАСТИКОВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ БЕРЕГОВОЙ ЛИНИИ И  
ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА НА  
АКВАТОРИЯХ БАРЕНЦЕВА И БЕЛОГО МОРЕЙ:  
КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ, РИСКИ ДЛЯ ЖИВЫХ  
ОРГАНИЗМОВ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЛИКВИДАЦИИ**

*Ильина О.В.<sup>1</sup>, Рак А.Н.<sup>1</sup>, Полякова М.С.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Московский государственный университет  
имени М.В. Ломоносова», г. Москва, РФ

<sup>2</sup>ФГБУН «Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН»,  
г. Иркутск, РФ  
*marmak2017@yandex.ru*

По существующим оценкам, до 12,7 миллионов тонн пластиковых отходов поступает ежегодно в Мировой океан [3]. Пластиковые отходы аккумулируются в литоральных зонах и в донных отложениях, фрагментируются до состояния микропластика, оказывают широкий спектр воздействий на живые организмы. Ранее было показано значительное содержание микропластика в Баренцевом море [2].

Цель данной работы – обзор количественных показателей пластикового загрязнения береговой линии и прибрежной зоны Кольского полуострова на акваториях Баренцева и Белого морей, оценка возможного влияния пластика на живые организмы и перспектив очистки береговой линии от пластика.

Оценка пластикового загрязнения береговой линии производилась в ходе экспедиций 2019–2021 гг. на трех категориях участков: на открытом морском побережье, подверженном штормовым выбросам, в закрытых бухтах и в устьях рек. На каждой станции с фиксированными координатами вносились в базу данных пластиковые предметы с линейным размером более 2 см, расположенные в верхней литоральной и в супралиторальной зоне, фиксировались их размеры, вес и состав. Суммарно было обследовано 23 станции с суммарной протяженностью 3 151 м.

Максимальные концентрации пластикового загрязнения были получены на станциях открытого побережья Баренцева моря: до 24,7 единиц и до 6,95 кг в пересчете на метр береговой линии со средними показателями 18,9 ед./м и 3,71 кг/м. Для всех типов беломорских станций показатели были значительно ниже: до 4,8 ед./м и до 0,60 кг/м при средних показателях 0,6–1,3 ед./м и 0,07–0,15 кг/м. По составу в обеих выборках преобладали полиэтилен низкого давления, полипропилен, полиуретан и полистирол.

Ранее нами были получены крайне высокие показатели загрязнения поверхностных вод микропластиком в губе Опасова (Териберский полуостров, Баренцево море) [1], что предположительно связано со вторичным стоком микропластика с береговой линии.

В лабораторных условиях было проведено токсикологическое исследование по влиянию нескольких видов микропластика на жизненные показатели ракообразных *Daphnia magna*, являющихся традиционными тест-объектами. В экспериментах использовались частицы полиэтилена, полистирола и полиуретана с линейными размерами 0,02–0,40 мм. Микропластик был произведен из макрофрагментов, отобранных на супралиторали Баренцева моря (контактный микропластик), а также из фрагментов полимера из коммерческих источников (интактный микропластик) [4].

Было отмечено значимое увеличение средней плодовитости самок в группе контактного полистирола на 47 % по сравнению с контролем. В группе интактного полистирола изменения показателя статистически не отличались от контроля. При добавлении интактного полиуретана наблюдалась гибель всех особей *D. magna*, в то же время при добавлении контактного полиуретана и полиэтилена выживаемость сохранялась на уровне контроля. Контактный полиуретан и полиэтилен повышали трофическую активность дафний при кормлении хлореллой, но этот эффект при длительном наблюдении не вызвал изменения плодовитости и роста.

Ранее было показано ингибирование роста водоросли *Scenedesmus quadricauda* под воздействием аналогичных категорий микропластика [4].

Представленные результаты свидетельствуют о том, что микропластик способен оказывать воздействие на организмы разных трофических уровней, и эффекты зависят, в том числе, от химического состава и степени атмосферного состаривания полимера. Необходимо учитывать, что в описанных экспериментах концентрации микропластика на несколько порядков превосходили даже максимальные концентрации, полученные нами для губы Опасова. Однако, учитывая неравномерность распределения пластика, локальные эффекты и малую изученность воздействия на организмы наименьших размерных фракций (нанопластика), токсикологические риски в естественной среде не могут быть исключены и требуют дальнейшего изучения.

Уборка пластиковых отходов с береговой линии технически сложна и экономически затратна в силу транспортной недоступности открытого побережья. В летний сезон 2022 г. проводился сбор, сортировка и вывоз берегового пластика на участке пос. Дальние Зеленцы – губа Порчниха Баренцева моря. Суммарно было собрано 2,5 тонны пластиковых отходов и очищено 2 км береговой линии в трех открытых морских бухтах. Только 2 % пластика (полиэтилен низкого давления и ПЭТ) имели надлежащее

качество и были направлены на переработку. Вырученная стоимость вторичного сырья составила 0,03 % от стоимости экспедиционного проекта. Еще 7 % собранного пластика (преимущественно промышленные сети и траловые буи) были направлены на повторное использование. Оставшиеся 91 % оказались непригодны для дальнейшего использования и были направлены на АО «Завод ТО ТБО» г. Мурманск.

Таким образом, побережье Баренцева моря имеет высокую степень пластикового загрязнения, которое, вероятно, способно оказывать локальное влияние на морскую биоту. Очистка береговой линии от пластика характеризуется высокой стоимостью и значительным экоследом. При поиске решений проблемы основное внимание должно быть уделено сокращению источников загрязнения и внедрению технологий экологичной утилизации на местах неперерабатываемых отходов, составляющих основную долю морского пластика.

### Список литературы

1. Ильина, О. В. Оценка пластикового загрязнения прибрежных вод и береговой линии Кольского полуострова: количественные показатели, состав и происхождение / О. В. Ильина, В. В. Ильинский // Дни Арктики в Санкт-Петербурге. – 2021 : материалы Международной научно-практической конференции (Санкт-Петербург, 25–26 ноября 2021 г.) – Санкт-Петербург : РГГМУ, 2021. – С. 200–206. – ISBN 978-5-86813-537-8.
2. Cózar, A. The Arctic Ocean as a dead end for floating plastics in the North Atlantic branch of the Thermohaline Circulation / A. Cózar, E. Martí, C. M. Duarte, J. García-de-Lomas, E. van Sebille, T. J. Ballatore, V. M. Eguíluz, I. J. González-Gordillo, M. L. Pedrotti, F. Echevarría, R. Troublè, X. Irigoien // Science Advances. – 2017. – Vol. 3, iss. 4. – P. 1–8. DOI: 10.1126/sciadv.1600582
3. Jambeck, J. R. Plastic waste inputs from land into the ocean / J. R. Jambeck, R. Geyer, C. Wilcox, T. R. Siegler, M. Perryman, A. Andrady // Science. – 2015. – Vol. 347. – P. 768–771. DOI: 10.1126/science.1260352.
4. Lazareva, A. M. Toxic effects of microplastics on culture *Scenedesmus quadricauda*: Interactions between microplastics and algae / A. M. Lazareva, V. I. Ipatova, O. V. Il'ina, D. A. Todorenko, D. N. Matorin, A. A. Baizhumanov // Moscow University Biological Sciences Bulletin. Seria 16 : Biology. – 2021. – Vol. 76, № 4. – P. 225–233. DOI: S0096392521040076

## **МИГРАЦИИ ДИКИХ ЖИВОТНЫХ КАК ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ УГРОЗА ЗАНОСА НОВЫХ ВИРУСОВ НА ТЕРРИТОРИЮ РОССИИ**

**Кононова Ю.В.**, канд. биол. наук,  
**Алексеев А.Ю.**, канд. биол. наук,  
**Шестопалов А.М.**, д-р биол. наук, проф.

Научно-исследовательский институт вирусологии ФГБНУ «Федеральный  
исследовательский центр фундаментальной и трансляционной медицины»,  
г. Новосибирск, РФ

*yuliakononova07@yandex.ru, ayalekseev@centercem.ru, shestopalov2@mail.ru*

Большинство вновь возникающих вирусных заболеваний человека (болезнь, вызванная вирусом Эбола, Крымская-Конго геморрагическая лихорадка, тяжелый острый респираторный синдром (SARS), ближневосточный респираторный синдром (MERS), коронавирусная инфекция 2019 г. (COVID-19), оспа обезьян и др.) имеют зоонозное происхождение. Как правило, вирусы-возбудители ассоциированы с определенными видами хозяев и переносчиков, и вызываемые ими вспышки или спорадические случаи заболеваний у людей регистрируются в пределах определенных территорий в границах ареалов видов-резервуаров. В то же время некоторые вирусы достаточно быстро и эффективно адаптируются к новым видам хозяев, включая человека, что делает возможным выход инфекции за пределы природного очага, а в некоторых случаях приводит к масштабному распространению инфекции на другие континенты (эболавироз Заир, вирус Зика, коронавирусы MERS-CoV и SARS-CoV-2). Таким образом, изучение природно-очаговых вирусных инфекций в контексте экологических связей возбудителя с популяциями основных хозяев и потенциальных переносчиков представляется актуальной проблемой.

Одним из эффективных путей распространения возбудителей зоонозных инфекций является миграция животных-хозяев. К наиболее значимым с точки зрения скорости и дальности распространения вирусных инфекций, относятся миграции, связанные с перелетами – в природе из позвоночных животных перелеты могут осуществлять птицы и рукокрылые.

Многие виды птиц (*Aves*) являются дальними мигрантами, т.е. участвующими в трансконтинентальных сезонных миграциях. Территорию России пересекают шесть из восьми описанных миграционных путей, они связывают нашу страну с Европой, Африкой, Австралией, Азией и Северной Америкой. Среди актуальных для здравоохранения и ветеринарии вирусов, ассоциированных с птицами – вирусы гриппа типа А, вирус Западного Нила, вирус болезни Ньюкасла. Птицы служат

резервуаром практически всех имеющихся вариантов вируса гриппа А и могут выступать источником заражения диких и домашних животных, человека. Вирусы гриппа, благодаря фрагментированному геному, могут образовывать реассортанты с разнообразными инфекционными свойствами. В связи с такой возможностью возникновения новых опасных вариантов вируса гриппа, интересен факт, установленный нами в ходе многолетних наблюдений за вирусом гриппа у диких птиц в азиатской части России. По нашим оценкам, до 10 % диких птиц являются носителями того или иного варианта вируса гриппа, включая высокопатогенные [1].

Помимо прямой передачи вирусов, птицы также могут переносить на большие расстояния инфицированных разными патогенами эктопаразитов, в частности, иксодовых клещей. Таким образом, возможна интродукция на новые территории вируса клещевого энцефалита, возбудителей клещевого боррелиоза и риккетсиозов из их природных очагов [2].

Рукокрылые (Chiroptera) являются вторым по численности отрядом млекопитающих после грызунов. Рукокрылые распространены повсеместно, за исключением полярных широт и высокогорий. Они способны преодолевать значительные расстояния, некоторые виды могут формировать многочисленные колонии и становиться частью синантропных биоценозов. По данным DBatVir (The database of bat-associated viruses), у представителей 196 видов рукокрылых в настоящее время идентифицированы свыше 4100 вирусов животных, относящихся к 23 вирусным семействам. Эти животные рассматриваются в качестве природного резервуара опасных для человека вирусов – филовирусов (Filoviridae), лиссавирусов (Rhabdoviridae, *Lyssavirus*), хенипавирусов (Paramyxoviridae, *Henipavirus*) и коронавирусов (Coronaviridae, *Alphacoronavirus*, *Betacoronavirus*). Особое внимание рукокрылым уделяется в настоящее время в связи с пандемией COVID-19, т.к. именно у летучих мышей вида *R. affinis* (Rhinolophidae) был идентифицирован генетический материал вируса, наиболее близкого к SARS-CoV-2.

На территории России встречаются около 40 видов рукокрылых, относящихся к семействам гладконосые (Vespertilionidae, наиболее многочисленное), подковоносые (Rhinolophidae, 4 вида), длиннокрылы (Miniopteridae, один вид) и складчатогубые (Molossidae, один вид). К сожалению, исследований по миграциям этих животных на территории России очень мало. На протяжении XX в. изучение миграционных путей рукокрылых проводилось в основном в европейской части страны. Между тем, в современных реалиях рукокрылые в России могут представлять эпидемиологическую значимость как потенциальные хозяева возбудителей актуальных инфекций. Так, в 2020 г. у большого подковоноса (*R. ferrumequinum*) и малого подковоноса (*R. hipposideros*), отловленных в окрестностях г. Сочи, были идентифицированы фрагменты генома SARS-

подобного коронавируса [3]. С эктопаразитами рукокрылых ассоциированы различные патогенные для человека и животных вирусы и бактерии [4], которые могут быть перенесены во время миграции вместе с хозяевами на новые территории. Так, в Венгрии у иксодовых клещей *I. simplex* и мух-кровососок *N. schmidlii*, собранных с обыкновенных длиннокрылов (*M. schreibersii*), инфицированных филовиром Лловиу, также была обнаружена РНК этого вируса [5]. Этот вид летучих мышей встречается на юге России, в связи с чем необходимо наблюдение за его популяцией и мониторинг на наличие опасных и потенциально опасных вирусов.

Для снижения актуальных и потенциальных эпидемиологических и других биологических рисков, предотвращения негативных сценариев развития эпизоотий и пандемий новых инфекций, в том числе зоонозных, необходимо повышение уровня фундаментальных знаний об особенностях экологии вирусных патогенов и связанных с ними природных естественных резервуаров, системе функциональных связей, обеспечивающих циркуляцию таких патогенов в природных резервуарах и возможности смены хозяина при определенных условиях.

#### Список литературы

1. Highly pathogenic avian influenza A(H5N8) virus clade 2.3.4.4B, Western Sibeia, Russia, 2020 / I. Sobolev, K. Sharshov, N. Dubovitskiy [et al.] // Emerging Infectious Diseases. – 2021. – Vol. 27, N. 8. – P. 2224–2227. DOI: 10.3201/eid2708.204969
2. Участие птиц в поддержании клещевых инфекций в томском антропоургическом очаге / Н. С. Москвитина, И. Г. Коробицын, О. Ю. Тютеньков [и др.] // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. – 2014. – № 4. – С. 408. DOI: 10.7868/S0002332914040092
3. SARS-like Coronaviruses in Horseshoe Bats (*Rhinolophus* spp.) in Russia, 2020 / S. Alkhovsky, S. Lenshin, A. Romashin [et al.] // Viruses. – 2022. – Vol. 14, N. 1. – P. 113. DOI: 10.3390/v14010113
4. Орлова, М. В. Возбудители инфекционных заболеваний, ассоциированные со специфичными эктопаразитами рукокрылых (Chiroptera) (обзор литературных данных) / М. В. Орлова, Ю. В. Кононова // Паразитология. – 2018. – Т. 52, № 2. – С. 137–153.
5. Isolation of infectious Lloviu virus from Schreiber's bats in Hungary / G. Kemenesi, G. E. Tóth, M. Mayora-Neto [et al.] // Nature Communications. – 2022. – Vol. 13, N 1. – P. 1706. DOI: 10.1038/s41467-022-29298-1



## КРОВСОСУЩИЕ НАСЕКОМЫЕ ДОНБАССА И ИХ РОЛЬ В РАСПРОСТРАНЕНИИ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ПРИРОДНО- ОЧАГОВЫХ БОЛЕЗНЕЙ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

*Маслодудова Е.Н.*, канд. биол. наук, доц.

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

*k.maslodudova@donnu.ru*

Кровососущие насекомые в момент кровососания способны передавать бактерий – возбудителей сибирской язвы, туляремии, чумы; вирусов – лихорадки Денге, желтой лихорадки, обезьяньей оспы; простейших – малярийного плазмодия, амебиаза (неглерии), токсоплазмоза; гельминтов – дирофиляриоза, шистозоматоза. Не исключено, что названные патогены могут быть использованы в качестве биологических агентов при разработке биологического оружия в биологических лабораториях.

Экологические условия Донбасса – разнообразные ландшафты, климат, растительность благоприятствуют развитию и распространению кровососущих двукрылых. Общее количество их видов трудно назвать, так как ежегодно описываются новые виды и проводятся ревизии систематических групп. На кафедре зоологии и экологии Донецкого национального университета многие десятилетия, начиная с 1965 года, проводились научные исследования по изучению фауны, биологии, распространению кровососущих насекомых. Собрана коллекция, сведения о распространении в пространстве и во времени кровососов местной фауны.

Семейство Комары – Culicidae. Комары передают при кровососании возбудителей более 50 видов вирусных инфекций и паразитарных инвазий. Наиболее вредоносны комары рода *Aedes*, *Culex*, *Anopheles*. На территории Донбасса массовых видов определено более 20.

Виды рода *Aedes* (*A. flavescens* Mull., *A. caspius caspius* Pall., *A. communis* Deg., *A. cinereus* Meig., *A. dorsalis* Mg.) известны в литературе как переносчики туляремии, японского энцефалита, вируса желтой лихорадки, лихорадки Денге [1].

Род *Culex* – *C. pipiens pipiens* L., *C. pipiens molestus* Forsk, *C. molestus* Fiel. Виды этого рода переносят микрофилярий, возбудителей дирофиляриоза, от собак к человеку. В последние годы в Донбассе это заболевание регистрируется.

Род *Anopheles* – *A. maculipennis* Mg. передает возбудителей четырех видов малярийного плазмодия.

Семейство Мокрецы – Ceratopogonidae. Выявлено более 20 видов. Из них широко распространены три рода – *Culicoides*, *Leptoconops*,

*Forcipomia*. Наиболее значимый род *Culicoides* представлен видами: *C. pulicaris* L., *C. punctatus* Mg., *C. obsoletus* Mg., *C. fascipennis* Staeg., *C. simulator* Edw. Мокрецы распространяют возбудителей туляремии, фильтрующиеся вирусы, онхоцеркоз крупного рогатого скота, африканской чумы лошадей, болезни «синий язык» у овец.

Семейство Мошки – Simuliidae. На территории Донбасса представлены массовыми видами – *Odagmia ornata* (Meig., 1818), *Boophthora erythrocephala* (De Geer, 1776), *Simulium nolleri* (Fried, 1920), *Eusimulium aureum* (Fries, 1824), *Wilhelmia mediterranea* (Puri), *Nevermania angustitarsis* Lund. Мошки отмечены как механические переносчики особо опасных инвазий, таких как туляремия, сибирская язва. Кроме того, они являются специфическими переносчиками онхоцеркоза человека и крупного рогатого скота.

Семейство Слепни – Tabanidae. Самые крупные из кровососущих двукрылых насекомых. Выявлены роды: *Tabanus*, *Hybomitra*, *Chrysops*, *Haematopota*. Род *Tabanus* – *T. bromius bromius* L., *T. bovinus* L., *T. autumnalis* L. Род *Hybomitra* – *H. solstitialis* Schin., *H. pluvialis* L. Род *Chrysops* – *Ch. caecutiens* L., *Ch. pictus* Mg., *Ch. relictus* Mg., *Ch. nigripes* Ztt., *Ch. rufipes* Mg. Слепни известны как механические переносчики бацилл сибирской язвы (*Anthrax*), возбудителей туляремии, бруцеллеза, лептоспироза, трипаносомоза. Опасность этих двукрылых в том, что они могут сосать кровь с зараженных трупов, таким образом, распространяя инвазии.

Учитывая роль кровососущих насекомых в циркуляции бактерий, вирусов, простейших, гельминтов в природных очагах заболеваний, необходимо проводить системное обследование мест их выплода, укрытий, зимовок, детальное изучение преимагинальных стадий, накопление сведений об изменении фауны, численности видов, анализ причин, регулирующих особенности распространения.

В связи с изменением климата, повышенной миграцией людей в настоящее время, нельзя исключить возможность появления несвойственных патогенов для нашей территории. Поэтому все вышесказанное относится к предупредительным мерам по охране здоровья человека и животных.

### Список литературы

1. Павловский, Е. Н. Руководство по паразитологии человека / Е. Н. Павловский. – Москва, Ленинград : Издательство АН СССР, 1948. – 1016 с.

## РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ЦИСТНОГО ЭХИНОКОККОЗА В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН

*Муллаярова И.Р.*, канд. вет. наук, доц.

ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет», г. Уфа, РФ  
*mullayarovairina@mail.ru*

Личиночный эхинококкоз сельскохозяйственных животных и людей относится к тяжело протекающим паразитарным болезням, характеризуется поражением многих органов и систем. Экономический ущерб складывается из недополучения продукции от животных, выбраковки органов, снижения племенной ценности, падежа, вынужденного убоя и затрат на проведение лечебных и профилактических мероприятий. У людей часто приводит к инвалидности и даже гибели больных, поэтому имеет серьезное медицинское, социальное и ветеринарное значение по всему земному шару. Наиболее полные сведения об эхинококкозах и гидатидозах опубликованы рядом ученых [1–4].

Цель работы – установить степень зараженности сельскохозяйственных животных ларвальным цестодозом для разработки плана мероприятий, предотвращающих распространение эхинококкоза в природе.

Материалом для анализа послужили отчетные данные Управления ветеринарии РБ и результаты собственных исследований продуктов убоя на мясоперерабатывающих предприятиях и убойных пунктах за 3 года (с 2019 по 2021 гг.). Диагностику ларвального эхинококкоза у сельскохозяйственных животных проводили путем посмертных исследований туш и внутренних органов на предприятиях по убою сельскохозяйственных животных и на рынках ветеринарно-санитарной экспертизы в нескольких административных районах и городах республики Башкортостан. На наличие эхинококковых пузырей визуально и методом глубокой пальпации исследовали внутренние органы: печень, легкие, селезенку, почки и другие органы. Была необходимость дифференциации эхинококкоза от различных новообразований в этих органах и альвеококкоза.

Размеры эхинококков были разнообразные, колебались от небольшой горошины до 10 см, в форме шаров, наполненных прозрачной, слегка опалесцирующей жидкостью, снаружи покрыты плотной соединительно-тканной оболочкой, на внутренней оболочке и в жидкости много сколексов и протосколексов. Эхинококкусные пузыри дифференцировали от альвеококкусных.

При проведении ветеринарно-санитарной экспертизы продуктов убоя животных на различных предприятиях по убою, переработке и

производству животноводческой продукции, а также с учетом анализа данных ветеринарной отчетности по районам выяснили, что наиболее часто ларвальный эхинококкоз животных был зарегистрирован в Кармаскалинском и Зилаирском районах, представляющих центральную и южную части республики. В Учалинском и Аскинском районах степень заражения варьировала в пределах 4–5 % (табл.).

Таблица

Количество выявленных случаев эхинококкоза в районах

Вид туши	Районы			
	Аскинский	Кармаскалинский	Зилаирский	Учалинский
Говядина	102/3,20	320/8,5	185/4,2	145/3,6
Баранина	124/5,34	165/6,2	252/7,4	166/6,1
Свинина	235/4,4	388/5,2	322/7,2	156/4,6
<b>Всего</b>	<b>461/4,24</b>	<b>873/6,63</b>	<b>559/6,26</b>	<b>467/4,7</b>

Во всех исследованных районах наиболее чаще эхинококкоз был выявлен во внутренних органах мелкого рогатого скота. Возможно, это связано тем, что овец выпасают в летний период и для удобства их пастьбы используют пастушьих собак. Крупный рогатый скот также подвергается заражению эхинококкозом ввиду совместной пастьбы с овцами. Во внутренних органах свиней, выращенных в промышленных условиях без выгула, эхинококкоз практически не выявляется. В случае убоя свиней, выращенных подворно, в частных индивидуальных хозяйствах максимально личиночный эхинококкоз был установлен в Зилаирском районе (экстенсивность инвазии составила 7,2 % от числа всей исследованной свинины).

Чаще всего эхинококковые пузыри обнаруживаются в печени (55,63 %), меньше выявляли в легких (38,45 %), единичные случаи в почках, селезенке и на ребрах (5,92 %).

При определении интенсивности инвазии была выявлена закономерность количества пузырей к размерам. При высокой интенсивности инвазии размеры цист были небольшие, диаметр составлял от 0,5 см до 7–8 см. Единичные пузыри, особенно в легочной ткани, были размером с кулак взрослого человека.

Анализируя ветеринарную отчетность районов по годам, существенных колебаний по числу выявленного эхинококкоза не отметили.

**Заключение.** В результате проведенных исследований выяснили, что эхинококкоз ларвальный регистрируются в различных районах Республики Башкортостан, при этом максимальное количество обнаружено в Кармаскалинском и Зилаирском районах. Среди сельскохозяйственных животных наиболее чаще заражению подвержен

мелкий рогатый скот. Свиньи заражаются исключительно в случае подворного выращивания, где не исключен контакт с дефинитивным хозяином – собакой. Данные исследования по распространению ларвального цестодоза предполагают возможность контроля ситуации по болезням животных и человека, что показывает значимость данной проблемы.

### Список литературы

1. Казанина, М. А. Распространенность гельминтозов у сельскохозяйственных животных / М. А. Казанина, И. Р. Муллаярова // Актуальные вопросы патологии, морфологии и терапии животных : Материалы 20-й национальной научно-практической конференции с международным участием по патологической анатомии животных. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Федеральное Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный аграрный университет». – 2020. – С. 130–134.
2. Муллаярова, И. Р. Анализ распространенности эхинококкоза животных / И. Р. Муллаярова // Приоритетные направления развития сельскохозяйственной науки и практики в АПК : Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. В 3-х томах. – пос. Персиановский, 2021. – С. 78–81.
3. Муллаярова, И. Р. Пути диагностики ассоциативных паразитозов кур / И. Р. Муллаярова // Современные достижения ветеринарной медицины и биологии – в сельскохозяйственное производство : Материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 100-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки РСФСР и Башкирской АССР, доктора ветеринарных наук, профессора Хамита Валеевича Аюпова (1914–1987 гг.) (Уфа, 21–22 февраля 2014 года). – Уфа : Башкирский государственный аграрный университет, 2014. – С. 87–89.
4. Хазиев, Г. З. Распространенность гельминто-зооантропонозов в Республике Башкортостан / Г. З. Хазиев, К. С. Кутбангалеев, В. С. Буранбаев // Современные вопросы ветеринарной медицины и биологии : Сборник научных трудов по материалам Первой Международной конференции «70 лет Башкирскому государственному аграрному университету». – Уфа : Башкирский государственный аграрный университет, 2000. – С. 312–313.

## МЕЖВИДОВЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ТРЕХ ВИДОВ ОС-ПОЛИСТОВ (HYMENOPTERA: VESPIDAE: POLISTES)

**Оголь И.Н.**

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, РФ  
ylyaogol@mail.ru

В ходе комплексного изучения биологии трех видов ос: *Polistes gallicus* (Linnaeus, 1767), *Polistes dominula* (Christ, 1791), *Polistes nimpha* (Christ, 1791), проводимого автором с 2003 по 2021 гг. в г. Донецке, проанализированы случаи взаимодействия между ними. Особи разных видов ос-полистов встречались между собой в следующих ситуациях:

1. Сбор белковой пищи. В природе наблюдали лишь несколько случаев охоты и разделки добычи осами *P. gallicus* и *P. dominula*, в каждом из которых участвовала только одна оса. Однако при содержании в инсектариях групп самок-основательниц всех трех изучаемых видов между ними отмечены многочисленные случаи взаимодействий, начинавшихся после того, как одна из самок убивала добычу (гусеницу бабочки). Выделено три их формы: а) миролюбивый раздел добычи между 2–4 особями разных видов в процессе малаксации тела жертвы; б) агрессивное отнятие одной осой пищевого комка у другой (*P. dominula* и *P. nimpha* отнимали добычу *P. gallicus*, пользуясь преимуществом в размерах тела); в) сбор одной осой неиспользованных остатков жертвы другой осы (отмечен для всех трех видов в любых комбинациях).

2. Сбор углеводной пищи. Репродуктивные особи обоих полов *P. dominula* и *P. nimpha* на ограниченных источниках пищи (например, на одиноких цветущих растениях *Eryngium campestre* L., соцветиях *Heracleum sibiricum* L., единичных упавших грушах), нередко проявляли ярко выраженную внутри- и межвидовую агрессию в отношении конкурентов, прогоняя их ударами мандибул. Уступающие им в размерах *P. gallicus* в подобных ситуациях, как правило, оказывались полностью вытесненными. Следует отметить, что *P. dominula*, гнездящиеся в изучаемом регионе почти исключительно в городских кварталах, в летне-осенний период в поисках углеводной пищи массово мигрируют на расстояние до 2 км и вторгаются на участки гнездования *P. nimpha* и *P. gallicus*, расположенные на степных склонах балок, оказывая на последних выраженное конкурентное давление.

3. Водопой. В отличие от сбора пищи, при сборе воды осы-полисты никогда не проявляли меж- или внутривидовой агрессии, а, как правило, полностью игнорировали друг друга, даже в случаях, когда их концентрация на источнике воды была столь высока, что приводила к

тесному физическому контакту. Также, на водопое не наблюдали каких-либо проявлений социальных контактов. Отмечен лишь один случай межвидового взаимодействия на роднике – безуспешная попытка спаривания самца *P. gallicus* с самкой *P. nimpha*.

4. Зимовка. Отмечено множество случаев зимовки ос-полистов под отстающей корой мертвых деревьев тесными двух- и трехвидовыми группами. Серия лабораторных экспериментов показала, что репродуктивные самки всех трех изучаемых видов на зиму предпочитают собираться в плотный клубок, при этом одинаково охотно сближаются с особями как своего, так и других видов.

5. Узурпация гнезд и формирование смешанных семей. В природе отмечено всего два случая межвидовой узурпации гнезд. Оба они произошли в мае 2019 г., когда два гнезда *P. nimpha*, построенные на побегах растений на склоне степной балки, были узурпированы самками *P. dominula* с изгнанием основательниц и полным уничтожением их расплода. В итоге в обоих гнездах были выведены рабочие особи *P. dominula*. Впоследствии одна семья была уничтожена шершнем (*Vespa crabro* L.), а вторая успешно завершила развитие, произведя репродуктивных особей *P. dominula* обоих полов. Интересно, что в данных случаях направление узурпации было диаметрально противоположно отмеченному Cervo et al. [1], которые, наоборот, наблюдали исключительно узурпацию гнезд *P. dominula* самками *P. nimpha*.

В лабораторных условиях был проведен ряд экспериментов по искусственному формированию семей из особей разных видов ос-полистов. Так, в мае 2005 г. в инсектарий было помещено собранное в природе гнездо *P. nimpha* вместе с его основательницей, содержащее яйца и личинок 1-го возраста, а рядом с ним – гнездо *P. dominula*, лишённое основательницы, содержащее личинок 2–4-го возрастов. В течение последующей недели самка *P. nimpha*, поочередно находилась на обоих гнездах, и кормила как собственных личинок, так и чужих. Затем она постепенно убила всех собственных личинок и скормила их тела приемным, из которых вырастила рабочих особей. В результате возникла смешанная нормально функционирующая семья. Все репродуктивные особи, выращенные в ней позднее (3 самки), принадлежали к *P. nimpha*.

В апреле 2019 г. в инсектарий были помещены две перезимовавшие самки (*P. dominula* и *P. gallicus*), которые получали углеводное и белковое питание ad libitum. 22 мая туда же помещено собранное в природе гнездо *P. gallicus* без имагинального населения, состоящее из 34 ячеек, вмещающих 8 яиц и 3 личинок 3-го возраста (гнездо № 1). Вскоре его заняла самка *P. gallicus*, приступившая к заботе о приемном потомстве и откладке собственных яиц. 12 июня она найдена мертвой под гнездом, а на нем отмечена самка *P. dominula*. Она продолжила заботу о расплоде, для

чего ей пришлось расширить апертуры ячеек, до того бывшие слишком узкими для головы осы этого вида. 14 и 20 июня из гнезда вышли две рабочие особи *P. gallicus*, встреченные узурпаторшей миролюбиво. Но большая часть расплода данного вида впоследствии, все же, была уничтожена ею и заменена собственным. 20 июня в тот же инсектарий помещено гнездо *P. nimpha* без имагинального населения и открытого расплода, но с 3 куколками (гнездо № 2). 22–27 июня из него вышли 3 рабочие и переместились на гнездо № 1. В результате возникла семья, состоящая из 3 видов ос-полистов. Данная семья, однако, была неполноценной: в ней отсутствовала нормальная иерархическая структура, и происходило систематическое уничтожение покрытого расплода *P. dominula* особями *P. gallicus*. Только после насильственного удаления нами последних, семья продолжила нормальное развитие как семья *P. dominula* (все имаго *P. nimpha* постепенно покинули гнездо самостоятельно, не попытавшись оставить потомство).

Таким образом, изучаемые виды ос-полистов демонстрируют высокую пластичность поведения, приводящую к различным формам межвидового взаимодействия, включая формирование смешанных семей, которые, однако, не всегда являются стабильными. Подобные временные смешанные семьи отмечены в литературе и для других видов ос данного рода [2].

### Список литературы

1. Cervo, R. Social parasitism of *Polistes dominulus* by *Polistes nimphus* (Hymenoptera, Vespidae) / R. Cervo, C. Stemmer, W. Castle, D. Queller, J. E. Strassmann // *Insectes Sociaux*. – 2004. – Vol. 51, № 2. – P. 101–108.
2. Hunt, J. H. Interspecific adoption of orphaned nests by *Polistes* paper wasps (Hymenoptera: Vespidae) / J. H. Hunt // *Journal of Hymenoptera Research*. – 2009. – Vol. 18, № 2. – P. 136–139.



## МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПАУКОВ СЕМЕЙСТВА THERAPHOSIDAE (ARANEI) В СВЯЗИ С ОБРАЗОМ ЖИЗНИ

*Прокопенко Е.В.*, канд. биол. наук, доц., *Ильина Д.А.*  
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, РФ  
*helen\_procop@mail.ru*

Семейство пауков-птицеедов Theraphosidae включает на настоящий момент более тысячи видов [1], населяющих все континенты, кроме Антарктиды, хотя наибольшее видовое разнообразие отмечено в тропических лесах Южной Америки и Австралии. По образу жизни этих пауков делят на три основных группы: норные, древесные и наземные, что находит отражение, как в морфологических особенностях, так и в поведенческих реакциях. Кроме того, ряд видов приспособлен к обитанию в нескольких ярусах биотопа, например, в норах и на поверхности почвы, в листовом опаде. Возникает вопрос: какие морфологические особенности характеризуют отдельные жизненные формы птицеедов и что присуще видам со «смешанным» (норно-наземным) образом жизни?

Материалом для настоящей работы послужили исследования второго автора, проведенные на пауках птицеедах, содержащихся в домашних условиях. Всего было изучено 50 личиночных экзувиев, от 10 половозрелых самок из 10 родов, относящихся к различным жизненным формам.

Норные птицееды, особенно характерные для регионов с более суровым и сухим климатом, роют разветвленные норы, глубина которых может достигать до нескольких метров. Пауки используют их для защиты от хищников и как место засады, где поджидают добычу. Виды, относящиеся к облигатным норникам, выстилают стенки норы паутиной, которая одновременно защищает ее от разрушения и помогает сохранять более прохладный и влажный микроклимат, чем на поверхности почвы. Другие виды – оппортунистические норники, находят убежище от неблагоприятных условий в норах, созданных другими животными, или в естественных расщелинах и дуплах деревьев. Норные птицееды обычно не имеют яркой окраски и отличаются высокой агрессивностью и токсичностью яда. Основными морфологическими особенностями этой жизненной формы являются: соотношение длины тела к длине ног, равное 0,37–0,38 (крупное тело, короткие ноги), малая поверхность скопулы на лапках и предлапках (в среднем около 64 % длины члеников), большая плотность скопулярных волосков, скудное оволосение тела и конечностей, равномерное распределение опушения по всей поверхности тела, преобладание осязательных волосков над телесными, отсутствие стрекательных волосков.

Некоторые терафозиды тропических районов Южной Америки и Африки приспособились к образу жизни в кронах высоких деревьев, где прядут трубкообразное паутинное гнездо. Их основными морфологическими особенностями являются: соотношение длины тела к длине ног, равное 0,34 (небольшое тело, длинные ноги), наибольшая площадь очень плотной скопулы (84 % длины члеников), неравномерное расположение телесных волосков, преимущественно покрывающих медиальные стороны члеников, значительное количество равномерно расположенных осязательных волосков, отсутствие стрекательных волосков. Их конечности имеют уплощенные вентральные поверхности для увеличения площади соприкосновения с ветками, по которым передвигаются пауки. Эти особенности строения позволяют им легко подниматься даже по отвесным поверхностям и защищают от падений.

Наземные терафозиды, приспособившиеся к жизни на поверхности субстрата, в подавляющем большинстве ведут ночной образ жизни, а днем предпочитают прятаться в расщелинах камней, густой траве, трещинах почвы, под листовым опадом, упавшими ветвями, обычно слабоядовиты. Их основными морфологическими особенностями являются: соотношение длины тела к длине ног, равное 0,35, хорошая выраженность осязательных волосков, покрывающих всю поверхность ноги, незначительное количество телесных волосков, равномерно распределенных по всей поверхности ходильной ноги, достаточно редкое расположение скопулярных волосков, наличие на абдомене стрекательных волосков, оказывающих сильное раздражающее влияние на покровы млекопитающих.

В ходе наблюдения за образом жизни пауков-птицеедов в террариуме, было отмечено, что некоторые виды нельзя отнести к определенному типу обитания. Так, одна из наблюдаемых самок *Harpalopus sp. columbia gross* жила на поверхности субстрата, что свойственно для наземных птицеедов, две другие создавали глубокие тоннели, как норные виды, а еще две зарывались глубоко под субстрат непосредственно во время подготовки к линьке, а остальное время проводили на его поверхности. Подобная ситуация наблюдалась также у самок *Davus pentaloris*. Таким образом, исходя из особенностей поведения и образа жизни, такие виды могут быть отнесены к отдельной жизненной форме – переходной или смешанной, норно-наземной. Основными морфологическими особенностями этих птицеедов являются: соотношение длины тела к длине ног, равное 0,36, небольшая площадь скопулярной поверхности, очень плотная скопула, малое количество телесных и осязательных волосков, равномерно распределённых по поверхности ноги, наличие на задней части абдомена пятна стрекательных волосков, их слабое раздражающее влияние на кожные покровы млекопитающих.

Таким образом, характерными особенностями, которые позволяют различать пауков-птицеедов рассмотренных жизненных форм, являются:

соотношение длины тела и ходильных ног, площадь скопулярной поверхности, плотность скопулы, характер оволосения тела и конечностей, наличие защитных стрекательных волосков (табл.).

Таблица

Диагностические признаки групп птицеедов по образу жизни

Тип	Соотношение длины тела и длины ног	Стрекательные волоски	Скопула	Площадь скопулы, %	Оволосение тела и конечностей
Наземный тип	0,35	есть	более редкая	71	равномерное, осязательные волоски преобладают над телесными
Древесный тип	0,34	нет	плотная	84	наблюдается скопление телесных волосков на медиальных поверхностях лап, телесные и осязательные волоски развиты одинаково
Норный тип	0,37–0,38	нет	плотная	64	осязательных волосков больше чем телесных, они равномерно распределены по поверхности тела и ног
Норно-наземный тип	0,36	есть	более редкая	66	осязательных волосков больше чем телесных, они равномерно распределены по поверхности тела и ног

### Список литературы

1. World Spider Catalog (2022). World Spider Catalog. Version 23.0. Natural History Museum Bern, online at <http://wsc.nmbe.ch>, accessed on {date of access 14.05.2022}. DOI: 10.24436/2

## МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МОШЕК РОДА *WILHELMIA* END. (DIPTERA, SIMULIIDAE)

*Рева М.В.*, канд. биол. наук, доц., *Рупна А.В.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, РФ  
*mvreva@mail.ru*

Семейство Simuliidae относятся к отряду Двукрылые (Diptera). Большинство мошек семейства Simuliidae представлены кровососами человека и домашних животных [1]. Отдельные виды встречаются преимущественно на тех или иных хозяевах, причем на определенных участках тела (например, *Wilhelmia equine* L. – на лошади, преимущественно в ее ушах). Укусы мошек болезненны, а слюна сильно ядовита.

Кроме того, симулииды являются специфическими и неспецифическими переносчиками возбудителей ряда заболеваний человека, домашних животных и птиц, как в тропиках, так и в умеренных широтах [3].

К кровососущим видам относятся и мошки рода *Wilhelmia* End. Более злостными кровососами в Полесье и лесостепи являются *W. mediterranea* (8 % от всеобщего количества нападающих самок), *W. balcanica* (2–8 %), *W. equine* (5,3 %), *W. salopiensis* (до 3,6 %). Многочисленное нападение самок зафиксировано вдоль рек, которые являются местами их выплода [1, 2].

Однако, помимо вредоносного значения, личинки мошек рода *Wilhelmia* и личинки иных видов принимают участие в биологическом самоочищении водотоков, загрязненных шахтными и хозяйственно-бытовыми стоками; кроме того, служат пищей многообразным гидробионтам.

Цель работы – изучение морфологии и биологии мошек рода *Wilhelmia* на территории Донбасса.

Задачи: определить видовой состав мошек рода *Wilhelmia* Донбасса; обнаружить характерные признаки рода *Wilhelmia*; установить признаки, характеризующие отдельные виды рода *Wilhelmia*; изучить биологию преимагинальных фаз и взрослых мошек рода *Wilhelmia*.

Материалом для написания работы стали личные сборы и наблюдения за мошками семейства Simuliidae, микропрепараты симулиид, хранящиеся в коллекции кафедры зоологии и экологии ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет» и литературные данные.

Сбор и наблюдения за мошками семейства Simuliidae водоемов Донбасса дали возможность определить видовой состав рода *Wilhelmia* и изучить отдельные вопросы их биологии и экологии.

Для выявления преимагинальных фаз мошек были исследованы городские пруды г. Донецка, центральный парк им. Щербакова, р. Калиновая и Ольховая в с. Степановка Шахтерского района.

В результате исследований во втором городском пруду г. Донецка были найдены такие виды: *W. balcanica*, *W. mediterranea*, *W. salopiensis*, *W. tertia*; в парке им.Щербакова: *W. mediterranea* и *W. salopiensis*; в р. Ольховая с. Степановка Шахтерского района выявлены виды *W. angustifurca* и *W. secunda*; в р. Калиновая с. Степановка Шахтерского района найдены виды *W. balcanica* и *W. mediterranea*.

При сборе преимагинальных фаз мошек осуществляли регистрацию погодных условий, температуры воды и воздуха. Скорость течения устанавливали методом «поплавок».

Сбор, камеральную обработку материала, изготовление микропрепаратов и изучение отдельных вопросов по биологии мошек осуществляли по общепринятым методикам И.А. Рубцова, З.В. Усовой.

Камеральную обработку материала и изготовление микропрепаратов проводили с помощью микроскопа МБС-3. Всего было сделано 125 микропрепаратов.

Рисунки отдельных видов выполняли при помощи микроскопа МБР-1 и рисовального аппарата РА-6. Всего было изготовлено 80 рисунков отдельных морфологических структур симулиид и изучено 165 рисунков из коллекции кафедры зоологии и экологии.

Систематическому анализу было подвергнуто больше 25 модальностей морфологических признаков мошек: форма лба и лица самок мошек, характер опушения лба и лица, строение спинки имаго (рисунок, опушение), строение конечностей, строение коготка у самок, строение гениталий имаго (вилочки, генитальных пластинок, базистернума, анальных пластинок и церок у самок, а еще гонококсита, гоностерна, гоноподитов у самцов мошек; рисунок на лобном склерите личинок, строение субментума, строение вентрального выреза, строение хитиновой рамы и задней присоски личинки, форма коккона куколки, характер хетотаксии, вид дыхательного органа куколки.

С этой целью было проанализировано более 40 препаратов каждого вида мошек рода *Wilhelmia*, населяющих территорию Донбасса.

В результате исследований в водоемах Донбасса найдено 6 видов мошек рода *Wilhelmia*: *W. angustifurca* Rubzov, 1956, *W. balcanica* Enderlein, 1924, *W. mediterranea* Puri, 1925, *W. salopiensis* Edwards, 1927, *W. secunda* Baranov, 1926, *W. tertia* Baranov, 1926.

В результате личных изучений и анализа литературных данных собран диагноз характерных признаков рода *Wilhelmia*. К таким признакам относятся: общий вид гоностилей, гоностерна, гонофурки, число шипов в парамерах у самцов; широкая форма лба, покрытого сероватыми волосками у самок, щупик по длине превосходящий усик; наличие 3-х

темных продольных полосок на спинке; коготок простой формы; вытянутые задние концы генитальных пластинок; расширенные в дистальной части ветви вилочки; крупные предвершинные зубцы мандибул личинок; расширенный передний край субментума; задний прикрепительный орган с обширным кольцом крючьев: 90–120 рядов по 20–30 крючьев в каждом; в дыхательном органе куколок 4–8 нитей, 2 нити (верхняя и нижняя) значительно толще остальных, другие 2–6 направлены вперед; плохо выявленные каудальные шипы на конце брюшка куколки; кокон башмаковидный, с длинным целостным воротником.

Такие признаки, как опушение лба и лица, форма лаутерборнова органа, строение вилочки, форма анальных пластинок и церок являются надежными видовыми признаками, а их строение уникально для каждого вида.

Таким образом, морфологические признаки нужно использовать в комплексе с учетом уровня их диагностической значимости.

В результате изучения биологии преимагинальных фаз и взрослых мошек рода *Wilhelmia* установлено, что местами вытлода личинок мошек служат проточные водоемы со скоростью течения 0,3–1,0 м/с глубиной до 0,5 м, хорошо прогреваемые, с температурой воды в летний период до 27–28 °С.

В районе наших исследований в фазе яйца зимуют 2 вида (*W. secunda*, *W. tertia*); в фазе личинки зимуют 3 вида (*W. mediterranea*, *W. salopiensis*, *W. angustifurca*); в фазе яйца и личинки зимует 1 вид (*W. balcanica*). Вылупление личинок из яиц у этих видов зависит от погодных условий. Виды имеют от 1 до 5 генераций в году. Лёт мошек длится в течение 7 месяцев (с конца марта по конец сентября). Все найденные виды представлены кровососами.

### Список литературы

1. Каплич, В. М. Фауна и экология мошек Полесья / В. М. Каплич, З. В. Усова, Е. Б. Сухомлин, М. В. Скуловец. – Минск : Урожай, 1992. – 264 с.
2. Рубцов, И. А. Фауна СССР. Насекомые двукрылые. Мошки (Simuliidae) / И. А. Рубцов. – Москва, Ленинград : Зоологический институт АН СССР, 1956. – Т. 6, вып. 6. – 806 с.
3. Усова, З. В. Фауна мошек Карелии и Мурманской области / З. В. Усова. – Москва, Ленинград : Издательство АН СССР, 1961. – 286 с.

## МОШКИ РОДА *EUSIMULIUM* ROUBAUD, 1906 ДОНБАССА

**Рева М.В.**, канд. биол. наук, доц., **Шкиренко А.О.**  
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, РФ  
*mvreva@mail.ru*

Мошки (Diptera, Simuliidae) – это мелкие (длина тела 2–6 мм), коренастые, в большинстве кровососущие длинноусые двукрылые.

Цель работы – установление видового состава и изучение биологии мошек рода *Eusimulium* Roubaud на территории Донбасса.

Материалом для написания работы послужили собственные сборы и наблюдения за симулидами на территории Донбасса, микропрепараты мошек, хранящиеся в коллекции кафедры зоологии и экологии Донецкого национального университета, и литературные данные.

Морфологическое изучение, изготовление микропрепаратов мошек и изучение биологии проводили по общепринятым методикам И.А. Рубцова [3] и З.В. Усовой [5].

Большинство мошек являются кровососами человека и животных. Кровососание у многих видов факультативно.

Ферменты слюны мошек очень ядовиты и могут вызывать тяжелую аллергическую реакцию – симулидотоксикоз [4].

Кроме того, все кровососущие мошки являются как неспецифическими переносчиками возбудителей ряда инфекционных заболеваний (сибирская язва, туляремия и т.д.), так и специфическими переносчиками, прежде всего, онхоцеркозов рогатого скота и северного оленя, а также ряда опасных заболеваний домашних птиц [1, 2].

Несмотря на вредоносное значение взрослых мошек, личинки принимают участие в самоочищении водотоков, служат пищей различным гидробионтам и играют важную роль в гидробиоценозах.

На основании собственных исследований и анализа литературных данных на территории Донбасса обнаружено 4 вида мошек рода *Eusimulium*: *Eusimulium aureum* (Fries, 1824), *Eusimulium krymense* Rubzov, 1956, *Eusimulium angustipes* (Edwards, 1915), *Eusimulium securiforme* Rubzov, 1956.

Встречаемость видов малочисленная, за исключением *E. securiforme*, – это многочисленный вид.

Места выплода мошек рода *Eusimulium* можно разделить на 3 типа.

1-й тип: малые реки. Этот тип водотоков имеет мутную воду и илистое дно. К таким рекам относят: р. Бычок, р. Соленая, р. Садки. Наиболее многочисленными видами весной являются *E. aureum* и *E. securiforme*.

2-й тип: ручьи родникового происхождения, протекающие в хвойных и смешанных лесах. Вода чистая. К таким водотокам относят: ручьи, впадающие в р. Северский Донец и р. Самара. Наиболее многочисленными видами являются *E. krymense*, *E. angustipes*.

3-й тип: родниковые ручьи открытых пространств, лугов и вытекающие из открытых заболоченностей. Вода чистая, дно илистое. К таким водотокам относят: ручьи, впадающие в реки Айдар, Красная, Лугань, Казенный Торец, Миус. Наиболее многочисленным видом является *E. securiforme*.

Следует добавить, что в реках, загрязненных промышленными, хозяйственными и химическими веществами, такими как, хлориды, фосфаты, соединения азотов и сульфатов, выплод мошек почти не возможен. Однако вид *E. angustipes* терпим к загрязнению воды сельскохозяйственными стоками.

Особого внимания заслуживает рассмотрение характера субстрата в водотоках в различные сезоны года. Зимующие личинки развиваются на нижней стороне листьев растений и камней. В период половодья субстратом являются ветви ив и кустарников, оказавшиеся затопленными. После половодья основным субстратом в течение лета оказывается водная макрофитная растительность.

Миграции личинок мошек связаны с резкими изменениями условий их обитания [3, 5]. У личинок мошек рода *Eusimulium* отмечается активная и пассивная миграции. Механизм активного перемещения личинок с помощью грудной «ноги» и паутиной нити (длиной 1–2 м) описан И.А. Рубцовым и З.В. Усовой. В поисках мест с оптимальными условиями личинки активно могут передвигаться как вниз по течению, так и против него.

Пассивные миграции личинок наблюдаются в периоды паводков, селевых потоков, в период резких нарушений физико-химических свойств воды.

По нашим наблюдениям, пассивные миграции наблюдаются в период пассивного весеннего половодья, из-за резких колебаний уровня, скорости и мутности воды.

Наименьшая миграционная способность характерна для личинок, развивающихся в затененных ручьях и малых реках.

Зимующие личинки перемещаются с быстрых неглубоких перекатов вглубь водотока на участках с более спокойным течением, что предохраняет их от сноса, промерзания и гибели в период ледохода.

Личинки, снесенные в загрязненные реки, как правило, погибают.

По характеру зимовки мошки рода *Eusimulium*, встречающиеся на территории Донбасса, делятся на 2 группы видов:

- 1) зимуют в фазе яйца (*E. aureum* и *E. securiforme*);
- 2) зимуют в фазе личинки (*E. krymense* и *E. angustipes*) [3–5].



Развитие мошек происходит при определенных погодных условиях, характерных для каждого вида. У вида *E. aureum* личинки отрождаются в апреле при температуре воды около 9 °С. У вида *E. krymense* – в январе при температуре воды 3–5 °С, они достигают 5–6 мм в длину. У вида *E. securiforme* первые личинки появляются в период спада воды после весеннего половодья (в конце марта – начале апреля) при температуре воды 10–12 °С. У вида *E. angustipes* их отрождение наблюдается в октябре – ноябре при температуре воды 5–8 °С.

Местами обитания мошек рода *Eusimulium* на территории Донбасса являются хорошо прогреваемые ручьи, родники и малые реки открытых пространств со скоростью течения 0,2–0,7 м/с. Субстратом служат листья опада, свисающая в воду растительность, предметы человеческой деятельности: пластиковые бутылки, жестяные банки и т.д.

Зимовка у видов *E. aureum* и *E. securiforme* проходит в фазе яйца, а у *E. krymense* и *E. angustipes* – в фазе личинки. Количество генераций варьирует от 1 до 3. Одна генерация в год у *E. krymense*, 2 – у *E. angustipes* и *E. securiforme*, 2–3 генерации у вида *E. aureum*.

Теплолюбивыми видами являются *E. aureum* и *E. securiforme*, а холодолюбивыми – *E. krymense* и *E. angustipes*.

*E. aureum* и *E. securiforme* являются кровососами птиц, животных и человека. У *E. krymense* и *E. angustipes* кровососание не зарегистрировано.

### Список литературы

1. Демьяненко, Г. Ф. Токсичность слюны мошек (сем. Simuliidae) для организма сельскохозяйственных животных / Г. Ф. Демьяненко // Труды института ветеринарии, санитарии и эктопаразитологии. – 1956. – № 12. – С. 91–104.
2. Рева, М. В. Морфологические особенности и систематический анализ мошек рода *Schoenbaueria* (Diptera, Simuliidae), встречающихся на Украине : Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук : специальность 03.00.09 / М. В. Рева. – Киев, 1994. – 21 с.
3. Рубцов, И. А. Мошки (Simuliidae) / Фауна СССР. Насекомые двукрылые / И. А. Рубцов. – Москва, Ленинград : Издательство АН СССР, 1956. – Т. 6, вып. 6. – 860 с.
4. Усова, З. В. Условия массового размножения кровососущих мошек (Diptera, Simuliidae) и случаи симулидотоксикоза в водоемах Северского Донца и его притоков / З. В. Усова, Р. Д. Семушин, А. В. Кузнецов // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. – 1983. – № 1. – С. 37–40.
5. Усова, З. В. Фауна мошек Карелии и Мурманской области / З. В. Усова. – Москва, Ленинград : Издательство АН СССР, 1961. – 286 с.

## ФАУНА И ЭКОЛОГИЯ СТРЕКОЗ (INSECTA: ODONATA) РЕСПУБЛИКАНСКОГО ЛАНДШАФТНОГО ПАРКА «ЗУЕВСКИЙ»

*Савченко Е.Ю., Стратийчук А.А.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, РФ  
*katrinsavchenko@mail.ru*

Отряд Стрекозы (Odonata) является одним из наиболее древних в классе насекомых, не только насчитывающий в мировой фауне более 6000 видов, но и имеющий большое практическое значение. Тем не менее, в настоящее время изученность одонатофауны остается крайне неравномерной в пределах разных районов исследования [1, 2].

Цель работы – изучить фауну и экологию стрекоз (Insecta: Odonata) Республиканского ландшафтного парка «Зуевский». В связи с поставленной целью были решены следующие задачи: выявлен видовой состав стрекоз РЛП «Зуевский», проанализирована таксономическая структура и биотопическое распределение, проведен анализ структуры экологических групп, изучена сезонная динамика стрекоз РЛП «Зуевский».

Основой для данной работы послужили личные сборы авторов, проведенные на территории РЛП «Зуевский», а также обработка материалов из фондов кафедры зоологии и экологии ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет» и анализ литературных источников. В качестве стационаров для сбора материала нами были выбраны окрестности 3-х водохранилищ, расположенные как на территории парка, так и находящиеся в непосредственной близости – Ольховское, Зуевское и Ханженковское. Также обследовалась территория вдоль рек Ольховка и Крынка. Сборы материала проводились во время полевого сезона (весна, лето, осень). В качестве основных методик сбора применялись энтомологический сачок, морилка, бумажные пакетики-«треугольники» с этикеткой.

Всего в результате исследований на территории РЛП «Зуевский» было выявлено 28 видов стрекоз, относящихся к 16 родам и 8 семействам. Преобладающими по числу видов являются семейства Coenagrionidae и Libellulidae, включающие по 7 видов. Самым большим количеством видов представлен род *Orthetrum* Newman, 1833 (4 вида) (табл.).

Наибольшее количество видов стрекоз было зарегистрировано на Ольховском водохранилище и р. Ольховка – по 14 видов, на территории р. Крынки – 8 видов, на Зуевском водохранилище – 6 видов и в Ханженковском водохранилище – 3 вида (рис. 1).

Таксономическая структура одонатофауны Республиканского ландшафтного парка «Зуевский»

№	Семейство	Родов	Видов
1	Calopterygidae	1	1
2	Lestidae	2	4
3	Platycnemididae	1	1
4	Coenagrionidae	4	7
5	Gomphidae	1	1
6	Aeshnidae	2	5
7	Corduliidae	2	2
8	Libellulidae	3	7
<b>Всего</b>		<b>16</b>	<b>28</b>

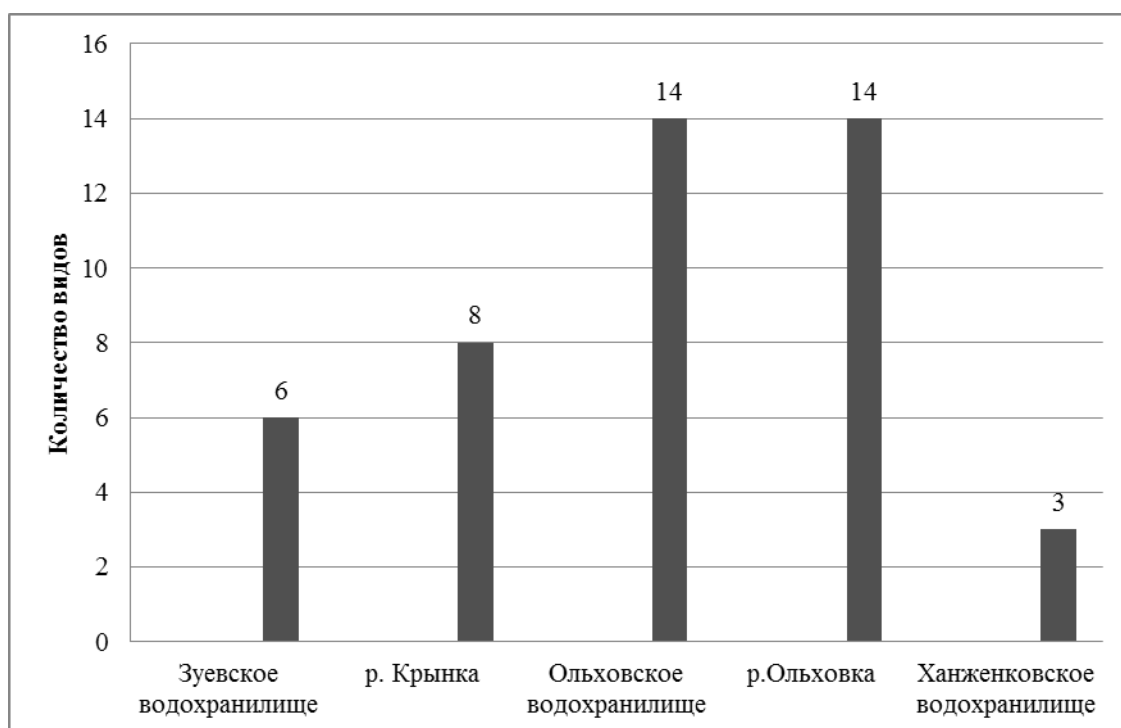


Рис. 1. Биотопическое распределение стрекоз окрестностей РЛП «Зуевский»

Анализ фауны стрекоз РЛП «Зуевский» позволил выделить такие экологические группы видов как: стагнофилы, облигатные стагнофилы, факультативные стагнофилы, реофилы, облигатные реофилы, факультативные реофилы, эврибионты.

Как по численности, так и по видовому богатству преобладает группа облигатных стагнофилов, которая включает 10 видов, что в численном отношении составляет 734 экземпляров (рис. 2).

Изучение сезонной динамики стрекоз РЛП «Зуевский» показало, что стрекозы на территории парка наиболее активны с мая по август.



Рис. 2. Представленность экологических групп стрекоз по количеству видов

**Заключение.** Таким образом, на территории РЛП «Зуевский» было выявлено 28 видов стрекоз из 16 родов и 8 семейств, а также проанализированы экологические особенности одонатофауны парка. Исследования будут продолжены.

#### Список литературы

1. Мартынов, А. В. Стрекозы заповедника «Каменные могилы» / А. В. Мартынов, В. В. Мартынов // Природный альманах. – 2008. – Т. 10, вып. 10. – URL : [http://www.dragonflyforall.narod.ru/articles/Martynov/Martynov\\_Matrynov\\_2008.pdf](http://www.dragonflyforall.narod.ru/articles/Martynov/Martynov_Matrynov_2008.pdf) (дата обращения : 20.05.2017).
2. Мартынов, В. В. Стрекозы (Insecta, Odonata) заповедника «Хомутовская степь» (Донецкая область) / В. В. Мартынов, Т. В. Никулина // Nature Conservation Research. Заповедная наука. – 2017. – Т. 2, вып. 2. – URL : <https://cyberleninka.ru/article/n/strekozy-insecta-odonata-zapovednika-homutovskaya-step-donetskaya-oblast/viewer> (дата обращения : 28.05.2017).

**РЕЗУЛЬТАТЫ ОТЛОВА И КОЛЬЦЕВАНИЯ ПТИЦ  
В ЗАПОВЕДНИКЕ «ЯГОРЛЫК» (ПРИДНЕСТРОВЬЕ)  
В 2014–2018 ГОДАХ**

*Тищенко А.А.<sup>1</sup>, Стахурская Е.С.<sup>1</sup>, Марарескул В.И.<sup>2</sup>,  
Романович Н.А.<sup>1</sup>, Антеков А.А.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>ГУ «Государственный заповедник «Ягорлык», с. Гояны Дубоссарского р-на,  
Приднестровская Молдавская Республика

<sup>2</sup>ГОУ «Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко»,  
г. Тирасполь, Приднестровская Молдавская Республика  
*tdbirds2@gmail.com, elena.petriman@mail.ru, mvimva9488@gmail.com,  
ecoterrapmr@mail.ru, qwert\_792@mail.ru*

Некоторые сведения о кольцевании птиц в Приднестровье имеются в нескольких работах [1, 2 и др.]. Материалы, представленные в данной статье, частично были опубликованы ранее [3]. Результаты отлова птиц в региональном аспекте представляют определенный фаунистический и фенологический интерес. Благодаря регулярным отловам, зачастую, регистрируются редкие и интересные встречи птиц [4].

Государственный заповедник «Ягорлык» (47°22'N 29°12'E) расположен в 12 км севернее г. Дубоссары ПМР.

Кольцевание проводилось под эгидой Центра Кольцевания птиц России (Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН). Отлов птиц осуществлялся 12-ю нейлоновыми самодельными паутинными сетями (ячейка 20×20 мм, длина 6 м, высота 1,4 м, два кармана). Сетки, чаще всего, устанавливались в административно-парковой зоне резервата.

Систематика птиц приводится по Л.С. Степаняну [5].

В 2014–2018 гг. в заповеднике «Ягорлык» было окольцовано 724 особи птиц, относящиеся к 45 видам (табл. 1).

Таблица 1

Результаты отлова птиц в заповеднике «Ягорлык» в 2014–2018 гг.

№	Вид	Количество окольцованных особей					Итого
		2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
1	<i>Ixobrychus minutus</i>	-	-	2	-	-	<b>2</b>
2	<i>Accipiter nisus</i>	1	-	-	-	-	<b>1</b>
3	<i>Cuculus canorus</i>	-	-	1	-	-	<b>1</b>
4	<i>Asio otus</i>	-	-	-	1	-	<b>1</b>
5	<i>Alcedo atthis</i>	-	1	3	4	-	<b>8</b>
6	<i>Jynx torquilla</i>	-	1	-	-	-	<b>1</b>
7	<i>Picus canus</i>	-	1	-	-	-	<b>1</b>
8	<i>Dendrocopos major</i>	2	1	-	3	-	<b>6</b>
9	<i>Dendrocopos syriacus</i>	-	1	1	-	-	<b>2</b>

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8
10	<i>Dendrocopos minor</i>	-	-	1	-	-	<b>1</b>
11	<i>Hirundo rustica</i>	1	1	1	-	-	<b>3</b>
12	<i>Anthus trivialis</i>	-	1	-	-	-	<b>1</b>
13	<i>Motacilla alba</i>	-	1	-	-	-	<b>1</b>
14	<i>Lanius collurio</i>	-	1	-	-	-	<b>1</b>
15	<i>Oriolus oriolus</i>	-	2	1	1	-	<b>4</b>
16	<i>Sturnus vulgaris</i>	-	2	11	3	2	<b>18</b>
17	<i>Garrulus glandarius</i>	1	-	-	-	-	<b>1</b>
18	<i>Acrocephalus schonobaenus</i>	1	-	3	-	-	<b>4</b>
19	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	-	-	12	-	-	<b>12</b>
20	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	-	2	8	3	-	<b>13</b>
21	<i>Sylvia atricapilla</i>	6	5	11	8	6	<b>36</b>
22	<i>Sylvia borin</i>	-	-	2	-	-	<b>2</b>
23	<i>Sylvia curruca</i>	-	3	-	-	-	<b>3</b>
24	<i>Phylloscopus trochilus</i>	2	1	-	-	-	<b>3</b>
25	<i>Phylloscopus collybita</i>	-	1	6	-	-	<b>7</b>
26	<i>Ficedula albicollis</i>	-	1	-	-	-	<b>1</b>
27	<i>Ficedula parva</i>	1	-	-	-	-	<b>1</b>
28	<i>Muscicapa striata</i>	1	-	8	1	-	<b>10</b>
29	<i>Erithacus rubecula</i>	7	8	10	7	1	<b>33</b>
30	<i>Luscinia luscinia</i>	-	6	3	1	-	<b>10</b>
31	<i>Turdus pilaris</i>	1	-	-	-	-	<b>1</b>
32	<i>Turdus merula</i>	7	13	16	22	5	<b>63</b>
33	<i>Turdus iliacus</i>	-	-	-	1	-	<b>1</b>
34	<i>Turdus philomelos</i>	9	14	23	12	3	<b>61</b>
35	<i>Remiz pendulinus</i>	-	2	4	-	-	<b>6</b>
36	<i>Parus caeruleus</i>	7	16	18	54	16	<b>111</b>
37	<i>Parus major</i>	10	37	27	46	21	<b>141</b>
38	<i>Sitta europaea</i>	-	2	-	1	-	<b>3</b>
39	<i>Certhia familiaris</i>	-	3	-	-	-	<b>3</b>
40	<i>Passer montanus</i>	-	31	11	10	5	<b>57</b>
41	<i>Fringilla coelebs</i>	1	7	5	6	2	<b>21</b>
42	<i>Chloris chloris</i>	1	5	2	6	-	<b>14</b>
43	<i>Spinus spinus</i>	-	-	-	25	-	<b>25</b>
44	<i>Carduelis carduelis</i>	-	1	6	2	-	<b>9</b>
45	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	2	8	4	6	-	<b>20</b>
Итого		61	179	200	223	61	<b>724</b>

Больше всех было окольцовано: больших синиц (*Parus major*), лазоревок (*Parus caeruleus*), черных (*Turdus merula*) и певчих (*T. philomelos*) дроздов, а также полевых воробьев (*Passer montanus*). Из числа редких в улове птиц следует отметить: волчков (*Ixobrychus minutus*), ястреба-перепелятника (*Accipiter nisus*), кукушку (*Cuculus canorus*), ушастую сову (*Asio otus*), зимородков (*Alcedo atthis*) и белобровика (*Turdus iliacus*).

В период 2014–2018 гг. нами были зарегистрированы 39 видов птиц, отловленных в заповеднике повторно («свои возвраты», табл. 2).

Таблица 2

## Сведения о местных возвратах птиц

№	Серия и № кольца	Вид	Пол	Возраст*	Дата кольцевания	Даты повторных отловов
1	2	3	4	5	6	7
1	б/с360140	<i>Turdus merula</i>	♀	fg	23.04.2015	18.05.2015
2	б/с360143	<i>Turdus merula</i>	♂	2г	25.04.2015	18.05.2015; 07.06.2017
3	б/с360152	<i>Turdus philomelos</i>	♂	fg	18.05.2015	27.06.2016
4	б/с361949	<i>Dendrocopos major</i>	♂	fg	05.10.2015	22.10.2015
5	ТС 11232	<i>Turdus merula</i>	♂	fg	05.09.2016	21.10.2017; 21.05.2018
6	ТС 11245	<i>Turdus merula</i>	♂	>2г	07.10.2016	06.06.2017
7	ТС 11254	<i>Dendrocopos major</i>	♀	2г	31.03.2017	02.06.2017
8	FS 39805	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	♀	fg	18.08.2016	17.08.2017
9	КА 24732	<i>Chloris chloris</i>	♂	>1г	02.08.2017	21.05.2018
10	х 571940	<i>Parus major</i>	♂	fg	05.10.2014	17.05.2015; 10.12.2015
11	хс 863032	<i>Parus major</i>	♀	2г	16.01.2015	12.02.2015; 18.05.2015
12	хс 863039	<i>Parus caeruleus</i>	♀	fg	16.01.2015	11.02.2015
13	хс 863042	<i>Parus caeruleus</i>	♀	2г	16.01.2015	11.02.2015
14	хс 863055	<i>Parus major</i>	♂	fg	12.02.2015	16.03.2015; 22.10.2015; 21.10.2016
15	хс 863065	<i>Parus major</i>	♂	2г	01.03.2015	16.03.2015
16	хс 863088	<i>Passer montanus</i>	♂	2г	16.03.2015	04.09.2016
17	хс 863090	<i>Fringilla coelebs</i>	♂	2г	16.03.2015	18.05.2015
18	хс 863093	<i>Passer montanus</i>	♀	2г	17.03.2015	25.04.2015
19	хс 863903	<i>Phylloscopus trochilus</i>		fg	23.04.2015	17.09.2016; 27.04.2017
20	хс 863926	<i>Motacilla alba</i>	♂	fg	17.05.2015	31.03.2017
21	хе 00845	<i>Parus major</i>	♂	1г	05.10.2015	17.09.2016
22	хе 00862	<i>Parus major</i>	♂	fg	05.10.2015	21.10.2016
23	хе 00935	<i>Sitta europaea</i>		1г	22.10.2015	10.12.2015
24	хе 00944	<i>Parus caeruleus</i>	♀	1г	22.10.2015	06.10.2016
25	хе 00974	<i>Parus major</i>	♀	1г	10.12.2015	14.01.2016
26	хх 40033	<i>Sylvia atricapilla</i>	♂	fg	27.06.2016	22.04.2018
27	хх 40138	<i>Parus caeruleus</i>		1г	03.09.2016	21.10.2016
28	хх 40148	<i>Parus caeruleus</i>	♀	1г	04.09.2016	23.01.2017
29	хх 40150	<i>Parus caeruleus</i>	♀	1г	04.09.2016	04.02.2017
30	хх 40195	<i>Parus caeruleus</i>		1г	17.09.2016	21.10.2016
31	хх 40213	<i>Parus caeruleus</i>		1г	06.10.2016	22.10.2016
32	хх 40216	<i>Parus major</i>	♂	fg	06.10.2016	22.10.2016
33	хх 40218	<i>Parus major</i>	♂	1г	07.10.2016	21.10.2016; 04.02.2017
34	хх 40269	<i>Parus major</i>	♀	1г	21.10.2016	22.01.2017

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6	7
35	xx 40273	<i>Parus major</i>	♂	1г	21.10.2016	04.02.2017
36	xx 40278	<i>Parus major</i>	♂	fg	21.10.2016	23.01.2017; 31.03.2017
37	xx 40631	<i>Parus caeruleus</i>	♂	2г	22.01.2017	16.02.2017
38	xx 40642	<i>Spinus spinus</i>	♀	2г	23.01.2017	17.02.2017
39	xx 40646	<i>Spinus spinus</i>	♀	2г	23.01.2017	18.02.2017

Примечание. Возраст\* fg – летная птица, возраст неизвестен.

Наиболее интересными были случаи повторных отловов больших синиц (№ 10, 14, 21, 22 в табл. 2), лазоревки (№ 24), белой трясогузки (*Motacilla alba*, № 20), славки-черноголовки (*Sylvia atricapilla*, № 26), пеночки-веснички (*Phylloscopus trochilus*, № 19), черных дроздов (№ 2, 5, 6), певчего дрозда (№ 3), дроздовидной камышевки (*Acrocephalus arundinaceus*, № 8), зеленушки (*Chloris chloris*, № 9) и полевого воробья (№ 16) в одном и том же месте, спустя год или более с момента кольцевания.

Авторы выражают благодарность В.А. Марарескулу, А.В. Кулачек, Д.В. Медведенко, А.Ю. Костюкову и Д.Х. Бахуташивили, которые помогли в отлове и кольцевании птиц.

#### Список литературы

1. Ганя, И. М. О сезонных перемещениях и зимовке некоторых видов дендрофильных птиц Молдавии / И. М. Ганя, Т. Н. Курганова // Миграции и практическое значение птиц Молдавии. – Кишинев, 1980. – С. 31–45.
2. Матюхин, А. В. К орнитофауне Приднестровской Молдавской Республики / А. В. Матюхин, В. Г. Черненко // Известия Музейного Фонда им. А. А. Браунера. – Одесса, 2010. – Т. 7, № 3–4. – С. 38–39.
3. Стахурская, Е. С. Результаты отлова и кольцевания птиц в заповеднике «Ягорлык» в 2014–2016 гг. / Е. С. Стахурская // Біологія: від молекули до біосфери: матер. XII Міжнар. конф. молодих науковців (Харків, 26 листопада – 1 грудня 2017 р.). – Харків, 2017. – С. 145–146.
4. Вальчук, О. П. Регистрации некоторых редких и малочисленных видов птиц по данным отловов на приморской станции кольцевания Primabirds в долине реки Литовка / О. П. Вальчук, К. С. Масловский, Е. В. Лелюхина, В. Н. Сотников // Русский орнитологический журнал. – 2019. – Т. 28, вып. 1869. – С. 6125–6133.
5. Степанян, Л. С. Конспект орнитологической фауны СССР / Л. С. Степанян. – Ленинград – Москва : Наука, 1990. – 728 с.



## ПАНЦИРНЫЕ КЛЕЩИ ВЕРХНЕЙ ПЛОЩАДКИ КАРЬЕРА «ЗАПАДНОЕ ЗАМЫКАНИЕ» НИКИТОВСКОГО РТУТНОГО КОМБИНАТА В ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД

*Штирц А.Д.*, канд. биол. наук, доц., *Кабанков Н.М.*  
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, РФ  
*eco-1999@mail.ru*

Изучение панцирных клещей карьеров – отдельное и очень интересное направление исследования техногенных ландшафтов Донбасса.

Подобные исследования нами проводились в 2012 г. в мергельном карьере «Основной» Амвросиевского района, результаты которых опубликованы в работе [3]. Отмечен довольно специфический видовой состав орибатид (всего в карьере зарегистрирован 61 вид). При этом обнаружено много редких видов (особенно в весенний период) и 2 новых вида для фауны Украины.

В апреле 2021 г. были начаты исследования видового состава и экологической структуры населения почвообитающих панцирных клещей на верхней площадке карьера «Западное замыкание» Никитовского ртутного комбината, расположенного в окр. пос. Ртутный (г. Горловка).

Карьер примыкает к шахте 2-бис Никитовского ртутного месторождения. Он образовывался с 1950 г. и за годы работы комбината достиг глубины 140 м [2]. В настоящее время шахта не работает, карьер заброшен (рис.).



Рис. Карьер «Западное замыкание» Никитовского ртутного месторождения  
(фото Н.М. Кабанкова)

В весенний период на верхней площадке карьера было обнаружено 14 видов орибатид со средней плотностью населения 11 200 экз./м<sup>2</sup>.

К доминирующим видам по шкале Энгельманна для микроартропод [4] относятся *Multioppia glabra* (Mihelčič, 1955) – 24 % от общей численности орибатид и *Suctobelbella* sp. – 15 %. К субдоминантам отнесены 5 видов (48 %): *Gymnodamaeus bicostatus* (C. L. Koch, 1835), *Tectocephus velatus* (Michael, 1880), *Microzetorchestes emeryi* (Coggi, 1898), *Ramusella mihelcici* (Perez-Inigo, 1965), *Pilogalumna allifera* (Oudemans, 1915). 4 вида отнесены к группе рецедентов (11 %): *Epilochmania cylindrica cylindrica* (Berlese, 1904), *Metabelba pulverulenta* (C. L. Koch, 1839), *Medioppia obsoleta* (Paoli, 1908), *Zygoribatula exarata* (Berlese, 1917) и 3 вида – к субрецедентам (2 %): *Nothrus biciliatus* C.L. Koch, 1841, *Camisia* sp., *Sheloribates laevigatus* (C.L. Koch, 1835).

Индексы экологического разнообразия сообщества орибатид довольно высокие: индекс Шеннона составил 2,23 нат, Пиелу – 0,85, Маргалефа – 2,63, Симпсона – 8,01. Следует также отметить высокую степень агрегированности сообщества панцирных клещей, индекс Лексиса был значительно больше 1 и составил 5,93.

Анализ соотношения жизненных форм панцирных клещей (по Д.А. Криволицкому [1]) показал, что на исследуемом участке присутствуют 5 основных адаптивных типов (не обнаружены только представители первично неспециализированных форм). При этом явно доминируют обитатели мелких почвенных скважин – 53 %, на долю обитателей поверхности приходится 28 %, вторично неспециализированные формы составляют 16 % от общей численности орибатид. Незначительно представлены глубокопочвенные формы и обитатели толщи подстилки – 2 и 1 % соответственно.

Представленные результаты отражают особенности экологической структуры населения панцирных клещей на верхней площадке карьера в весенний период. Исследования орибатид карьера продолжаются, ведется обработка данных по другим сезонам года.

### Список литературы

1. Панцирные клещи : морфология, развитие, филогения, экология, методы, исследования, характеристика модельного вида *Nothrus palustris* C. L. Koch, 1839 / Д. А. Криволицкий, Ф. Лебрен, М. Кунст и др. / Под ред. Д. А. Криволицкого. – Москва : Наука, 1995. – 224 с.
2. Шахты и рудники Донбасса. – Текст : электронный. – URL: <https://www.donmining.info/2014/06/6.html> (дата обращения: 9.08.2022).
3. Штирц, А. Д. Экологическая структура населения панцирных клещей (карьер «Основной», Донецкая область) / А. Д. Штирц // Биологический вестник Мелитопольского государственного педагогического университета имени Богдана Хмельницкого. – 2015. – № 2. – С. 16–30.
4. Engelmann, H.-D. Zur Dominanzklassifizierung von Bodenarthropoden / H.-D. Engelmann // Pedobiologia. – 1978. – Bd. 18, Hf. 5/6. – S. 378–380.

# *Физиология и биохимия растений и грибов*

УДК 574. 502.4:502.62

## **ЗЕЛЕННЫЕ НАСАЖДЕНИЯ ДОНЕЦКА: ИСТОРИЯ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ**

*Голубничая С.Н.*, канд. биол. наук, доц.

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

*sg197@yandex.ru*

Донецк за сравнительно короткий срок своего существования как города снискал себе славу одного из самых «зеленых» промышленных городов Европы, что послужило основой для создания туристского бренда города. Парки, скверы, бульвары являются важной частью градостроительства и функционирования любого города. Особенно это актуально для Донецка – промышленного города, расположенного в степной зоне. Проблемы зеленого строительства многогранны, что нашло свое отражение в работах архитекторов, ботаников и представителей других сфер: Х.А. Бенаи, А.З. Глухов, М.В. Кубаренко, О.А. Гридько, Л.В. Хархота и др. [1–4].

Цель данного исследования – рассмотреть историю развития зеленых насаждений, оценить современное состояние и наметить перспективы развития парков и скверов Донецка.

Историю развития зеленых зон города Донецка можно условно разделить на пять периодов. Первый (1892–1931 гг.), начался с создания Городского сада на берегу пруда по балке Скоморошина. На других улицах Юзовки, а позднее и Сталино, общедоступных зеленых насаждений не было. Второй период (1932–1963 гг.) ознаменовался появлением в 1932 г. Центрального парка культуры и отдыха, позднее получившего имя А.С. Щербакова. Важнейшей вехой этого периода стало утверждение в 1955 г. десятилетнего плана создания и развития зеленой зоны города. Третий (1964–1991 гг.) период является самым плодотворным. Именно в эти годы сформировался образ современного Донецка. Начался этап с открытия в 1964 г. Донецкого ботанического сада. Помимо создания богатейших коллекций растений открытого и защищенного грунта, ученые ДБС проводили работу по интродукции и акклиматизации, подбирались видовой состав, разрабатывались методики посадки и агротехники выращивания деревьев в условиях антропогенного загрязнения. В этот период Донецк получил славу «Города миллиона роз». Четвертый (1992–2004 гг.) период упадка зеленого строительства в городе. ЦПКиО им А.С. Щербакова лишился двух третей своей территории, Донецкий ботанический сад – 70 га. Большинство парков стали местами

несанкционированных свалок и преступлений. Пятый период начался с 2005 г. и длится по настоящее время. Это период восстановления парков и скверов. Его началом следует считать масштабную реконструкцию бульвара Пушкина. В 2007 г. проведена реконструкция ЦПКиО им. А.С. Щербакова. В 2009 г. вокруг стадиона «Донбасс Арена» сооружена большая парковая зона. В 2012 г. был принят План зонирования территории города. В 2012 г. реконструирован парк им. Г.И. Петровского в одноименном районе. В 2018 г. открыт парк имени Первого Главы ДНР А.В. Захарченко в Калининском районе. Разработан проект создания парка «Патриот» в Куйбышевском районе. Количество кустов роз превысило миллион.

В настоящее время площадь всех типов зеленых насаждений города: парки, лесопарки, скверы, сады, зеленые насаждения вдоль дорожных магистралей, составляет 18 423 га, на одного дончанина приходится 195,5 м<sup>2</sup> озелененных территорий. По мнению экспертов Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) оптимальным является площадь более 50 м<sup>2</sup> на человека. Однако озелененных территорий общего пользования в Донецке всего 1092 га (11,6 м<sup>2</sup> на человека), что существенно ниже норм ВОЗ. Зеленые насаждения, общий удельный вес которых составляет 33,6% территории города, распределены неравномерно. Лидером среди районов города является Киевский (1186,3 га всех зеленых насаждений). По площади зеленых насаждений общего пользования данный район занимает второе место после Ворошиловского. Центральный район лидирует по количеству скверов и парков (8 объектов), по площади парков (83 га) и по обеспеченности зелеными насаждениями. На одного человека в районе приходится 17 м<sup>2</sup>. Здесь находится ЦПКиО им. А.С. Щербакова призер конкурсов различного уровня. На его территории, что немаловажно, действительно учтены все нормы для маломобильных групп населения. Хорошие показатели по обеспеченности зелеными зонами в Киевском и Калининском районах. Эти три района – исторический центр города – в них сосредоточено больше половины скверов и парков Донецка.

В остальных нецентральных районах цифры обеспеченности зелеными насаждениями не превышают среднюю по городу. Наименьшая обеспеченности (8,2 м<sup>2</sup>) зафиксирована в Пролетарском районе. В данном районе площадь парков составляет всего 14 га. Состояние одного из двух парков этого района парка им. Горького очень плачевное. Изначально он принадлежал шахте «Капитальная», как и одноименный дворец культуры, после ее закрытия перешел на баланс города. Дворец культуры в 2010 г. был закрыт, аттракционы демонтированы и объект из парка культуры и отдыха превратился просто в дорожку, которой удобно срезать путь, хотя там и сейчас расположено три памятника истории и культуры. Благодаря этому в парке регулярно проводят уборку мусора, покос травы. Парку культуры и отдыха Буденовского района в этом плане повезло меньше и даже местные жители, сокращая путь от ул. Буденного до ул. Октября не

догадываются, что это был парк культуры и отдыха. Парки и скверы, которые располагались вокруг административных зданий промышленных предприятий, ныне не действующих превратились в несанкционированные свалки мусора. Возраст древесных насаждений Донецка превышает 30 лет. Для некоторых пород это является предельной нормой, что приводит к возникновению аварийных ситуаций.

Для оптимизации зеленых насаждений общего пользования в пределах городской черты Донецка целесообразно провести их инвентаризацию. На месте недействующих предприятий возможно создание новых парков.

Немаловажно, чтобы эти парки были общедоступными, большая часть территорий парков должны быть бесплатными. Деньги можно получить за счет расположения в парках или рядом с ними предприятий питания, предприятий, предоставляющих спортивные, оздоровительные и развлекательные услуги. Примером такого частно-государственного сотрудничества может послужить парк «Лога» в Каменск-Шахтинске (Ростовская область). При реконструкции следует обязательно учитывать опыт, накопленный специалистами биологического факультета Донецкого национального университета и Донецкого ботанического сада как в подборе растений, так и методиках их культивирования.

Таким образом, Донецк имеет очень богатую историю зеленого строительства. Это действительно один из самых озеленённых промышленных городов мира. Однако, парки и скверы, расположенные в нецентральных районах города нуждаются в реконструкции. Необходимо в тесном сотрудничестве ученых, властных структур и частных предпринимателей проводить работы по оптимизации общедоступных озелененных территорий.

### Список литературы

1. Бенаи, Х. А. Организация эстетического пространства городской среды на примере г. Донецка / Х. А. Бенаи, М. В. Кубаренко // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2022. – Вып. 2(154). – С. 11–16.
2. Стрябкова, А. П. Ландшафтно-рекреационные парки Донецкой Народной Республики как эколого-просветительские центры / А. П. Стрябкова, А. Г. Молодан, А. З. Глухов // Изучение и сохранение биоразнообразия в ботанических садах и других интродукционных центрах. – Донецк: Б. и., 2019. – С. 411–415.
3. Горобец, Д. В. Особенности формирования интерьерного пространства общеобразовательного учреждения элементами фитодизайна / Д. В. Горобец, О. А. Гридько // Донецкие чтения 2021 : образование, наука, инновации, культура и вызовы современности : материалы VI Международной научной конференции. – Донецк : Донецкий национальный университет, 2021. – С. 57–59.
4. Хархота, Л. В. Чубушники в дендрологической коллекции Донецкого ботанического сада / Л. В. Хархота // Донецкие чтения 2021 : образование, наука, инновации, культура и вызовы современности : материалы VI Международной научной конференции. – Донецк : Донецкий национальный университет, 2021. – С. 175–177.

## ПОДБОР ПИТАТЕЛЬНЫХ СУБСТРАТОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ГРИБА *PENIOPHORA GIGANTEA* (FR.) MASS. В ПОВЕРХНОСТНОЙ КУЛЬТУРЕ

*Демченко С.И.*, канд. биол. наук, доц.

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

*s.demchenko@donnu.ru*

Среди многих болезней леса наиболее опасным и вредоносным заболеванием является корневая гниль от гриба *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. (корневая губка), широко распространённая во многих странах мира [2]. Болезнь, вызываемая корневой губкой, наносит огромный материальный ущерб лесным массивам [3]. В настоящее время в мировой науке и практике изучены и используются различные способы локализации действующих очагов фитопатогена [1]. В последние годы интерес учёных всё больше обращён на биологические методы борьбы с корневой губкой, основанные на использовании антагонизма и конкуренции между организмами [1–4]. Биологическая защита хвойных насаждений от корневой губки имеет огромный потенциал для исследований. Так, например, в ряде зарубежных стран (Финляндия, Великобритания, страны Западной Европы и т.д.) для защиты от корневых гнилей уже активно применяются препараты, созданные на основе оидий сапротрофного ксилотрофа *Peniophora gigantea* (Fr.) Mass. Этот базидиомицет является грибом-антагонистом для корневой губки [4]. Исследования по производству подобных биопрепаратов возобновлены и на кафедре физиологии растений ДОННУ.

При разработке технологии производства биологического препарата на основе *P. gigantea* большое внимание уделяется подбору питательных субстратов для максимального выхода оидий – вегетативных спор. Гриб в природе в основном развивается на древесине хвойных пород, формируя поверхностную грибницу, которая может продуцировать большое количество оидий [2]. Образование оидий, как показали исследования Н. И. Федорова [3], наиболее интенсивно происходит в воздушной среде. Поэтому перспективно поверхностное культивирование *P. gigantea* на твердых питательных субстратах. С точки зрения экономичности процесса важными условиями являются применение доступных и дешевых компонентов, непищевой характер сырья, низкая его стоимость, удобная транспортировка и длительное хранение сырья [1].

Цель представленной работы – установить пригодность субстратов из растительных отходов для выращивания *P. gigantea* в поверхностной культуре.

При изучении пригодности естественных субстратов для выращивания *P. gigantea* в искусственных условиях использовали следующие растительные отходы: сосновые опилки (отходы деревообрабатывающей промышленности), злаковые отруби (отходы мукомольной промышленности), полову (отходы переработки злаковых культур), подсолнечный жмых и лузгу семян подсолнечника (отходы переработки масляничных культур). В качестве тест-культуры использовали штамм *P. gigantea* 1076. Этот штамм отличается повышенной способностью подавлять рост и развитие корневой губки.

В ходе исследований обнаружено, что рост гриба-антагониста наблюдался на всех исследованных субстратах из растительных отходов. Однако состав питательных субстратов существенно влиял на морфологические признаки колоний *P. gigantea* 1076, а также на скорость роста мицелия и интенсивность спорообразования. Наиболее пригодными для выращивания гриба в поверхностной культуре являются субстраты из лузги семян подсолнечника и половы, на которых спорообразовательная активность исследованного базидиомицета была на 70-98 % выше в сравнении с сусло-агаровой средой. Из комбинированных субстратов максимальную продуктивность образования оидий обеспечивал питательный субстрат следующего состава (мас. %): полова – 13,3; пшеничные отруби – 6,7; вода – 80, на котором интенсивность спорообразования составила  $56,5 \pm 1,7$  млн оидий на 1 мл споровой суспензии.

Таким образом, результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что наибольшая спорообразовательная активность штамма *P. gigantea* 1076 наблюдается на субстратах из половы и подсолнечной лузги, а также на комбинированной среде из половы и пшеничных отрубей, которые нами рекомендованы для производства биопрепарата, предотвращающего распространение в лесонасаждениях корневой губки.

#### Список литературы

1. Лыков, И. В. Обзор современного состояния и эффективности мероприятий по защите сосновых насаждений от корневой губки (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.) / И. В. Лыков, П. А. Максимчук // Лесотехнический журнал. – 2021. – № 3. – С. 63–73.
2. Негруцкий, С. Ф. Корневая губка / С. Ф. Негруцкий. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1986. – 196 с.
3. Федоров, Н. И. Корневые гнили хвойных пород / Н. И. Федоров. – М. : Лесн. пром-сть, 1984. – 160 с.
4. Holdriender, O. Biological Methods of Control / O. Holdriender, B. Greig // *Heterobasidion annosum: Biology, Ecology, Impact and Control*. – Oxon (UK)-New York (USA) : CAB International, 1998. – P. 235–258.

## МОЛОКОСВЕРТЫВАЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ ШТАММОВ ГРИБА *IRPEX LACTEUS* НА ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ С МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКОЙ

*Загнитко Ю.П.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, РФ  
*urzagnitko@mail.ru*

Сравнительная легкость культивирования высших грибов, их высокая физиологическая и генетическая пластичность и отсутствие спороношения в культуре являются преимуществами базидиомицетов перед традиционным источником экзопротеиназ – микромицетами [1]. Одним из главных методологических подходов при изучении природных штаммов является определение условий культивирования, которые способствуют увеличению синтеза ценных метаболитов. Одним из таких факторов является модификация питательных сред, в результате которой можно добиться увеличения синтеза ферментов в десятки – сотни раз [2].

Целью данной работы было провести сравнительную характеристику физиолого-биохимических показателей штаммов гриба *Irpex lacteus* – продуцентов ферментов молокосвертывающего действия, произраставших на питательной среде с молочной сывороткой.

Объектом исследования были штаммы *Irpex lacteus* С-06 и СМ-1ВФ сапротрофного дереворазрушающего гриба, вызывающего белую гниль древесины, продуцента протеиназ сычужного действия. Гриб культивировали стационарно в колбах на 100 мл при температуре 28 °С. Снятие результатов эксперимента проводили на 5, 10, 15, и 20–е сутки. Молокосвертывающую активность (МСА) определяли по методу Каваи и Мукаи, основанном на определении времени, за которое происходит свертывание молока [3]. В качестве контроля использовали глюкозо – пептонную среду, опыт - вместо глюкозы в среду добавляли молочную сыворотку. В процессе жизнедеятельности гриба выделял протеолитические ферменты молокосвертывающего действия, для определения активности которых в качестве субстрата использовали свежее натуральное молоко с добавлением хлористого кальция  $10^{-3}$ ·М  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , кислотность субстрата доводили 10 %-ной соляной кислотой до pH = 6.0. За единицу МСА принимали количество фермента, которое свертывает 10 мл молока за 40 мин при 35° [3]. Количество белка определяли спектрофотометрическим методом [4]. Метод основан на способности ароматических аминокислот (триптофан и тирозин) поглощать ультрафиолетовый свет с максимумом поглощения при 280 нм.



Все эксперименты проводились в трехкратной повторности. Полученные данные статистически обрабатывали, оценивая достоверность отличия средних ароматических величин по критерию Стьюдента.

При изучении влияния качества питательной среды на биосинтез протеиназ молокосвертывающего действия штаммов *Irpex lacteus* показано, что исследуемые штаммы гриба *Irpex lacteus*, произрастая на глюкозо-пептонной и пептонно-сывороточной среде выделяют экзопротеиназы молокосвертывающего действия, характеризующиеся различной активностью. Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что пептонно-сывороточная среда оказывает стимулирующий эффект на биосинтез экзопротеиназ молокосвертывающего действия штаммами С-06 (2432) и СМ-1ВФ (2433) *I. lacteus*. Данный вопрос требует более глубокого исследования, и в первую очередь – это подбор оптимальных концентраций молочной сыворотки для культивирования продуцентов с целью получения большего выхода ферментов с молокосвертывающей функцией.

При определении содержания экзобелка в культуральной среде полученные результаты свидетельствуют о физиологической разнокачественности исследуемых штаммов гриба *Irpex lacteus*, которая проявляется в преобладании выделения экзопротеинов в питательную среду или поглощении протеинов из среды на разных этапах роста продуцентов. Обнаруженное свойство у исследуемых штаммов гриба *Irpex lacteus* необходимо учитывать при поиске активных продуцентов ферментов молокосвертывающего действия [5].

Оптимальной средой для культивирования штаммов С-06 (2432) и СМ-1ВФ (2433) *Irpex lacteus* с целью получения более активного фермента молокосвертывающего действия является пептонно-сывороточная питательная среда.

### Список литературы

1. Блинов, В. А. Общая биотехнология. Курс лекций / В. А. Блинов. – Саратов : ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2003 – 162 с.
2. Грачева, И. М. Биотехнология биологически активных веществ / И. М. Грачева, Л. А. Иванова. – М. : Издательство НПО «Элевар», 2006. – 453 с.
3. Красноштанова, А. А. Основы биотехнологии / А. А. Красноштанова, И. А. Крылова, Е. С. Бабусенко – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2001. – 84 с.
4. Гореликова Г. А. Основы современной пищевой биотехнологии / Г. А. Гореликова. – Кемерово, 2004. – 100 с.
5. Кошелев, Ю. А. Краткий курс биотехнологии / Ю. А. Кошелев. – Бийск : Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2009. – 77 с.

## **БИОТЕХНОЛОГИЯ МИКРОБНЫХ ПРЕПАРАТОВ И КРИТЕРИИ ПОДБОРА ПРОБИОТИЧЕСКИХ ШТАММОВ МИКРООРГАНИЗМОВ**

**Рыкова Т.Н., Болдырева В.Б.**, канд. пед. наук, доц., **Саморукова А.В.**,  
ФГБОУВО «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»,  
г. Тамбов, РФ  
*tanyushka.kiseleva.95@mail.ru, ver.bor.bold@mail.ru, samorukova.an@yandex.ru*

Обоснование подходов к отбору пробиотических штаммов для создания пробиотических препаратов начинается с описания функций и состояния микробиоценозов, нормализовать которые призваны пробиотики [1].

В последние годы большое внимание уделяется поиску пробиотических штаммов, в частности лакто- и бифидобактерий с иммуномодулирующими свойствами, которые регулируют развитие иммунного ответа за счет балансировки продукции цитокинов Th1 / Th2 типов и влияют на развитие клеточного и гуморального иммунного ответа, изменяя продукцию целого ряда иммунорегуляторных цитокинов, прежде всего Th1-типа (интерферона- $\gamma$  и интерлейкина-12) [2].

Перспективным направлением иммунокоррекции также разработка новых методов лечения, которые предусматривают комбинированное применение пробиотиков с другими иммуномодулирующими препаратами, в частности препаратами интерферона и интерлейкинов (например ИЛ-2), поскольку именно эти биологически активные вещества являются ключевыми для адекватной активации иммунной системы и направления иммунного ответа по клеточному типу [2].

Альтернативным и более перспективным направлением стали научные поиски непосредственной модификации пробиотических штаммов с помощью клонирования генов противовирусных белков - рекомбинантных штаммов [2].

В 2005 г. На всемирном конгрессе по гастроэнтерологии в Монреале были представлены пробиотики нового поколения - препараты, основой которых являются рекомбинантные штаммы микроорганизмов с заданными свойствами, способны стимулировать синтез или производить эндогенный интерферон, и, таким образом, проявлять не только антагонистической активностью в отношении бактериальных патогенов, но и противовирусной активностью [1].

Однако общество относится к продуктам генной инженерии с осторожностью. Поэтому на текущий момент активно проводится поиск природных штаммов с выраженными иммуногенными свойствами [2].

Основная масса пробиотических препаратов основана на различных штаммах бифидобактерий и лактобацилл. Бифидо- и лактобактерии занимают ведущее место, поддерживая баланс и стабилизируя гомеостаз за счет надежной адгезии к слизистой оболочке кишечника, определяя основные локусы обитания для других микроорганизмов.

Бактерии обоих видов продуцируют молочную кислоту, определяя состояние кислотности в желудочно-кишечном тракте и на слизистых оболочках половых путей. Они продуцируют бактериоцины, которые оказывают антимикробное действие против потенциально патогенных штаммов кишечной микрофлоры, имеют сильные антагонистические свойства по многим условно-патогенным и патогенным микроорганизмам, предупреждают колонизацию и развитие патологических процессов; отвечают за тепловое обеспечение организма и энергообеспечение эпителия регулируют перистальтику кишечника. Поддерживают:

- ионный гомеостаз;
- выводят экзогенные и эндогенные субстраты из организма стимулируют иммунную систему и местный иммунитет;
- поддерживают физико-химические параметры гомеостаза приэпителиальной зоны;
- участвуют в противоопухолевый надзоре и синтезе витаминов, ферментов, антибиотиков, гормоноподобных субстанций, незаменимых аминокислот, низкомолекулярных жирных кислот, пептидов, сигнальных молекул, в том числе нейротрансмиттеров [1, 2].

С целью расширения спектра исследований иммуномодулирующих свойств пробиотиков для выявления их эффективности и безопасности предлагают ввести срок «иммуобиотики» по пробиотическим бактериям, положительное влияние которых на здоровье реализуется через стимуляцию иммунных механизмов слизистых оболочек, в отличие от тех пробиотических штаммов, вызывающих лишь локальные эффекты. Оценка иммуномодулирующей активности пробиотического штамма должна проводиться *in vitro*, на животных, в клинике. Анализ *in vitro* заключается в определении цитокинового профиля штамма. Активность штамма должен определяться на моноцитах, макрофагах или полиморфонуклеарных лейкоцитах периферической крови человека (PMN) с предварительным установлением способности штамма к индукции противовоспалительных цитокинов макрофагами, цитокинов моноцитами периферической крови, а также к индукции развития и активации дендритных клеток [1].

Итак, критерии отбора штаммов МКБ – претендентов для создания пробиотических препаратов – сегодня описаны во многих экспериментально-аналитических отечественных и иностранных трудах. В то же время системный поэтапный план оценки пробиотического продуцента находится в состоянии разработки и постоянного

совершенствования и регламентируется в основном зарубежными директивами ЕС, FAO / WHO.

Совершенствование технологических процессов позволило на практике внедрить сорбированный пробиотик, в котором штаммы бактерий, составляющие их основу, размещены на специальных веществах - сорбентах. Это облегчает транспортировку активных компонентов к месту назначения и повышает биологическую активность препаратов [2].

Создание и широкое внедрение в ветеринарную медицину высококачественных PR на основе российских биовариантов физиологической микрофлоры, связанных с биоценозами жителей России, является актуальной и важной задачей. В связи с этим важно разработать комбинированный PR, содержащий различные виды бактерий, в первую очередь бифидобактерии и лактобациллы.

Многие клинические испытания показывают эффективность комбинаций, имеющих сложный механизм действия, в отличие от отдельных препаратов, которые очень часто оказываются неэффективными. Препараты PR, содержащие бифидобактерии и лактобациллы, оказывают выраженный терапевтический эффект по всей длине кишечника, поскольку они сосредоточены в основном в толстом срезе, а лактобациллы в тонком срезе. Поэтому перспективно создание высокоэффективных многокомпонентных пробиотических добавок с дополнительными свойствами, то есть многофункциональных пробиотиков [1].

Таким образом, в современный период необходимо прямой поиск и отбор потенциально пробиотических штаммов микроорганизмов с полифункциональными свойствами.

### **Список литературы**

1. Веревкина, И. В. колориметрических метод определения SH-групп и SS-связей в белках при помощи 5,5 дитиобис (2-нитробензойной) кислоты / И. В. Веревкина, А. И. Точилкина, Н. А. Попова // Современные методы в биохимии. – М. : Медицина, 1977. – 340 с.
2. Калиниченко, С. В. Современное состояние разработки и применения пробиотических, пребиотических и синбиотичних препаратов / С. В. Калиниченко // Анналы Мечниковского института. – 2013. – № 3. – С. 120–124.

## ВЛИЯНИЕ СПОСОБА КУЛЬТИВИРОВАНИЯ НА МОЛОКОСВЕРТЫВАЮЩУЮ АКТИВНОСТЬ ШТАММА *IRPEX* *LACTEUS* 1080

**Супрун Ю.А., Чемерис О.В.**, канд. биол. наук  
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, РФ  
*chemeris07@rambler.ru*

Рост мирового производства сыра, дефицит и высокая цена традиционного сычужного фермента, связанные с отказом от генетически модифицированных протеаз, стимулировали поиск новых источников молокосвертывающих энзимов, особенно микробных [5]. Перспективными продуцентами молокосвертывающего фермента являются базидиальные грибы *Hirschioporus laricinus* [3], *Pleurotus ostreatus* [1], *Irpex lacteus* [4].

Цель работы – установить влияние условий культивирования на молокосвертывающую активность штамма *Irpex lacteus* 1080.

Штамм *I. lacteus* 1080 культивировали в колбах Эрленмейера объемом 100 мл поверхностным и динамическим способом (перемешивание на качалке АВУ-6с 100 об/мин 1 раз/сут в течение 1 ч) на жидкой питательной глюкозо-пептонной среде при оптимальной температуре 32°C и начальном рН 4,0 в течение 15-ти суток. Молокосвертывающую (сычужную) активность (МСА) культуральной жидкости (КЖ) проводили по методу Kawai, Mukai, содержание белка – спектрофотометрическим методом [2]. Установлено, что уже на 3-и сутки культивирования при статическом способе культивирования штамма *I. lacteus* 1080 МСА культуральной жидкости была выше, чем при динамическом способе и составляла 24,63 Е/мл против 8,56 Е/мл (рис. 1, а). МСА культуральной жидкости *I. lacteus* 1080 возрастала наиболее интенсивно при статическом способе культивирования до значений ~66–75 Е/мл и оставалась на этом уровне с 5-х по 15-е сутки.

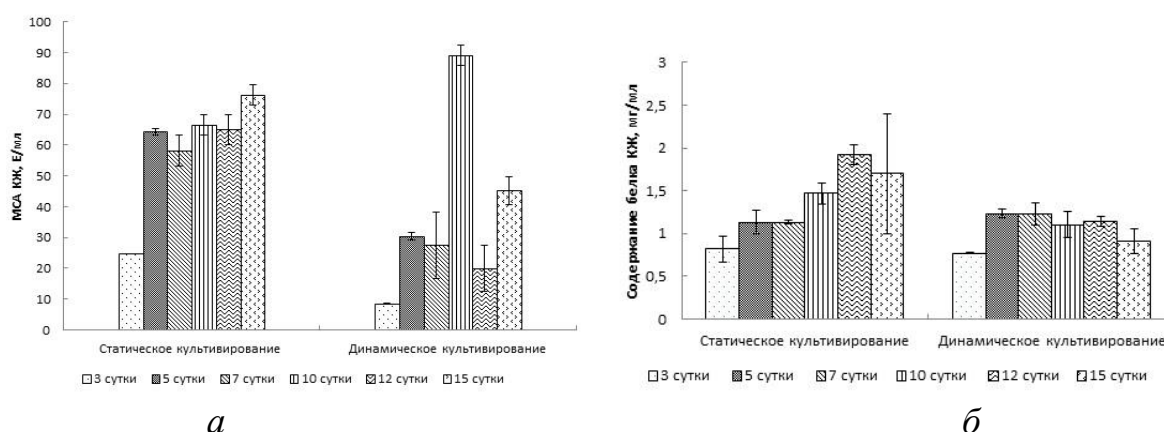


Рис. 1. Молокосвертывающая активность (а) и содержание белка в культуральной жидкости (б) штамма *Irpex lacteus* 1080 при разных условиях культивирования

При динамическом культивировании штамма *I. lacteus* 1080 на 5-е сутки МСА культуральной жидкости возрастала в 3 раза до значений ~30 Е/мл, а затем наблюдалось значительное повышение ферментативной активности КЖ на 10-е сутки до значений ~90 Е/мл. При дальнейшем культивировании данного штамма МСА культуральной жидкости снижалась до значений 45,14 Е/мл к 15-м суткам. На начальных этапах культивирования продуцента независимо от способа ферментации содержание белка было ниже контрольного (исходного) уровня белка в питательной среде (1,82 мг/мл), что указывает на его активное использование грибом для процессов роста (рис.1, б).

При динамическом культивировании на 5-е сутки уровень содержания белка в культуральной жидкости повышался почти в 2 раза, однако был ниже уровня контроля (1,82 мг/мл). При дальнейшем выращивании продуцента содержание белка в культуральной жидкости оставалось на одном уровне, незначительно снижаясь к 15-м суткам культивирования. При этом высокая МСА культуральной жидкости штамм *I. lacteus* 1080 наблюдалась при низких значениях содержания белка в культуральной жидкости, что может свидетельствовать об одновременных процессах синтеза внеклеточных белков и поглощении их из питательной среды для физиолого-биохимических потребностей продуцента.

Штамм *I. lacteus* 1080 способен к синтезу ферментов молокосвертывающего действия при разных условиях культивирования. Наиболее благоприятными условиями для синтеза внеклеточных энзимов молокосвертывающего действия данного продуцента являются статический способ глубинного культивирования. Динамический способ культивирования является альтернативным вариантом, требующий более тщательного контроля условий аэрации.

### Список литературы

1. Дмитриева, Т. А. Изучение молокосвертывающей активности высших базидиомицетов: автореф. дис. ... канд. тех. наук: спец. 03.01.06 «Биотехнология (в том числе бионанотехнологии)» / Т. А. Дмитриева. – С.-Петербург, 2011. – 20 с.
2. Кочетов, Г. А. Практическое руководство по энзимологии / Г. А. Кочетов. – М.: Высшая школа, 1980. – 272 с.
3. Никитина, О. А. Регуляция активности экзопротеиназ молокосвертывающего действия штаммов *Hirschioporus laricinus* (Karst.) Ryv: дис. ... канд. биол. наук: спец. 03.00.04 «Биохимия» / О. А. Никитина. – К., 1998. – 174 с.
4. 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.
5. Ahmed I. A. M. pH stability and influence of salts on activity of a milk-clotting enzyme from *Solanum dubium* seeds and its enzymatic action on bovine caseins / Ahmed I. A. M, Babiker E. E., Mori N. // LWT Food Sci. Technol. – 2010. – Vol. 43 (5). – P. 759–764.

## ПЕПТИДЫ ГИДРОЛИЗАТА МОЛОЗИВА КОРОВ

*Тихонов С.Л.<sup>1</sup>*, д-р техн. наук, проф.,  
*Тихонова Н.В.<sup>1</sup>*, д-р техн. наук, проф.,  
*Ожгихина А.С.<sup>2</sup>*, *Тихонова М.С.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»,  
г. Екатеринбург, РФ

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический  
университет», г. Челябинск, РФ

<sup>3</sup> ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет  
Минздрава России», г. Екатеринбург, РФ  
*tihonov75@bk.ru*

Молозиво – это первое молоко, вырабатываемое млекопитающими после родов. По своему составу оно отличается высоким содержанием биологически активных веществ от зрелого молока. Многочисленными исследованиями подтверждён потенциал использования коровьего молозива в области питания и здоровья человека. Достижения в технологии переработки молочных продуктов позволили использовать коровье молозиво не только в свежем и необработанном виде, но и применять его в качестве функционального пищевого продукта или пищевого ингредиента [1].

Положительное влияние молозива на организм человека связано с наличием в нем иммуноглобулинов, пептидов и факторов роста. Повышение количества пептидов в молозиве можно добиться в результате изменения пептидного профиля молочного белка путем нагревания или гидролиза, кроме того, протеолитический гидролиз белка молозива снижает случаи проявления аллергии при переваривании [2].

В связи с вышеизложенным, получение и определение функций новых пептидов из молозива коров является перспективным направлением научных исследований.

Целью исследований является секвенирование пептидов из трипсинового гидролизата молозива коров.

Пептидные фракции ферментативного гидролизата молозива коров получали хроматографическим с последующим исследованием на МАЛДИ-ТОФ масс-спектрометре и расшифровкой с помощью базы данных Mascot.

В таблице 1 представлены аминокислотные последовательности, молекулярная масса и содержание пептидов в ферментативном гидролизате молозива коров.

Таблица 1

Аминокислотные последовательности, молекулярная масса и содержание пептидов в ферментативном гидролизате молозива коров

Номер образца	Аминокислотная последовательность	Количество аминокислот	Молекулярная масса, кДа	Концентрация пептида, мг/мл
1	EGKSPRQ CLK SR G RK GY	17	8,4	2,04
2	PK CD YKRRS GP ALR TAK	17	6,5	1,59
3	LARKTSK IK	9	13,0	1,61
4	SQ KKKN CP NGTRIRVPGP GP	20	16	1,95
5	STKRHR M HAC SWR GP LKALSNPRAE FRR	28	22	1,60
6	IK GS K EKLRLGL KSKSF VR LFG_DLL QMGL	28	15	1,94
7	EK LA KNK LAR GLK RK	15	18	1,44

Примечание: аланин (A), глицин (G), валин (V), лейцин (L), изолейцин (I), аспарагиновая кислота (D), глутаминовая кислота (E), серин (S), треонин (T), цистеин (C), метионин (M), аргинин (R), лизин (K), гистидин (H), пролин (P), фенилаланин (F), тирозин (Y), триптофан (W), аспарагин (N), глутамин (Q).

Пептид под номером 1 отличается высоким содержанием (2,04 мг/мл) в гидролизате по сравнению с другими пептидами. Он идентифицируется как «NCI\_CGAP\_Brn23 Клон кДНК Homo sapiens», похож на «TR: O35085 O35085 ARX HOMEOPROTEIN». Указанный пептид впервые выделен в организме человека, вектор пептида – pT7T3D-RacI. По данным исследований, пептид «NCI\_CGAP\_Brn23 Клон кДНК Homo sapiens» участвует в формировании центральной нервной системы человека [3].

Пептид под номером 2 относится к полипептидам, имеет молекулярную массу 6,5 кДа, и согласно имеющимся базам данных указанный пептид не идентифицируется и функции такого пептида на сегодняшний день не известны. Образец под номером 3 относится к коротким пептидам, в базах протеомики не идентифицируется.

Пептид под номером 4 известен как пептид «POSSUM\_01-POSSUM-C-EMBRYO-2KB», который был впервые выделен из *Trichosurus vulpecula*, имеет вектор PDNRLIB, содержит рибосомальную РНК с малой субъединицей, внутренний транскрибируемый спейсер 1, 5,8S рибосомную РНК, внутренний транскрибируемый спейсер 2 и рибосомальную РНК с большой субъединицей. Функции пептида «POSSUM\_01-POSSUM-C-EMBRYO-2KB» пока не определены.



Пептид под номером 5 идентифицируется как пептид «ВАМА». Доказано, что «ВАМА» нарушает сборку белков внешней мембраны  $\beta$ -ствола (OMP) во внешней мембране (OM) грамотрицательных бактерий и обладают многообещающим антибактериальным потенциалом [4, 5].

Пептид под номером 6 известен как пептид «DG9-ovary» функции которого не исследованы. Пептид под номером 7 идентифицирован как пептид «AW655195.1 105840 MARC 1BOV», функции которого не исследованы.

На МАЛДИ-ТОФ масс-спектрометре и расшифровкой с помощью базы данных Mascot выделены 7 пептидов с различной аминокислотной последовательностью, молекулярной массой и содержанием в гидролизате. Пять пептидов идентифицированы, но функции установлены у только у двух: «ВАМА» – (мембраноактивный, антибактериальный) и «NCI\_CGAP\_Brn23 Клон кДНК Homo sapiens» – участвует в формировании центральной нервной системы.

С учетом того, что молозиво коров обладает высокой биологической активностью и возросшим научным интересам к биологически активным пептидам пищевого происхождения в качестве альтернативы фармакологическим методам лечения заболеваний представляются актуальными дальнейшие исследования в изучении функции выделенных пептидах молозива.

### Список литературы

1. Arslan, A. Bovine colostrum and Its potential for human health and nutrition / A. Arslan // *Frontiers in Nutrition*. – 2021. – №8 – P. 651721. – DOI: 10.3389/fnut.2021.651721.
2. Playford, R. J. Marked variability in bioactivity between commercially available bovine colostrum for human use; implications for clinical trials / R. J. Playford, M. Cattell, T. Marchbank // *PLoS One*. – 2020. – Vol. 15. – № 6. – P. 4719. DOI: 10.1371/journal.pone.0234719.
3. Rayon, T. Single-cell transcriptome profiling of the human developing spinal cord reveals a conserved genetic programme with human-specific features / T. Rayon // *Development*. – 2021. – Vol. 48. – №. 15. – P. 199711. – DOI: 10.1242/dev.199711.
4. Hart, E. M. A small-molecule inhibitor of BamA impervious to efflux and the outer membrane permeability barrier / E. M. Hart // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. – 2019. – Vol. 116. – №. 43. – P. 21748-21757. – DOI: 10.1073/pnas.1912345116.
5. Imai, Y. A new antibiotic selectively kills Gram-negative pathogens / Y. Imai // *Nature*. – 2019. – Vol. 576, № 7787. – P. 459–464. – DOI: – 10.1038/s41586-019-1791-1.

## ИЗМЕНЕНИЕ АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ ГЛУБИННОЙ КУЛЬТУРЫ *PLEUROTUS ERYNGII* ПОД ВЛИЯНИЕМ СУРФАКТАНТА ТВИН-80

*Чайка А.В.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, РФ  
*alexander.v.chaika@gmail.com*

Основные функции антиоксидантных соединений в организме – ограничение интенсивности реакций свободнорадикального окисления, защита чувствительных к окислительным повреждениям биологических молекул от действия свободных радикалов и перекисных соединений, восстановление молекулярных повреждений вследствие окисления [1].

Цель работы – установить изменения антиоксидантной активности глубинной культуры дереворазрушающего базидиомицета *Pleurotus eryngii* под влиянием различных концентраций сурфактанта полиоксиэтилен сорбитан моноолеата (Твин-80) в питательной среде.

Объект исследования – штамм ксилотрофного базидиомицета *Pleurotus eryngii* (DC.) Quéf. P-er, вызывающий белую гниль древесины. Этот штамм был отобран в предыдущих исследованиях для изучения прооксидантно-антиоксидантной системы, для него был разработан способ глубинного культивирования и модификация питательной среды. Процедуры стерилизации, инокуляции, культивирования и контроля чистоты культуры проводили согласно [2]. Концентрацию Твин-80 в питательной среде варьировали от 0 до 4 г/л.

После окончания срока культивирования мицелий отделяли от культуральной жидкости с помощью плотной капроновой ткани, получая таким образом культуральный фильтрат (КФ). Часть мицелия гомогенизировали при  $+3\pm 2$  °С и использовали для приготовления водной вытяжки. Остаток мицелия взвешивали в откалиброванных бюксах, высушивали при 105 °С до постоянной массы и определяли абсолютно сухую биомассу (АСБ).

Общую антиоксидантную активность (АОА) микологического материала оценивали по интенсивности торможения накопления продуктов перекисного окисления и определяли с помощью модели перекисного окисления липидов реакции окисления Твин-80 кислородом воздуха [3]. Опыты проводились в трехкратной повторности. Полученные экспериментальные данные обрабатывали статистически.

В результате проведенных исследований влияния Твин-80 на накопление биомассы мицелия штамма *P. eryngii* P-er при глубинном культивировании не зарегистрировано.

Согласно полученным данным, введение в питательную среду поверхностно активного вещества Твин-80 вызывает значительное увеличение АОА культуральной жидкости *P. eryngii* P-er. Даже внесение 0,5 г/л этого ПАВ приводит к увеличению АОА культуральной жидкости штамма в 2,8 раза. Наибольший уровень этого показателя был отмечен на среде с концентрацией Твин-80 1 г/л и составил  $34,1 \pm 0,6$  %. Это в 6,7 раз выше, чем на среде без данного компонента. Дальнейшее повышение концентрации Твин-80 в среде приводило к постепенному снижению АОА культуральной жидкости *P. eryngii* P-er. Так, АОА культуральной жидкости была меньше в 2,2 раза при росте исследуемого штамма на питательной среде с содержанием Твин-80 4 г/л по сравнению с оптимальным. Полученные результаты позволяют предположить разнохарактерную физиологическую активность Твин-80 в глубинной культуре *P. eryngii* P-er. С одной стороны, это сурфактант, участвующий в эмульгировании питательных компонентов, что облегчает их поступление в клетку и поэтому положительно влияет на метаболические процессы, задействованные, в частности, и в синтезе антиоксидантов. С другой – это субстрат реакций перекисного окисления липидов, активация которых приводит к истощению резерва антиоксидантных веществ.

Направленность изменений АОА в клетках мицелия *P. eryngii* P-er под действием Твин-80 была такой же, как и в культуральной жидкости, но интенсивность влияния на мицелий была значительно меньшей. Наибольшее статистически достоверное увеличение АОА в мицелии (на 16%) было также установлено на среде с концентрацией Твин-80 1 г/л.

Таким образом, Твин-80 оказывал положительное влияние на оба показателя АОА культуры *P. eryngii* P-er – и в мицелии, и в культуральной жидкости. Однако интенсивность воздействия была неодинаковой.

Следовательно, сурфактант Твин-80 в исследуемых концентрациях в питательной среде оказывает положительное воздействие на антиоксидантный статус глубинной культуры базидиомицета *Pleurotus eryngii* P-er.

### Список литературы

1. Меньщикова, Е. Б. Окислительный стресс. Проксиданты и антиоксиданты. / Е. Б. Меньщикова, В. З. Ланкин, Н. К. Зенков. – М. : Слово, 2006. – 553 с.
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
3. Чайка, А. В. Реакция прооксидантно-антиоксидантной системы как критерий отбора устойчивых к гипертермии штаммов *Pleurotus ostreatus* / А. В. Чайка, Ю. А. Молодцова // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2018. – № 3–4. – С. 137–145.

## ЦЕЛЛЮЛАЗНАЯ АКТИВНОСТЬ ШТАММА *IRPEX LACTEUS* 1082 ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ НА РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДАХ

**Чемерис О.В.**, канд. биол. наук, **Ткаченко Н.П.**

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, РФ  
*chemeris07@rambler.ru*

Актуальными являются исследования выбора факторов – субстратов и условий культивирования, которые регулируют и контролируют максимальный биосинтез целлюлазы при ферментации лигноцеллюлозного сырья штаммами-продуцентами [1].

Цель работы – установить целлюлозолитическую активность штамма *Irpex lacteus* 1082 при твердофазном культивировании на растительных отходах. Исследовали целлюлазную активность штамма *I. lacteus* 1082 при твердофазном культивировании на растительных отходах агропромышленного комплекса – пшеничной соломе и деревообрабатывающей промышленности – опилках яблони и хвойных пород. Культивирование штамма *I. lacteus* 1082 проводили в течение 30 суток при температуре 32 °С в колбах Эрленмейера объемом 100 мл. Определение активности целлюлаз проводили после предварительного экстрагирования ферментов 20 мл холодной дистиллированной воды в течение 1 ч. Полученную культуральную жидкость (экстракт) центрифугировали при 3 000 об/мин в течение 5 мин для удаления частиц субстрата и мицелия.

Целлюлозолитическая активность относительно фильтровальной бумаги штамма *I. lacteus* 1082 при культивировании на пшеничной соломе была отмечена на 5-е сутки и составила ~1 Ед/мг (рис. 1, а). Ферментативная активность продуцента возрастала в два раза на 10-е сутки культивирования и достигла максимальных значений ~4 Ед/мг на 25-е и 30-е сутки культивирования.

При культивировании *I. lacteus* 1082 на древесных опилках целлюлозолитическая активность относительно фильтровальной бумаги была значительно ниже, чем при использовании пшеничной соломы в качестве субстрата (рис. 1, а). Так при использовании опилок яблони низкая активность целлюлаз наблюдалась с 5-х по 20-е сутки культивирования. Однако на 25-е сутки культивирования на данном субстрате целлюлозолитическая активность была максимальной и составила ~5 Ед/мг.

При использовании древесины хвойных пород в качестве субстрата целлюлозолитическая активность продуцента была максимальной на 5-е сутки и составила ~2 Ед/мг. При дальнейшем культивировании штамма *I. lacteus* 1082 активность ферментов целлюлазного комплекса значительно снижалась.

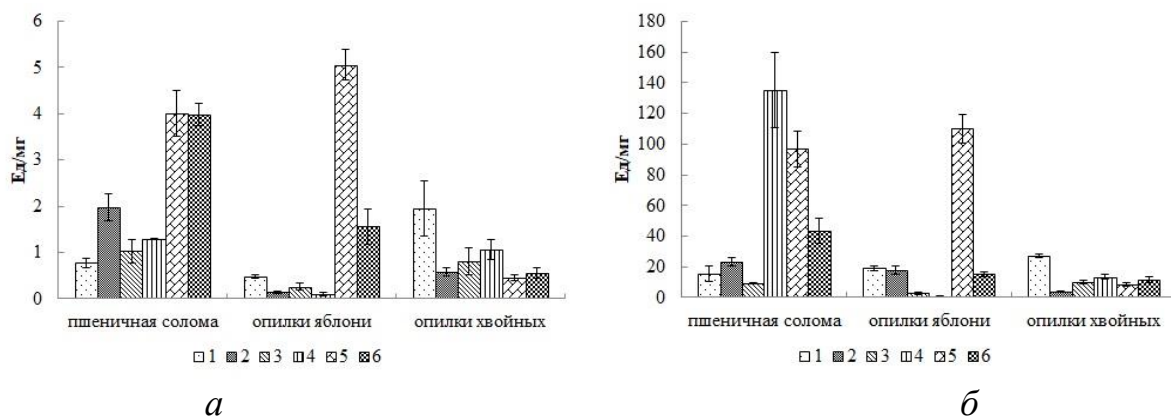


Рис. 1. Целлюлозолитическая активность штамма *Irpex lacteus* 1082 при твердофазном культивировании на растительных отходах:  
 а – фильтровальная бумага, б – Na-карбоксиметилцеллюлоза,  
 1 – 5-е сутки, 2 – 10-е сутки, 3 – 15-е сутки, 4 – 20-е сутки, 5 – 25-е сутки, 6 – 30-е сутки

Штамм *I. lacteus* 1082 способен к гидролизу производной целлюлозы – Na-карбоксиметилцеллюлозы (рис. 1, б). Установлено, что при культивировании продуцента на пшеничной соломе максимальные значения эндоглюканазной активности отмечены с 20-х по 25-е сутки. При использовании опилок яблони в качестве субстрата активность эндоглюканаз была низкой на 15-е и 20-е сутки культивирования. Значительное повышение ферментативной активности наблюдалось только на 25-е сутки культивирования штамма *I. lacteus* 1082. При культивировании продуцента на древесных опилках хвойных пород активность эндоглюканаз была наименьшей.

Штамм *I. lacteus* 1082 способен к синтезу ферментов целлюлазного комплекса при твердофазном культивировании на растительных отходах. Наиболее высокая активность целлюлаз отмечена при культивировании штамма *I. lacteus* 1082 на пшеничной соломе. Также в качестве субстрата-индуктора синтеза целлюлаз при культивировании данного продуцента можно использовать опилки яблони.

### Список литературы

1. Берестецкий, А. О. Метаболические профили и биологическая активность экстрактов из культуры гриба *Alternaria sonchi* S-102 при различных способах его культивирования / А. О. Берестецкий, А. А. Далинова, Н. С. Волосатова // Приклад. биохимия и микробиология. – 2019. – Т. 55, № 3. – С. 271–281.

## **ВЛИЯНИЕ ИОНОВ МАРГАНЦА НА РОСТОВЫЕ ПРОЦЕССЫ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ И НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ НЕКОТОРЫХ ДЕКОРАТИВНЫХ ЦВЕТКОВЫХ РАСТЕНИЙ**

**Фрунзе О.В.** канд. техн. наук, доц., **Кузьмина Е.В.**

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

*luiza.kuzmina2000@gmail.com*

Безостановочный рост народонаселения и бурное развитие производства в конце XX столетия поставили ситуацию с состоянием окружающей среды во многих странах и регионах мира на грань экологического кризиса. Загрязнение разнообразными загрязняющими веществами (среди которых тяжелые металлы занимают одно из ведущих мест) является одним из самых распространенных факторов деградации природной среды. Все вышесказанное, безусловно, подтверждает актуальность исследований влияния тяжелых металлов на растения.

Впервые термин «тяжелые металлы» был использован еще в далеком 1817 году немецким химиком Леопольдом Гмелином. Прежде всего, вызывают интерес те металлы, которые наиболее часто и в масштабных объемах используются в производственной деятельности. Именно они в результате аккумуляции во внешней среде представляют серьезную опасность с точки зрения их биологической активности и токсических свойств. Такими металлами, прежде всего, являются свинец, ртуть, кадмий, цинк, висмут, никель, медь, олово, сурьма, ванадий, хром, молибден и мышьяк, кобальт, марганец и др. Также стоит указать на то, что немалое количество тяжелых металлов являются микроэлементами. То есть эти химические элементы присутствуют в организмах в низких концентрациях (обычно тысячные доли процента или ниже) [1].

Не стоит забывать, что микроэлементами также являются важными факторами для нормального функционирования растительного организма, но они могут выступать и в качестве сильнодействующих токсинов. Из-за естественных и антропогенных причин в разных средах обитания наблюдаются совершенно различные концентрации микроэлементов, от дефицитных до токсичных уровней. Поэтому одним из основных направлений исследований растений является реакция на микроэлементами с точки зрения токсичности [3].

Марганец является одним из важнейших питательных микроэлементов. Он необходим для роста и развития растений. Однако избыток Mn токсичен для растений. Токсичность марганца – это наиболее важным показателем, ограничивающим рост (после алюминия (Al)), для растений на кислых почвах в некоторых субтропических и тропических

районах [4]. Токсичность марганца вызывает окислительное повреждение, тем самым нарушая систему фотосинтеза в листьях. Это, в свою очередь, приводит к быстрому накоплению активных форм кислорода (АФК) в растениях, а затем вызывает хлороз и некроз листьев растений [1]. Растения, которые, которые в определенной мере подверглись воздействию токсичности Mn, также демонстрируют снижение роста корней. Токсичность марганца подавляет рост не только первичного корня, но и развитие боковых корней.

В качестве объектов исследований при проведении эксперимента были использованы такие покрытосеменные декоративные растения: Куколь обыкновенный (*Agrostemma githago* L.), Календула лекарственная (*Calendula officinalis* L.), Агератум Гаустона (*Ageratum houstonianum* cv. *Bule Lagoon*).

Исследование по влиянию загрязнения почва ионами марганца на цветочно-декоративные растения проводилось по схеме полного однофакторного трехуровневого эксперимента. В качестве загрязнителя использовался сульфат марганца по стехиометрическому отношению [2]. Концентрации марганца составляли 0–3 г/кг. Семена растений проращивались согласно их биологическим особенностям. Выращивание велось на протяжении тридцати дней, продолжительность светового дня составляла 14 часов, при температуре 20–22 °С и около 70 % полной влажности почвы. В каждый сосуд вносилось по 350 г почвы, просеянной через почвенное сито с диаметром отверстий 3 мм, в который заранее вносился сульфат марганца согласно схеме эксперимента.

При снятии результатов измеряли длину корней и надземной части проростков.

Так, на длину корней проростков *Calendula officinalis* L. отдельное внесение как низкой, так и высокой концентрации марганца оказывает угнетающее влияние. При внесении 1,5 г/кг марганца длина корней уменьшается незначительно, но при дальнейшем увеличении концентрации поллютанта рост корневой системы снижается до 60 % от контроля.

Проростки *Agrostemma githago* L. оказались более восприимчивы к загрязнению почвы соединениями марганца. Даже низкая концентрация ионов марганца угнетала ростовые процессы корня данного растения на 36%, по сравнению с контролем.

Отдельное внесение низкой концентрации марганца не оказывает достоверного влияния на рост корней проростков *Ageratum houstonianum* cv. *Bule Lagoon*, а при повышении концентрации до 3 г/кг данный показатель уменьшается на 20 %.

На длину надземной части проростков *Calendula officinalis* L. внесение в почву соединений марганца в концентрации 1,5 г/кг не

оказывает достоверного негативного влияния, а наоборот, прослеживается тенденция к увеличению ростовых процессов на 16%, однако при повышении концентрации марганца до 3 г/кг – длина надземной части уменьшилась почти на 32%, по сравнению с контрольными растениями.

Проростки *Agrostemma githago* L. проявляют большую чувствительность к ионам марганца. Так, внесение данного металла в концентрации 3 г/кг привело к угнетению роста надземной части растения на 6%.

На ростовые процессы надземной части проростков *Ageratum houstonianum* cv. *Bule Lagoon* загрязнение почвы соединениями марганца не оказывает достоверного влияния, а отдельное внесение загрязнителей даже стимулирует ростовые процессы на 21%, в сравнении с контролем.

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы: внесение в почву ионов марганца оказывает отрицательный эффект на длину корня и надземной части проростков *Agrostemma githago* L. и *Calendula officinalis* L. На ростовые показатели проростков *Ageratum houstonianum* cv. *Bule Lagoon* загрязнение почвы марганцем не оказывает значительного угнетающего влияния.

#### Список литературы

1. Узаков З. З. Тяжелые металлы и их влияние на растения / З. З. Узаков // Символ науки. – 2018. – Вып. 1-2. – С. 52–53.
2. Фрунзе, О. В. Изменение интенсивности фотосинтеза у проростков некоторых видов газонных трав в условиях загрязнения почвы ионами кобальта и марганца / О. В. Фрунзе, Г. В. Постникова, О. В. Жушман // Донецкие чтения 2017 : Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса Материалы Международной научной конференции студентов и молодых ученых. Посвящена 80-летию ДонНУ. под общей редакцией С.В. Беспаловой. – 2017. – С. 174–176.
3. Andresen, E. Trace metal metabolism in plants / E. Andresen, E. Peiter, H. Küpper // J. Exp. Bot. – 2018. – Vol. 69/ – P. 909–954. doi: 10.1093/jxb/erx465
4. Zhao, J.. Manganese toxicity inhibited root growth by disrupting auxin biosynthesis and transport in *Arabidopsis* / J. Zhao // Front. Plant Sci. – 2017. – 8(272). DOI: 10.3389/fpls.2017. 00272



## ВЛИЯНИЕ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ВСТРЕЧАЕМОСТЬ ШТАММОВ БАКТЕРИЙ – АНТАГОНИСТОВ ГРИБОВ *P. FUSARIUM*

*Чистяков В.А.*, д-р биол. наук, доц.

ФГАОУВО «Южный федеральный университет», Ростов-на-Дону, РФ

*vladimirchi@sfedu.ru*

Фузариозные болезни регистрируются в большей части регионов России, где возделывается пшеница. Данные болезни способны приводить к значительным потерям урожая (до 25–30 %).

Для защиты сельскохозяйственных растений от грибковых инфекций наиболее часто применяют фунгициды. Однако эффективность данной меры защиты постоянно снижается из-за развития резистентности у грибов к действующим веществам. Поэтому в настоящее время активно ведутся исследования, направленные на поиск бактерий, которые могут быть использованы, как агенты биологического контроля фитопатогенных грибов.

Одной из перспективных групп микроорганизмов для разработки биологических средств защиты растений, проявляющих различные виды активности (фитостимуляция, широкий спектр подавляемых возбудителей, синтез ферментов и др.), являются аэробные спорообразующие бактерии родов *Bacillus* и *Paenibacillus*.

Образцы почвы были собраны с сельскохозяйственных полей, расположенных в различных районах Краснодарского края. Участки отбора проб располагались в степной зоне или предгорной зоне. На каждом поле отбор проб проводился в соответствии с общепринятыми методами.

Почвы были классифицированы как серые лесные почвы (СЛП), луговые черноземы (ЛЧ), черноземы типичные слабовыщелоченные, малогумусные, сверхмощные (ЧТСлВ, МГ, СвМ), и черноземы различной степени выщелоченности, среднегумусные, мощные (ЧРСВ, СГ, М). Общее количество полей, на которых были взяты пробы, составило 28. На всех полях, на которых проводился отбор проб, в момент самого отбора возделывалась озимая пшеница. Предшествующими культурами на данных полях были соя, кукуруза, сахарная свекла, подсолнечник, озимая пшеница и горох.

Штаммы грибов были выделены из растительных остатков пшеницы и кукурузы, собранных с полей с использованием стандартного протокола [1, 2]. Генотипическая характеристика штаммов грибов была основана на

анализе последовательности рибосомальных генов 18S и 5,8S рРНК, последовательностей ITS1 и ITS2, а также генов D1 / D2 26S р РНК.

По результатам проведенного генотипического и молекулярно-биологического анализа установлено, что используемый в работе штамм гриба рода *Fusarium*, который был выделен из пожнивных остатков, наиболее близок к виду *Fusarium graminearum* (99 % гомологии).

Бактериальные штаммы были выделены из интегральных образцов почвы с использованием разработанного нами метода [1, 2]. Всего было выделено 1040 штаммов бактерий антагонистов, проявляющих различную степень антагонистической активности в отношении гриба Fus1.

Наибольшее количество бактериальных штаммов, проявляющих антагонизм к грибам рода *Fusarium* было выделено из различных черноземов (из 1040 штаммов, из черноземов так было выделено 912 штаммов бактерий). Однако более высокая антагонистическая активность в отношении тестовой культуры гриба Fus1 была выявлена у бактерий, изолированных из образцов серых лесных почв (средний диаметр зоны подавления роста грибов составил 15,95 мм, что в 1,63 раза выше, чем у штаммов из ЧРСВ, СГ, М и ЛЧ, и в 2,79 раза выше, чем у штаммов из ЧТСлВ, МГ, СвМ).

Известно, что предшествующая культура влияет на развитие корневых гнилей у возделываемых культур. Наибольшую антагонистическую активность против *F. graminearum* Fus1 в нашем исследовании проявляли штаммы бактерий родов *Bacillus* и *Paenibacillus*, выделенные из почв с озимой пшеницей в качестве предшествующей культуры. Диаметр зоны подавления грибов такими бактериями был выше в 1,97 раза в сравнении со штаммами из почв с другой предшествующей культурой (15,3 мм в среднем против 6,5–9,8 мм). Этот факт позволяет предположить, что у отобранных штаммов бактерий произошла адаптация механизмов противогрибковой активности к преимущественному подавлению грибов данного вида, очевидно из-за их более частой встречаемости при несменном посеве озимой пшеницы.

В литературе хорошо описаны случаи подавления почвами некоторых болезней, распространяющихся через почву [3]. В то же время практически невозможно найти работы по изучению влияния типа почвы на уровень бактериального антагонизма против фитопатогенных грибов. Механизмы, которые могут способствовать подавлению патогенов, можно разделить на прямые – выработку различных противогрибковых соединений почвенными бактериями и косвенные механизмы, такие как конкуренция за железо или запуск системной устойчивости у растений-хозяев.

Есть некоторые данные, о том что почвы, подавляющие фузариозное увядание, чаще всего нейтральные или щелочные [4]. Однако наши

результаты показали, что штаммы с наибольшей степенью антагонизма в отношении грибов были обнаружены в серых лесных почвах, где уровень рН варьировал от 5,5 до 6,0. Этот результат можно объяснить тем, что на кислых почвах культуры сильнее поражаются фузариозным увяданием [5].

Самый низкий уровень подавления роста *F. graminearum* был обнаружен в типичных черноземах и может быть объяснен высоким рН (в среднем 7,5) и высоким содержанием CaCO<sub>3</sub>, характерным для этого типа почв. Эти условия усиливают конкуренцию за железо и являются неблагоприятными для фитопатогенных почвенных грибов [3].

Таким образом, полученные результаты позволяют предположить, что типы почв, подавляющие *Fusarium* благодаря своим физико-химическим свойствам, менее склонны к развитию биологического подавления за счет увеличения частоты встречаемости штаммов бактерий с высокой антагонистической активностью. Это, вероятно, связано с более интенсивной конкуренцией между бактериями и грибами в типах почв, в которых более вероятно развитие грибковых инфекций. Отсутствие севооборота еще больше увеличивает шансы бактерий и грибов встретиться в ризосфере растения-хозяина, что и обуславливает более частую встречаемость штаммов с высокой антагонистической активностью в почвах, где культурой предшественником была озимая пшеница.

### Список литературы

1. Патент № RU2724464C1. Штаммы, биопрепарат, способ получения биопрепарата и способ биологической защиты сельскохозяйственных культур от фузариоза: N RU2019139147A : заявл. 02.12.2019 : опубл. 23.06.2020 / В.А. Чистяков. – 6 с.
2. Mansour, M. B. Rapid macroconidia production in *Fusarium graminearum* 3- and 15-acetyldeoxynivalenol (ADON) chemotypes using sucrose-water medium / M. B. Mansour, Y. K. Goh, V. Vujanovic // *Annals of Microbiology*. – 2012. – Vol. 62, N 3. – P. 965–971. DOI 10.1007/s13213-011-0335-1
3. Steinberg, C. Soil Suppressiveness to Plant Diseases / C. Steinberg, V. Edel-Hermann, C. Alabouvette, P. Lemanceau // *Modern Soil Microbiology*. – CRC Press, 2019. – 340 p.
4. Alabouvette, C. Soil suppressiveness to diseases induced by soilborne plant pathogens / C. Alabouvette, H. Hoepfer, P. Lemanceau, C. Steinberg // *Soil biochemistry*. – 1996. – Vol. 9. – P. 371–413.
5. Fang X. Reduced severity and impact of *Fusarium* wilt on strawberry by manipulation of soil pH, soil organic amendments and crop rotation / X. Fang, M. P. You, M. J. Barbetti // *European Journal of Plant Pathology*. – 2012. – Vol. 134, No. 3. – P. 619–629. DOI: 10.1007/s10658-012-0042-1

## КОРРЕЛЯЦИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФОРМЫ И РАЗМЕРОВ ЛИСТОВОЙ ПЛАСТИНКИ *ULMUS PUMILA* L.

**Штирц Ю.А.**<sup>1,2</sup>, канд. биол. наук, доц., **Михайлова Д.Ю.**<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ГБУ «Донецкий ботанический сад», г. Донецк, РФ

<sup>2</sup>ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, РФ

*yu.shtirts@donnu.ru*

В целях биоиндикации состояния окружающей среды используют разнообразные параметры листовой пластинки древесных растений. При поиске информативных биомаркеров листовых пластинок, отражающих влияние внешних факторов, следует учитывать степень корреляции динамики различных морфологических показателей в ответ на изменения условий среды.

*Ulmus pumila* L. относится к древесным растениям, широко используемым при озеленении городов Донбасса.

Цель работы – оценка корреляции показателей формы и размеров листовой пластинки *U. pumila* в условиях антропогенной нагрузки.

Сбор материала проводился в 2021–2022 гг. в различных условиях произрастания растений на территории г. Харцызска. Оценка формы листовой пластинки проведена по показателю удлиненности и числовым индексам формы верхушки и основания. Вычисление показателя удлиненности листовой пластинки проведены по формулам, приведенным в работе В.Н. Исакова и др. [2]. Числовые индексы формы верхушки и основания рассчитаны согласно методике Т.Н. Гендельс, Л.Ю. Буданцева [1]. В качестве размерных показателей листовой пластинки взяты показатели длины и ширины. Измерения параметров листовой пластинки проводили в программе TPSDig 2.10. Оценка корреляции морфологических параметров листовой пластинки *U. pumila* проведена с использованием коэффициента Пирсона. Предварительно для оценки возможности использования указанного коэффициента корреляции был проведен анализ соответствия распределения исследуемых параметров листовой пластинки закону нормального распределения с использованием критериев Колмогорова–Смирнова, Лиллиефорса, Шапиро–Уилка. Методические подходы к применению и интерпретации указанных статистических параметров взяты из работы О.Ю. Ребровой [3]. Статистическая и математическая обработка проведены с использованием пакета прикладных программ STATISTICA и MS Excel.

Значения коэффициента корреляции показателей формы и размеров листовой пластинки *U. pumila* отражены в таблице.

Значения коэффициента корреляции показателей формы и размеров листовой пластинки *Ulmus pumila* L.

Показатели формы Размерные показатели	Индекс удлинённости	Числовой индекс формы верхушки	Числовой индекс формы основания
Длина	0,33	0,21	- 0,64
Ширина	- 0,52	- 0,19	- 0,16

При оценке силы корреляции использована шкала, приведенная в работе О. Ю. Ребровой [3]: слабая корреляция – значение коэффициента корреляции не превышает 0,25, умеренная корреляция – значение коэффициента корреляции составляет более 0,25 и менее 0,75, сильная корреляция – коэффициент корреляции составляет не менее 0,75.

В соответствии с полученными результатами, отраженными в таблице, отмечена умеренная корреляция значения индекса удлинённости с размерами листовой пластинки: положительная – с длиной, отрицательная – с шириной листовой пластинки. Корреляцию числового индекса формы верхушки с размерами листовой пластинки следует охарактеризовать как слабую: положительную с значением длины и отрицательную с значением ширины. Для числового индекса формы основания отмечена умеренная отрицательная корреляция с длиной и слабая отрицательная корреляция с шириной листовой пластинки.

Проведенные исследования указывают на отсутствие сильной корреляции исследуемых параметров формы листовой пластинки *U. pumila* с ее размерами. Вследствие этого можно сделать вывод, что указанные морфологические показатели являются результатом воздействия различных факторов. Данное обстоятельство следует учитывать при поиске информативных биомаркеров листовой пластинки данного вида.

### Список литературы

1. Гендельс, Т. В. Изучение изменчивости формы листовой пластинки *Populus deltoides* (Salicaceae) с помощью числового индекса / Т. В. Гендельс, Л. Ю. Буданцев // Ботанический журнал. – 1991. – Т. 76, № 5. – С. 747–752.
2. Исаков, В. Н. Исследование морфологии листа древесных средствами автоматизации / В. Н. Исаков, Л. И. Висковатова, Я. Я. Лейшовник. – Рига : Зинатне, 1984. – 196 с.
3. Реброва, О. Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA / О. Ю. Реброва. – Москва : Медиа Сфера, 2002. – 312 с.

## ОЦЕНКА КОРРЕЛЯЦИИ РАЗМЕРОВ И ФОРМЫ ЛИСТОВОЙ ПЛАСТИНКИ *BETULA PENDULA* ROTH

**Штирц Ю.А.**<sup>1,2</sup>, канд. биол. наук, доц., **Уразова А.Н.**<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ГБУ «Донецкий ботанический сад», г. Донецк, РФ

<sup>2</sup>ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, РФ

*yu.shtirts@donnu.ru*

Изменения морфологических показателей листовых пластинок растений в ответ на внешнее воздействие позволяют использовать их в целях индикации состояния окружающей среды. Ввиду того, что в биоиндикационных исследованиях используют различные морфологические показатели листовых пластинок, вызывает интерес степень корреляции их изменчивости под влиянием внешних факторов.

Цель работы – оценка корреляции размеров и формы листовой пластинки *Betula pendula* Roth в условиях антропогенной нагрузки.

Сбор материала проводился в условиях Донецко-Макеевской городской агломерации в 2021–2022 гг. Листовые пластинки были отсканированы.

В качестве размерных показателей листовой пластинки взяты показатели длины и ширины. Оценка формы листовой пластинки проведена по показателю удлинённости и числовым индексам формы верхушки и основания. Вычисление показателя удлинённости листовой пластинки проведены по формулам, приведенным в работе В.Н. Исакова и др. [2]. Числовые индексы формы верхушки и основания рассчитаны согласно методике Т.Н. Гендельс, Л.Ю. Буданцева [1]. Измерения параметров листовой пластинки проводили в программе TPSDig 2.10. Оценка корреляции морфологических параметров листовой пластинки *B. pendula* проведена с использованием коэффициента Пирсона. Предварительно для оценки возможности использования указанного коэффициента корреляции был проведен анализ соответствия распределения исследуемых параметров листовой пластинки закону нормального распределения с использованием критериев Колмогорова–Смирнова, Лиллиефорса, Шапиро–Уилка. Методические подходы к применению и интерпретации указанных статистических параметров взяты из работы О.Ю. Ребровой [3]. Статистическая и математическая обработка проведены с использованием пакета прикладных программ STATISTICA и MS Excel.

Общий объем выборки составил 440 листьев.

Значения коэффициента корреляции размеров с характеристиками формы листовой пластинки *B. pendula* отражены в таблице.

Значения коэффициента корреляции размеров с характеристиками формы листовой пластинки *Betula pendula* Roth

Показатели формы	Индекс удлинённости	Числовой индекс формы верхушки	Числовой индекс формы основания
Размерные показатели			
Длина листовой пластинки	0,07	0,32	0,19
Ширина	-0,45	0,01	0,43

Согласно работе О.Ю. Ребровой [3], корреляция считается слабой, если значение коэффициента корреляции не превышает 0,25. Если значение коэффициента корреляции находится пределах более 0,25 и менее 0,75, имеет место умеренная корреляция.

Значение коэффициента корреляции не менее 0,75 свидетельствует о сильной корреляции.

Исходя из данных таблицы, с показателем длины отмечена умеренная положительная корреляция числового индекса формы верхушки, с индексом удлинённости и числовым индексом формы основания корреляция слабая. Что касается ширины листовой пластинки, выявлена умеренная отрицательная связь с индексом удлинённости и умеренная положительная с числовым индексом формы основания. Корреляция ширины и числового индекса формы верхушки крайне низкая – 0,01.

Таким образом, значительной корреляции размеров с исследуемыми показателями формы не выявлено, то есть изменения размеров и формы листовой пластинки *B. pendula* являются проявлением реакции растения на различные экологические факторы. Данный факт следует учитывать при проведении биоиндикационных исследований.

### Список литературы

1. Гендельс, Т. В. Изучение изменчивости формы листовой пластинки *Populus deltoides* (Salicaceae) с помощью числового индекса / Т. В. Гендельс, Л. Ю. Буданцев // Ботанический журнал. – 1991. – Т. 76, № 5. – С. 747–752.
2. Исаков, В. Н. Исследование морфологии листа древесных средствами автоматизации / В. Н. Исаков, Л. И. Висковатова, Я. Я. Лейшовник. – Рига : Зинатне, 1984. – 196 с.
3. Реброва, О. Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA / О. Ю. Реброва. – Москва : Медиа Сфера, 2002. – 312 с.

# ***Физиология человека и животных, медицина***

УДК 004+575

## **ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ГЕННОЙ ИНЖЕНЕРИИ**

***Анастас К.В., Сичинская Ю.С.***

ГОУ СПО «Бендерский медицинский колледж», г. Бендеры,  
Приднестровская Молдавская Республика  
*ksjui@mail.ru*

Современная генная инженерия представляет собой новейшее направление биотехнологии, объединяющее ряд таких смежных наук как генетику, биологию, химию, вирусологию и многие другие, с целью получения новых наследственных свойств различных организмов. На сегодняшний день существует большое количество разногласий о моральной и этической стороне вопроса внедрения различных продуктов, созданных с помощью открытий в области генной инженерии, хотя многие из них уже принесли человечеству пользу. Симбиоз таких наук как биология и программирование дали возможность увеличить производительность секвенатора ДНК за короткие сроки. Ученые-биоинформатики ежедневно разрабатывают новейшие алгоритмы, определяющие исходное положение генов. К примеру, на сегодняшний день разработаны инструменты для установления порядка расположения генов и относительного расстояния между ними в группе сцепления.

Важнейшим направлением биоинформатики считается составление генетических алгоритмов, стимулирующих процесс эволюции: задается функция приспособленности и на основе скрещивания и мутации формируются последующие поколения. Это дает возможность построения демографической модели и реконструкции истории развития видов.

Для придания растению или любому живому организму новой характеристики можно внедрить соответствующий ген. Это послужило толчком при формировании отдельной отрасли фармацевтической промышленности.

Эпохой возрождения основ классической генетики можно считать середину XIX века, но лишь к концу 1960-х годов она начала развитие, а ее основными объектами стали плазмиды и вирусы. Были разработаны и внедрены методы выделения высокоочищенных препаратов неповрежденных молекул ДНК, плазмид и вирусов, а в 1970-х годах был открыт ряд ферментов, катализирующих реакции превращения ДНК [1].

В 1996 году было пересажено ядро соматической клетки в цитоплазму яйцеклетки, вследствие чего появилось первое клонированное



млекопитающее – овца Долли. Это открытие дало возможность серьезно говорить о выращивании живых организмов на основе молекул.

Благодаря генной инженерии активно развиваются молекулярно-генетические методы, что привело к появлению технологии CRISPR. Она основана на защитной системе бактерий, производящих специальные ферменты, которые позволяют им защищаться от вирусов. Когда бактерия разрушает вирус, она разрезает остатки его генома, будь то ДНК или РНК, и сохраняет как архив их внутри последовательности CRISPR. Если вирус атакует снова, то бактерия использует информацию из архива и быстро производит защитные белки, в которых заключены фрагменты генома вируса. Если эти фрагменты совпадают с генетическим материалом нынешнего атакующего вируса, как ножницами разрезает захватчика, и бактерия снова в безопасности [2].

Есть и другие методы генной инженерии, например, ZFN и TALEN. Они разрезают ДНК и вставляют туда заготовленный заранее новый фрагмент с помощью белков с ионами цинка или TAL-белков [3].

На сегодняшний день активно применяется инсулин человека, полученный с помощью рекомбинантных ДНК.

Среди препаратов, находящихся в стадии клинического изучения, лекарства, предполагающие лечение артрозов, сердечно-сосудистых заболеваний, онкологию и СПИД.

Одним из ключевых направлений среди достижений генной инженерии можно выделить терапию рака, а также такие фармакологические новинки как исследование стволовых клеток, разработка новых антибиотиков, лечение сахарного диабета.

Генная инженерия получила спрос и в сельском хозяйстве, а именно в части получения животных и растений, устойчивых к различным вирусам и инфекциям.

Еще одной немаловажной задачей является защита растений от насекомых-вредителей. Благодаря генетической модификации растений удалось значительно уменьшить интенсивность обработки полей пестицидами и увеличить количество полезных веществ и витаминов в продуктах.

Кроме того, ряд трансгенных растений обладают функцией очистки почвы, то есть они поглощают опасные вещества из загрязненных промышленными отходами почв. Это помогает решить ряд экологических проблем нашей Земли.

Значимым событием в генной инженерии также считается возвращение способности различать оттенки зеленого и красного у обезьян, лишенных этой способности с рождения. Это открытие произошло в 2009 году в Вашингтонском университете, возможно, данную методику уже вскоре можно будет применять у людей, страдающих дальтонизмом.

Новейшие исследования направлены на выращивание в теле животных органов для трансплантации. Для минимизации риска отторжения тканей животным вводят специальные гены. Эти опыты проводятся в научной лаборатории Рослинского института в Великобритании, представившего миру овцу Долли.

Генная терапия дает возможность лечить некоторые виды онкологии, а также анемию и диабет.

Можно выделить три стратегических направления в генной инженерии:

- замена гена, несущего заболевание, здоровой копией;
- отключение неправильно функционирующих мутированных генов;
- внедрение в организм нового гена, борющегося с болезнью [4].

Все вышеизложенное выглядит грандиозно и обнадеживает, но в то же время вызывает и опасения, так как генетические манипуляции теоретически возможно использовать не только в благих и мирных целях.

Вариантов развития событий в области генной инженерии существует множество, и далеко не все они изучены и, в принципе, известны. Поэтому они должны быть последовательно зафиксированы и регламентированы.

Эксперты убеждены, что генная инженерия – это будущее медицины. Возможность избавить младенца от пожизненного гнета заболевания, излечить людей от рака, найти лекарство против ВИЧ – за всем этим будет стоять генная инженерия [5].

### Список литературы

1. Генная инженерия [Электронный ресурс] // Интересные факты: [сайт]. – URL: [http:// biochemi.ru/chems-466-1.html](http://biochemi.ru/chems-466-1.html) (дата обращения: 04.09.2022)
2. Захаров, И. А. Этические аспекты последних достижений экспериментальной генетики / И. А. Захаров. – Текст: непосредственный // Евгеника в дискурсе глобальных проблем современности. – М. : Канон+, 2005. – С.170–178
3. Волоотовский, И. CRISPR/Cas9 – система редактирования геномов. Прорыв в медицинской биологии и генной терапии? / И. Волоотовский, А. Полешко. – Текст: непосредственный // Наука и инновации. – 2017. – Т. 12. – С. 59–64.
4. Алешина, Е. Основные механизмы регуляции метаболизма микроорганизмов: учебное пособие / Е. Алешина, А. Сизенцов – Текст: электронный // Оренбургский государственный университет. – Оренбург: Университет, 2014. – 144 с. <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=330477> (дата обращения: 04.09.2022)
5. Гуськов, Е. П. Генетика. Эволюция. Культура: избранные труды. – Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ ЮФУ. – 2007. – 326 с. – ISBN 978-5-87872-361-9.

## **ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕННОСТИ И ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ БОЛЕЗНЕЙ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ У ПОДРОСТКОВ ДОНБАССА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

*Ежелева М.И.* канд. мед. наук,

*Брюханова С.Т.* канд. биол. наук, доц.,

*Павлович Л.В.* канд. биол. наук, доц.

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

*yezhelevamari@mail.ru*

Гигиенически значимой проблемой Донбасса является высокий уровень заболеваемости населения, связанный с интенсивным и стойким загрязнением среды обитания химическими соединениями, в частности тяжелыми металлами [1–3]. Наряду с этим продолжающийся локальный военный конфликт приводит к последствиям стресс-индуцированных состояний у населения, которые еще больше усугубляют действие экологических факторов риска заболеваемости [4].

Целью исследований было определить основные закономерности в распространенности и заболеваемости болезнями органов дыхания у подросткового населения г. Донецка, провести оценку влияния экологических факторов и последствий стресс-индуцированных состояний на данные показатели состояния здоровья.

Выполнен анализ распространенности и заболеваемости болезнями органов дыхания у подросткового населения (15–17 лет) по следующим показателям: все болезни, острый фарингит и тонзиллит, острый ларингит и трахеит, хронические болезни миндалин, бронхиальная астма, пневмонии. С учетом гендерных различий анализ проведен по самым «загрязненному» (Б.) и «чистому», контрольному (В.) районам (не пострадавшим от боевых действий) г. Донецка в сравнении с районами К. и П., находившимися в зоне военного конфликта, и со среднегородскими показателями. Анализ проведен в течение 2012-2021 гг. Для выявления вклада военного и эпидемического дистресса данный период был разделен на довоенный, военный переходный – начала боевых действий, стабильный военный и период пандемии COVID-19. Гигиеническая оценка почвы проводилась на основании официальных статистических данных Республиканского центра санитарно-эпидемиологического надзора Государственной санитарно-эпидемиологической службы Министерства здравоохранения ДНР, а также материалов Института минеральных ресурсов по ранее выполненному картированию всей территории г. Донецка. Для проведения гигиенической оценки нами учитывалась концентрация 12 тяжелых металлов и металлоидов (ТМ): свинец, цинк, кадмий, медь, марганец, фосфор, мышьяк, таллий, барий,

ртуть, алюминий, стронций, рассчитывалась кратность превышения ПДК (в случае отсутствия таковой – кратность превышения фоновых показателей) – как наиболее информативный параметр. Для расчета показателей состояния здоровья населения использовались официальные учетно-статистические документы, показатели среднегодовой численности различных групп подростков по районам и г. Донецку в целом.

Различия между группами определяли методом множественных сравнений Шеффе, кроме того рассчитывались коэффициенты корреляции между уровнями распространенности, заболеваемости и максимальной кратностью превышения концентрации ТМ в почве каждого района.

Максимальные уровни распространенности болезней органов дыхания (ОД) у подростков в целом, у юношей и девушек в довоенный и оба военных периода определялись в загрязненных окраинных районах П., К. и Б., значительно превышая показатели «чистого» района и среднегородские уровни. В период пандемии выявлен значительный рост болезней ОД во всех районах и в среднем по городу, кроме района П. у подростков и у юношей (снижение по сравнению с довоенным уровнем в 1,20 раза и 2,45 раза соответственно). Отмечена сильная корреляционная связь распространенности болезней ОД у девушек в первом периоде с содержанием свинца ( $R=0,666$ ,  $p < 0,05$ ), цинка ( $R=0,671$ ,  $p < 0,03$ ), фосфора ( $R=0,664$ ,  $p < 0,05$ ), стронция ( $R=0,756$ ,  $p < 0,05$ ) и алюминия во втором периоде ( $R=0,755$ ,  $p < 0,05$ ). У юношей определялась корреляция с содержанием мышьяка в I периоде ( $R=0,656$ ,  $p < 0,05$ ) и бария – во II ( $R=0,657$ ,  $p < 0,05$ ).

Заболеваемость острым фарингитом и тонзиллитом у подростков характеризовалась следующими тенденциями: неуклонное снижение уровней от довоенного к периоду пандемии во всех районах, включая среднегородские показатели, во все периоды максимальные уровни наблюдались в загрязненном окраинном районе П. ( $p < 0,01$ ) и «чистом» районе В. в военный переходный период ( $p < 0,01$ ).

Показатели заболеваемости острым ларингитом и трахеитом снижались от довоенного к периоду пандемии в загрязненных окраинных районах П., К., и Б., тогда как в контрольном районе и по г. Донецку тенденция была обратной. Максимальные уровни определялись в «чистом» районе во все периоды ( $p < 0,01$ ,  $p < 0,05$ , кроме военного стабильного периода), превышая среднегородские уровни в 5,30–7,27 раз.

Заболеваемость пневмониями в г. Донецке у подростков росла от военного переходного к периоду пандемии, такая же тенденция наблюдалась в районе П. Однако в остальных районах, включая контрольный, заболеваемость пневмониями снижалась, достигая минимума в период пандемии. Выявлена корреляционная связь заболеваемости пневмониями и содержанием марганца во II периоде у подростков ( $R=0,669$ ,  $p < 0,04$ ) и девушек ( $R=0,765$ ,  $p < 0,04$ ), а также у девушек в III и IV периодах с содержанием бария ( $R=0,667$ ,  $p < 0,04$  и  $R=0,686$ ,  $p < 0,02$  соответственно).

В первые два периода достоверно ( $p < 0,01$ ,  $p < 0,05$ ) максимальные уровни распространенности хронических болезней миндалин определяются в самом «грязном» и самом «чистом» районах, не пострадавших от боевых действий. При этом показатели контрольного района В. превышают среднегородские уровни в 3,9 – 5,1 раза ( $p < 0,01$ ), а показатели пострадавшего загрязненного окраинного района П. – в 24,1–45,1 раза ( $p < 0,01$ ). В военном стабильном периоде районы Б. и В. остаются районами, определяющими уровни распространенности нозологии. Период пандемии характеризовался резким снижением распространенности хронических болезней миндалин в контрольном районе, а максимальные показатели определялись в районе Б. (достоверно превышая остальные районы). В этом периоде наблюдается сильная связь уровней распространенности и содержания свинца ( $R=0,659$ ,  $p < 0,05$ ), цинка ( $R=0,667$ ,  $p < 0,04$ ) и стронция ( $R=0,660$ ,  $p < 0,04$ ). Полученные данные позволяют утверждать, что неспецифическое действие ТМ (особенно на фоне последствий стресс-индуцированных состояний в период пандемии COVID-19) оказывает влияние на уровни данной патологии.

Аналогичные тенденции отмечаются в отношении бронхиальной астмы (БА): максимальные уровни распространенности в первые 2 периода определялись в контрольном районе В. (достоверно во II периоде,  $p < 0,01$ ). В III периоде наблюдается противоположная тенденция: показатель распространенности БА в «чистом» районе снижается на фоне его роста в остальных районах и в г. Донецке, что привело к их выравниванию. Т.о., значимых межрайонных отличий не выявлено. В период пандемии продолжается снижение уровней распространенности в контрольном районе, а максимальные показатели определяются в г. Донецке и загрязненном окраинном пострадавшем районе П. ( $p < 0,01$ ,  $p < 0,05$ ). Корреляционные связи содержания ТМ с данной патологией не выявлены.

### Список литературы

1. Ластков, Д. О. Тяжелые металлы как загрязнители окружающей среды: оценка риска здоровью населения / Д. О. Ластков, О. В. Гапонова, Д. А. Госман, В. В. Остренко // Архив клинической и экспериментальной медицины. – 2019. – Т. 28, №2. – С. 180–183.
2. Грищенко, И. И. Гигиеническая оценка распределения тяжёлых металлов в почвах техногенного региона / И. И. Грищенко, А. В. Зорькина, И. Н. Басенко // Университетская клиника. – 2017. – Т.1 (25), №4 – С. 42–46
3. Романченко, М. П. Изменения характеристик состояния почвы в период локального военного конфликта / М. П. Романченко, Д. О. Ластков, М. И. Ежелева // Университетская клиника. – 2021. – №3(40). – С. 12–19.
4. Ежелева М. И. Динамика показателей распространенности болезней органов дыхания среди населения г. Донецка / М. И. Ежелева, С. Т. Брюханова, Л. В. Павлович // Университетская клиника. Материалы Международного медицинского форума Донбасса «Наука побеждать... болезнь». – 2021. – Приложение II. – С. 167.

## РАЗВИТИЕ ГЕРИАТРИИ В ПРИДНЕСТРОВСКОЙ МОЛДАВСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

*Кизима В.В.<sup>1</sup>, Каушняя В.В.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>ГОУ «Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко», Бендерский политехнический филиал, г. Бендеры, Приднестровская Молдавская Республика,

<sup>2</sup>МОУ «Бендерская гимназия №2», г. Бендеры, Приднестровская Молдавская Республика  
*vkizima@yandex.ru, vkaushnian@mail.ru*

Актуальность темы обусловлена проявлением одной из демографических проблем Приднестровья – «старением населения». В нашей работе затрагиваются вопросы развития гериатрии, как социально значимого направления медицины, исследование перспектив развития гериатрии в регионе.

Гериатрия – частный раздел геронтологии, занимающийся изучением, профилактикой и лечением болезней старческого возраста. Необходимость развития медицины «третьего возраста» стала особенно очевидной в последние десятилетия, когда в результате изменения демографической ситуации процент пожилых людей в нашей стране возрос. Для сохранения нормального уровня жизни чрезвычайно важно организовать для людей старческого возраста качественное медицинское обслуживание. Развитие геронтологии в ПМР позволит повысить продолжительность жизни нашего населения, улучшить ее качество в преклонном возрасте, а также облегчить течение многих болезней, которыми страдают пожилые пациенты [1].

В исследовании использовались отчётные материалы РГЦиЭ, статистические сборники «Здоровье населения Приднестровья и деятельность учреждений здравоохранения», отчетов МЗиСЦ, а также литературные и картографические источники.

Используя статистические данные, было выявлено, что в ПМР на период 2017 г. проживает 132,02 тыс. человек в возрасте свыше 60 лет. При этом были выявлены заболевания взрослого населения на 2019 г. до начала пандемии коронавируса: лидером являются заболевания эндокринной системы, кровообращения, мочеполовой системы. Заметно наблюдается рост смертности от болезней сердечно-сосудистой системы. Что весьма актуально для нашего государства, процент смертности от сердечно-сосудистых заболеваний составляет 57,1 %. Наиболее частыми в структуре смертности являются: ишемическая болезнь сердца, новообразования, сосудистые поражения мозга, болезни органов пищеварения, отравления, травмы и убийства. За январь-декабрь 2020 года, по сравнению с аналогичным периодом 2019 года, увеличилось число смертей от

ишемической болезни сердца на 3,3 %, от сосудистых поражений мозга – на 3,0%, от болезней органов пищеварения – на 2,0 % [2, 3].

В медицине для пациентов старшего возраста также существует свой подход: их лечат врачи-гериатры. Пожилых людей в Приднестровье тысячи. Возьмем открытые данные Центра социального страхования и социальной защиты ПМР: в 2020 году пенсию по старости получали 72470 человек (без учета получателей пенсий иностранных государств). Как следствие, растет демографическая нагрузка на экономически активное население.

Согласно международным критериям, население считается старым, если доля людей в возрасте 65 лет и старше в структуре населения превышает 7 %. По данным местной статистики, по итогам 2020 г. в Приднестровье численность населения от 65 лет и старше составляет 28 % от всего населения [2].

Нами был проведён расчёт демографической нагрузки нетрудоспособного населения на трудоспособное население ПМР. Различают следующие показатели демографической нагрузки: отношение числа детей или числа пожилых людей (или общего числа детей и пожилых людей) к числу людей трудоспособного возраста.

Определение коэффициента нагрузки на трудоспособное население ПМР: численность населения за 2017 год – 469 тыс. человек, моложе трудоспособного возраста (лица 0–16 лет) – 86,58 тыс. человек, в трудоспособном возрасте (от 16–59 лет) – 250,4 тыс. человек, старше трудоспособного (60 лет и старше) – 132,02 тыс. человек.

Расчёт показал: коэффициент нагрузки трудоспособного населения стариками: на 1000 человек трудоспособного населения нагрузка пожилых и старых (60 лет и старше) составляет 527,24 человек.

Перечисленные выше показатели трудовой нагрузки характеризуют экономическую нагрузку на лиц трудоспособного возраста и важны при разработке мероприятий по социальному обеспечению и рациональному использованию трудовых ресурсов ПМР. Анализ показателей демографической нагрузки населения важен не только с демографической, но и с экономической точки зрения, в частности, при разработке социальных программ поддержки пожилых людей, при определении стратегии развития пенсионной системы нашего государства. Следует обратить внимание государства на новые технологии, используемые в медицине, такие, как приобретение современной диагностической техники и применение технологии культуры клеток, которые способны коренным образом помочь людям «третьего возраста» находиться длительно в активном состоянии. Речь идёт о технологии внедрения стволовых клеток, которая набирает обороты во всём мире. Когда мы рождаемся, у нас в костном мозге на 10 тысяч кроветворных клеток приходится 1 стволовая, а в 70 лет 1 стволовая клетка на миллион. Благодаря такой технологии

решаются вопросы клеточно-тканевой терапии [4]. Конечно, для ПМР это очень дорогая технология, но на перспективу на базе станций переливания крови можно создать именной банк стволовых клеток уже сейчас рождаемых детей в ПМР, которыми они смогут воспользоваться, будучи уже в возрасте в условиях нашей медицины в перспективе, либо пройдя процедуру в других странах со своим биологическим материалом.

Гериатрия в качестве врачебной специальности требует официального утверждения на уровне обучения студентов медицинского факультета геронтологии и гериатрии, позволяющих качественно изменить состояние организма.

Наши предложения по решению данной проблемы:

1. Развитие геронтологии в Приднестровье позволит повысить продолжительность жизни нашего населения, улучшить ее качество в преклонном возрасте, а также облегчить течение многих болезней. Гериатрия в качестве врачебной специальности требует официального утверждения на уровне обучения студентов медицинского факультета геронтологии и гериатрии, а также создания в институте усовершенствования врачей кафедр гериатрии с целью подготовки кадров врачей-гериатров.

2. Создание банка именных стволовых клеток рождённых детей в ПМР и в перспективе внедрение технологии культуры клеток в нашу терапию.

3. Улучшение качества и продолжительности жизни населения «третьего возраста», возможно при объединении социальной защиты и медицинской помощи в единую медико-социальную систему.

### **Список литературы**

1. Агаджанян Н. А. Экология человека: здоровье и концепция выживаемости / Н. А. Агаджанян. – М. : Изд-во РУДН, 1998. – 239 с.
2. Статистические сборники «Здоровье населения Приднестровья и деятельность учреждений здравоохранения в 2012-2016 года», МЗиСЦ. – Тирасполь. – 2012, 2013, 2014, 2015, 2016-2019 гг. – 201 с.
3. Фельдман Е.С. Медико-географическое исследование территории Молдавии / Е. С. Фельдман // издательство Кишинев: «Штиинца», 1977. – 169 с.
4. Электронный ресурс <http://www.mayoclinicproceedings.org/home>.



## НЕЙРОДИНАМИЧЕСКИЕ КОРРЕЛЯТЫ ГИПЕРАКУЗИИ У СТУДЕНТОК С НОРМАЛЬНЫМ СЛУХОМ

*Кочура Д.А.*, канд. биол. наук, доц.

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

*d.a.kochura@rambler.ru*

Согласно статистическим данным Всемирной организации здравоохранения, количество лиц в мире, страдающих нарушениями слуха больше 40 дБ на лучше слышащее ухо, составляет порядка 300 млн человек. Только в Российской Федерации число жителей с нарушением слуха превышает 13 млн человек [1]. Нарушения слуха довольно часто являются следствием воздействия производственного или бытового шума громкостью выше 80 дБ [2], и на начальных стадиях протекают бессимптомно [3]. Их косвенными признаками могут служить шум в ушах, феномен ускоренного нарастания громкости, гиперacusия (снижение порога слухового дискомфорта ниже 77 дБ) [4, 5]. В то же время, перечисленные явления возникают не всегда [4].

Возможно, изучение нейродинамических коррелятов гиперacusии позволит пролить свет на механизмы адаптации слухового анализатора к дискомфортному уровню звука.

В исследовании приняли участие 79 отологически здоровых 19–23-летних студенток биологического факультета ДонНУ. У них методом минимальных изменений моноурально определяли абсолютный слуховой порог, порог дискомфорта и время экспозиции дискомфортного звука для частоты 1 кГц. Ни у кого из респондентов не наблюдалось клинических проявлений шума в ушах, абсолютный слуховой порог не превышал норму ( $\leq 26$  дБ), [1]. Помимо этого, измеряли световую чувствительность и скорость адаптации зрительного анализатора, дифференциальный тактильный порог, нейродинамические параметры личности, вегетативную реактивность. Условия проведения исследования соответствовали «Этическим принципам проведения научных медицинских исследований с участием человека» (2000 г.).

Учитывая разнообразный и незначительный объем выборок, при сравнительном анализе оценивали равенство дисперсий (F-критерий), средних (t-критерий), рангов (U-критерий). Достоверными считали различия на уровне  $p \leq 0,05$  при условии равенства дисперсий.

Согласно данным аудиометрии, порог слухового дискомфорта в среднем составил  $80,3 \pm 1,68$  дБ. При этом у 33 человек (42 %) максимально допустимая громкость звука 85 дБ не вызывала дискомфорта (рис. 1).

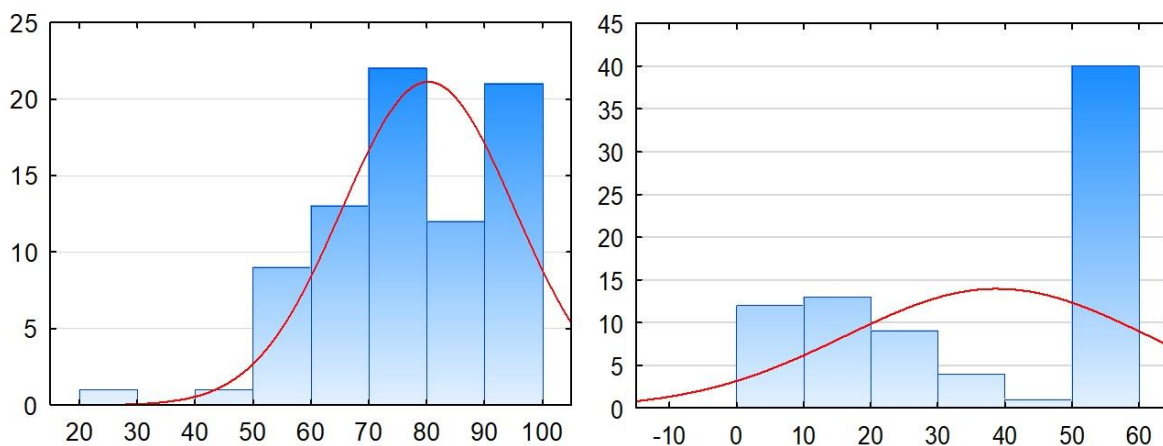


Рис. 1. Распределение значений порога дискомфорта (слева) и времени экспозиции дискомфортного звука (справа) для частоты 1 кГц. По горизонтали отложена громкость звука (дБ), по вертикали – соответствующее кол-во респондентов (%)

Еще более асимметрично выглядит распределение времени экспозиции дискомфортного звука (рис. 1). 38 человек (48 %) без усилия выдерживали моноуральную экспозицию звука на уровне порога дискомфорта (выше 85 дБ) в течение минуты. 24 человека (30 %), у которых совпали высокие значения обоих показателей – пороги дискомфорта выше 85 дБ с высоким временем экспозиции (1 мин), составили группу «Громкий-Долго» (ГД; n=24). Еще 9 человек показали высокий порог дискомфорта, но низкую устойчивость к дискомфортному звуку («Громкий-Недолго», ГН; n=9). Студентов с гиперacusией (порог дискомфорта ниже 77 дБ) оказалось неожиданно много – 35 человек (44 %), из которых 11 обладали высокой («Тихий-Долго», ТД; n=11), и 24 – низкой устойчивостью к дискомфортному звуку («Тихий-Недолго», ТН; n=24).

Таким образом, субъективная оценка громкости интенсивного звука оказывается заниженной у 30 % студентов, что повышает риск частого шумового воздействия и как следствие – развития нарушений слуха [2, 3].

Согласно распространенной «модели центрального усиления», гиперacusия является побочным эффектом компенсаторного возбуждения ЦНС, призванного облегчить восприятие порогового сигнала. Однако, абсолютные слуховые пороги у четырех групп не различаются. Критерий Спирмена также показал отсутствие связи между высотой порога дискомфорта и абсолютного порога. С другой стороны, абсолютная слуховая чувствительность связана положительно с точностью отмеривания пространственных и динамических параметров движений, с уровнем агрессивности, а отрицательно – с реактивностью симпатического отдела вегетативной нервной системы ( $p \leq 0,05$ ).

Таким образом, абсолютная слуховая чувствительность может оказаться связана скорее со скоростью развития возбуждения и со скоростью обработки информации в других анализаторах, нежели с терминальной чувствительностью в собственном.

У группы ГД сравнительно с ТД лучше дифференциальная тактильная чувствительность на тыльной стороне ладони ( $p \leq 0,001$ ), точнее оценка мышечного усилия ( $p = 0,01$ ), меньше уровень эмоциональности ( $p = 0,06$ ). У группы ГК сравнительно с ТК быстрее начальные этапы зрительной адаптации ( $p = 0,06$ ), но больше отрицательная ошибка при оценке пространственных параметров движения ( $p = 0,05$ ) и положительная – при оценке динамических параметров ( $p = 0,09$ ), что может быть связано с более высокой фоновой активностью ( $p = 0,02$ ) или лабильностью нервной системы ( $p = 0,04$ ).

Таким образом, гиперacusis сочетается с относительно сниженной дифференциальной тактильной чувствительностью, повышенной эмоциональностью, замедленными начальными этапами зрительной адаптации, с более низкой фоновой активностью и лабильностью нервной системы.

Как и следует из «модели центрального усиления», гиперacusis является поведенческим маркером дезадаптации в надмодальных сенсорных центрах ГМ. Ее появление у 44 % женщин с нормальной абсолютной слуховой чувствительностью (абсолютный порог  $\leq 26$  дБ), указывает на своеобразную «центральную гипервозбудимость» [4, 5], которая может быть этиологическим фактором «сверхадаптации» в сенсорных системах.

### Список литературы

1. Гиндюк, А. В. Оценка временного смещения порогов слухового восприятия инвалидов по слуху специализированных предприятий / А. В. Гиндюк // Здоровье и окружающая среда. – 2013. – № 23. – С. 17–21.
2. Аденинская, Е. Е. Зависимость повышения порогов слышимости у членов летных экипажей от производственных факторов риска / Е. Е. Аденинская, Н. И. Симонова, А. А. Савельев, С. С. Мухарамова // Вестник современной клинической медицины. – 2018. – Т. 11, Вып. 1. – С. 17–22.
3. Силкина, А. В. Современный взгляд на проблему потери слуха, вызванную шумом (литературный обзор) / А. В. Силкина, Я. А. Накатис // Российская оториноларингология. – 2016. – №4 (83). – С. 97–102.
4. Baguley, D. M. Hyperacusis / D. M. Baguley // Journal of the Royal Society of Medicine. – 2003. – № 96(12). – P. 582–585. <http://pro-audiologia.ru/item/366-hyperacusis> (дата обращения 2.09.2022). – Режим доступа: Проект: Аудиология.
5. Chen, G. Behavioral evidence for possible simultaneous induction of hyperacusis and tinnitus following intense sound exposure / G. Chen, C. Lee, S. A. Sandridge, H. M. Butler, N. F. Manzoor, J. A. Kaltenbach // Journal of the Association for Research in Otolaryngology. – 2013. – V. 14(3). – P.413–424. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23440516/> (дата обращения 3.09.2022). – Режим доступа: База данных научной периодики PubMed.gov

**ЗАВИСИМОСТЬ ВЫЗДОРОВЛЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА ОТ  
ОКРУЖАЮЩЕЙ ОБСТАНОВКИ И МЕТОДОВ ЛЕЧЕНИЯ, НА  
ПРИМЕРАХ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛЮДЕЙ С ЧЕРЕПНО-  
МОЗГОВЫМИ ТРАВМАМИ**

*Круглик И.С., Маркевич Д.П.,  
Минин А.С., Васёха В.А.*

УО «Витебский государственный орден Дружбы народов медицинский университет»  
г. Витебск, Республика Беларусь  
*dasha.markevich.123@mail.ru*

Данным исследованием мы искали ключи к разгадке, может ли влиять психосоматика на лечение, а также влияет ли метод лечения на скорость восстановления.

Цель исследования – описать способы исследования, пациентов, центры, методы лечения и результаты исследования, основанного на фактических данных о черепно-мозговой травме (ЧМТ), и оценить возможность обобщения результатов для населения, проходящего стационарную реабилитацию после ЧМТ в Гомеле.

Материалы и методы. Проспективное, лонгитюдное, обсервационное исследование, 2 стационарных реабилитационных центра, пациенты, зарегистрированные в период с сентября 2021 г. по февраль 2022 г. и поступившие на стационарную реабилитацию после травмы ЧМТ.

Черепно-мозговая травма (ЧМТ) – это повреждение черепа и внутричерепного содержимого (головного мозга, его оболочек, сосудов, нервов) вследствие механического воздействия. Так как мы брали в расчёт только случаи, которые по шкале Глазго имели степень умеренной или лёгкой тяжести, мы встречались с такими случаями: возвращение в отделение неотложной помощи во время реабилитации, продолжительное пребывание в реабилитации, дальнейшее посещение стационаров после выписки и повторная госпитализация через 9 месяцев после выписки, выздоровление.

В результате исследований было обнаружено, что количество людей с травмами головы, полученными от физического воздействия, создают относительно однородные подгруппы для последующего анализа и поиска лучших комбинаций лечения. Характеристики диагнозов наших наблюдаемых были схожими. Пациенты, участвовавшие в исследовании, в целом, были аналогичны национальным группам реабилитации после ЧМТ в США. Разные люди имели разное финансовое положение, что также влияло на качество лечения.

Мы отметили, что незнание времени, потраченного на то, что симптомы травмы не были замечены, а также незнание точных методов

лечения сыграло не в нашу сторону, и мы не могли сразу выявить результативность лечения, т.к. не имели доступа к медицинским базам. Мы подтверждали некоторые свои предположения результатами сравнительного исследования эффективности реабилитации после инсульта: среднее время, затрачиваемое на физиотерапию и трудотерапию.

Мы проанализировали исследования эффективности острой реабилитации после ЧМТ, в которых описывались успехи, достигнутые во время реабилитации; эффекты раннего вмешательства; и эффекты интенсивности реабилитационных усилий. Лица с ЧМТ однозначно добиваются функциональных улучшений во время стационарной реабилитации, в том числе улучшений в передвижении, независимости и когнитивных способностях. Однако стало менее понятно, насколько эти улучшения могут быть связаны с конкретными методами восстановительной терапии, а также с возрастом пострадавшего. Данные были собраны со 100 человек с ЧМТ.

Уровень благоприятности лечения основывался на количестве времени, уделяющемся пациентам, анонимному опросу и визуальной оценке выздоровления (самостоятельное хождение, возвращение в форму и возвращение памяти, если она была утрачена). По нашим подсчётам люди со средней массой тела поправлялись быстрее полных людей вне зависимости от обстановки и методов лечения.

Жертвами травматической болезни часто становятся молодые люди, но мы учли престарелых и по нашим наблюдениям молодые люди часто сталкивались с осложнениями из-за ещё растущего мозга, что у престарелых наблюдалось намного реже. Люди с хорошим ментальным состоянием, окруженные благоприятными условиями, без вредных привычек, как правило, быстрее шли на поправку.

Люди с физической зависимостью от алкоголя чаще сталкивались с отёками тканей мозга. Наша погрешность состояла в том, что было недостаточно фактических данных о том, какими должны быть сроки проведения вмешательств, т.к. не было доступа в получении медицинских данных, какой тип и интенсивность вмешательств являются эффективными.

## НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ У ШКОЛЬНИКОВ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ И НЕ ЗАНИМАЮЩИХСЯ СПОРТОМ

*Курбанов А.Ш.*, канд. биол. наук, доц., *Дустов К.Т.*, *Мингишева З.А.*

Каршинский государственный университет, г. Карши, Узбекистан

*abdulazizshk@mail.ru*

Своеобразие деятельности кардиореспираторной системы является одним из важнейших показателей при изучении здоровья [1–4]. В данном исследовании изучено функционирование кардиореспираторной системы у школьников и школьников-спортсменов, проживающих в г. Карши. Исследования проводились в 2022 году среди школьников (48 учащихся) и учащихся спортивных школ (35 учащихся) одинакового возраста (15–17 лет). Учащиеся спортивной школы занимались футболом.

Результаты нагрузочной пробы Руфе у не занимающиеся спортом учащихся средних школ были на среднем уровне у 45,8 %, на удовлетворительном – у 29,1 %, на хорошем – у 20,8 %, и высоком – у 4,1 % обследованных подростков. Пробы Руфе у учащихся-спортсменов показали средний уровень у 28,5 %, удовлетворительный – у 22,8 %, хороший у 28,5 %, высокий – у 20 % участников обследования.

Видно, что результаты у учащихся спортивных школ по тесту Руфе выше, чем у школьников, не занимающихся спортом. Однако в обеих обследованных группах процент лиц со средними и удовлетворительными показателями значительно выше. Результаты оценки адаптационного потенциала системы кровообращения показали, что среди обследованных учащихся, не занимающиеся спортом, 70,8 % имели пониженный показатель, 18,8 % – удовлетворительный, 10,4 % – хороший. Эти показатели у воспитанников спортивных школ были снижены у 57,1 %, на удовлетворительном уровне у 22,9 %, на хорошем – у 20 % подростков.

### Список литературы

1. Ахмедова Д.И. Физическое развитие и состояния здоровья детей, занимающихся спортом : Сб. тез. VI съезда педиатров Республики Узбекистан. – 2009. – С. 109-110.
2. Алферова О.П., Осин А.Я. Функциональное состояние кардиореспираторной системы у подростков в зависимости от исходного вегетативного тонуса : Фундаментальные исследования. – 2011. – № 1. – С. 35-40.
3. Ланда, Б.Х. Методика комплексной оценки физического развития и физической подготовленности : учеб. пособие / Б.Х. Ланда. – М. : Советский спорт, 2011. – 348 с.
4. Ямпольская Ю.А. Физическое развитие и функциональные возможности подростков 15-17 лет, обучающихся в школе и профессиональном училище : Педиатрия : (Журнал имени Г.Н.Сперанского, 2007. – Т. 86, № 5. – С. 69-72.

## **ВЛИЯНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА ДЕТСКУЮ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТУЮ ПАТОЛОГИЮ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ ДОНБАССА**

*Ластков Д.О.*, д-р мед. наук, проф.,

*Ежелева М.И.*, канд. мед. наук

ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет

им. М. Горького», г. Донецк, РФ

*lastkov.donmu@list.ru, yezhelevamari@mail.ru*

Условия проживания в экокризисном регионе, которым является Донбасс, вносят значительный вклад в заболеваемость и смертность населения от различных нозологий [1, 2]. Дети являются наиболее чувствительным контингентом к качеству среды обитания в силу их анатомо-физиологических особенностей. По данным ВОЗ более трети болезней в детском возрасте обусловлено негативным влиянием факторов внешней среды.

Цель работы – провести оценку влияния тяжелых металлов на заболеваемость и распространенность болезней системы кровообращения у детей в техногенном регионе, в т.ч. в условиях последствий военного и эпидемического дистресса при локальном военном конфликте.

В качестве индикатора загрязнения окружающей среды нами была выбрана концентрация 12 тяжелых металлов (ТМ) и металлоидов в почве. Выполнен анализ распространенности и заболеваемости болезнями системы кровообращения среди детей по следующим показателям: эссенциальная гипертензия (ЭГ), неревматические поражения клапанов сердца (НРПКС). С учетом возрастных и гендерных различий детей анализ проведен по самым «грязному» (Б.) и «чистому» (В.) районам (не пострадавшим от боевых действий) г. Донецка в сравнении с районами К. и П., находившимися в зоне военного конфликта, и со среднегородскими показателями в течение 4-х временных периодов: довоенного (2012–2013 гг.), военного переходного – начала боевых действий (2014–2016 гг.), стабильного военного (2017–2019 гг.) и пандемии (2020–2021 гг.). Данная периодизация также учитывала изменения демографических характеристик. Для расчета интенсивных показателей использовалась учетно-статистическая форма № 12, показатели среднегодовой численности детского населения, которое обслуживалось учреждениями здравоохранения. Межгрупповые и межрайонные различия оценивались методом множественных сравнений Шеффе. Рассчитаны коэффициенты корреляции между уровнями болезней системы кровообращения у детей и максимальной кратностью превышения концентрации ТМ в почве каждого района.

Эссенциальная гипертензия (ЭГ) также является достаточно редкой патологией: в довоенный период она отсутствовала в районах П. и В. (контрольный), по городу нет случаев в группе «0-6 лет». Заболеваемость в течение всех 4-х периодов регистрировалась только по городу в целом, поэтому межрайонные различия недостоверны. Максимальные уровни – в самом «грязном районе» Б. (по распространенности достоверно выше среднегородских и остальных районных в группах всех детей, мальчиков и школьников,  $p < 0,01$ ). В период активных боевых действий распространенность и заболеваемость данной нозологией по-прежнему отсутствует в районе П., заболеваемость – в районах Б. и К. Максимальные уровни отмечаются в контрольном районе В., причем среди мальчиков и дошкольников – только в этом районе. В военный стабильный период данная патология не диагностируется во всех загрязненных районах (Б., К., П.), отсутствует заболеваемость дошкольников города. Наибольшие показатели сохраняются в «чистом» районе В. В период пандемии нозология не зафиксирована в районах Б., В., П., по городу нет случаев в группе «0-6 лет». Довоенные уровни распространенности нозологии у всех детей, мальчиков и школьников в районе Б. значимо выше, чем во все последующие периоды. Гендерные и возрастные различия носят разнонаправленный характер. Общая тенденция состоит в превалировании уровней у девочек по сравнению с мальчиками, у школьников по сравнению с дошкольниками (достоверно – распространенность по городу во II периоде и по району Б. в довоенном, везде  $p < 0,01$ ). Обратная зависимость отмечается в районе В. на протяжении II–III периодов.

В довоенный период отмечена сильная связь уровней в группах всех детей и школьников: по распространенности – с содержанием цинка ( $R=0,798$  и  $R=0,799$ ,  $p < 0,01$ ), по заболеваемости – с содержанием свинца ( $R=0,768$  и  $R=0,760$ ,  $p < 0,04$ ), цинка ( $R=0,798$  и  $R=0,793$ ,  $p < 0,02$ ) и стронция ( $R=0,761$  и  $R=0,775$ ,  $p < 0,04$ ). В этот же период уровни распространенности и заболеваемости у мальчиков коррелировали с концентрацией меди ( $R=0,800$ ,  $p < 0,01$ ), распространенность у девочек – с содержанием свинца ( $R=0,772$ ,  $p < 0,03$ ), цинка ( $R=0,797$ ,  $p < 0,03$ ) и стронция ( $R=0,766$ ,  $p < 0,04$ ), заболеваемость у девочек – с концентрацией свинца ( $R=0,796$ ,  $p < 0,03$ ) и стронция ( $R=0,798$ ,  $p < 0,01$ ). В военный переходный период наблюдалась сильная связь уровней распространенности в группах девочек и школьников с концентрацией свинца ( $R=0,799$  и  $R=0,793$ ,  $p < 0,01$ ) и стронция ( $R=0,800$  и  $R=0,796$ ,  $p < 0,04$ ). В период пандемии во всех группах, кроме дошкольников, определяется корреляция уровней распространенности и заболеваемости с содержанием таллия ( $R=0,786$ ,  $p < 0,02$ ).

Таким образом, если в довоенный период отмечалась зависимость нозологии от загрязнения окружающей среды, то, начиная со II периода, корреляции слабеют, а максимальные показатели определяются в



«чистом» районе; в IV периоде определяющим уровни патологии становится окраинный район, пострадавший от боевых действий.

По неревматическим поражениям клапанов сердца (НРПКС) в довоенный период не выявлено значимых межрайонных, гендерных и возрастных различий. Распространенность и заболеваемость данной нозологией отсутствуют в районе П., заболеваемость – в районе Б. Максимальные показатели отмечены в районе К. В I-II периоды наблюдается рост показателей по всем районам и городу в целом со стабилизацией в период пандемии. С началом боевых действий максимальные показатели сохранились (II-IV) в районе К., минимальные – в районе П. (отсутствуют в группе дошкольников). Уровни распространенности в III-IV периодах достоверно превышают I-II периоды по всем группам детей в районе Б. ( $p < 0,01$ ) и городе ( $p < 0,05$ ). По всем районам, кроме района Б. (достоверно в III-IV), распространенность нозологии у школьников больше, чем у дошкольников (в городе и районе К. (III-IV), районе П. (IV) – значимо,  $p < 0,01$ ). В группе дошкольников уровень района Б. достоверно выше, чем в районах К. и П. Показатели района К. достоверно (II-IV) превышают таковые всех остальных районов и среднегородские по всем группам детей кроме «0-6 лет». В свою очередь, показатели города значимо больше (II-IV), чем в районе П. во всех возрастных и гендерных группах. Для всех районов характерна тенденция преобладания показателей девочек над мальчиками (достоверно по городу в III периоде и районах В., П. в IV периоде,  $p < 0,01$ ), за исключением района Б. в первые два периода. На протяжении всего анализируемого периода в разных группах проявляется слабая связь уровней распространенности патологии с содержанием марганца.

Таким образом, по неревматическим поражениям клапанов сердца не установлено четкой зависимости «доза (концентрация ТМ) – эффект». Ведущим фактором риска являются последствия стресс-индуцированных состояний, о чем свидетельствует достоверный рост показателей распространенности данной патологии в военные периоды.

### **Список литературы**

1. Ластков, Д. О. Тяжелые металлы как загрязнители окружающей среды: оценка риска здоровью населения / Д. О. Ластков, О. В. Гапонова, Д. А. Госман, В. В. Остренко // Архив клинической и экспериментальной медицины. – 2019. – Т. 28, №2. – С. 180–183.
2. Ластков Д. О. Особенности и закономерности сердечно-сосудистой патологии у населения Донбасса в современных условиях / Д. О. Ластков, М. И. Ежелева, А. А. Болотов // Архив клинической и экспериментальной медицины. – 2020. – Т. 29, №4. – С. 360–368.

## ЭФФЕКТЫ ДЛИТЕЛЬНО ВВОДИМОГО ДОКСОРУБИЦИНА НА НЕРВНО-МЫШЕЧНЫЙ АППАРАТ САМОК БЕЛЫХ КРЫС

*Лисун А.О.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, РФ  
*a.lisun@donnu.ru*

Доксорубицин (ДОКС) выступает в качестве ведущего цитостатического препарата в стратегиях лечения солидных и гематологических новообразований, в частности, рака молочной железы. Высокий терапевтический потенциал обусловлен способностью ДОКС взаимодействовать с молекулой ДНК, путем интеркаляции, ингибировать топомеразу П $\beta$ , препятствуя, тем самым, дальнейшим биосинтетическим процессам онкоклеток [1]. Однако, использование ДОКС-содержащих режимов лимитировано развитием побочных эффектов на нецелевые структуры. В частности, ДОКС оказывает негативное влияние на работу нервно-мышечного аппарата (НМА) различного генеза. ДОКС-терапия сопровождается развитием дистрофических изменений, повышенной утомляемости и слабости скелетной мускулатуры (СМ), что выступает лимитирующим фактом использования ДОКС в онкологической практике. При этом, точный механизм действия ДОКС на НМА остается до конца неясным.

В исследованиях Powers S.K. et al. [1] выявлена способность ДОКС разобщать митохондриальное дыхание в СМ, индуцируя избыточную продукцию активных форм кислорода (АФК), ингибируя при этом антиоксидантный потенциал мышечных волокон (МВ). Избыток АФК приводит к запуску ключевых протеолитических систем и аутофагии. Кроме того, отмечена способность ДОКС снижать синтетическую активность МВ на фоне повышенной деградации белков [2]. Все это приводит к развитию атрофических изменений, повышенной утомляемости и слабости СМ.

Нарушения работы НМА могут быть сопряжены и с патологиями нейрогенного характера. Так, Zhang Y. et al. [3] показали, что ДОКС способен усиливать продукцию АФК нейронами с последующим развитием оксидативного стресса на фоне повышенной противовоспалительной активности глиальных клеток и усиленной продукции провоспалительных факторов, что приводит к апоптическим процессам. Manchon J.F. et al. [4] наблюдали негативное влияние ДОКС на синаптические структуры НМА аппарата. Liu J. et al. [5] выявили способность ДОКС нарушать процессы жизнедеятельности нейронов и ингибировать протекторные системы апоптоза, путем блокирования NRG1/ErbB системы. При этом, выраженность ДОКС-индуцированных патологий НМА нейрогенного

происхождения зачастую может зависеть от индивидуальной восприимчивости организма [3].

В связи с этим целью данной работы явилось изучение в модельных экспериментах на крысах эффектов длительно вводимого ДОКС (4 мг/кг, 1 раз в 2 недели, кумулятивная доза 12 мг/кг) на сократительные и электрофизиологические параметры скелетной мышцы смешанного типа с преобладанием гликолитических волокон (*m. tibialis anterior*).

Эксперименты проводились на половозрелых крысах-самках (160-180 г), разделенных на 2 группы: контрольную (n=20, К-группа) и опытную (n=20, получали доксорубицин, ДОКС-группа). Доксорубицин (торговая марка «Доксорубицин-Тева», производитель «TEVA», Нидерланды) вводили внутривенно (в латеральную вену хвоста) 1 раз в 2 недели, на протяжении 5 недель, в кумулятивной дозе, адекватной терапевтической для человека на курс лечения, – 12 мг/кг.

Через 5 дней после последней инъекции ДОКС на наркотизированных животных (тиопентал натрия, 100 мг/кг) с помощью метода стимуляционной электромиографии и миографии изучали некоторые электрофизиологические и сократительные параметры передней большеберцовой мышцы в условиях вызванного ее возбуждения и сокращения, которые индуцировали путем раздражения сверхпороговым электрическим током малоберцового нерва.

Эффекты доксорубицина на электрофизиологические параметры передней большеберцовой мышцы. У животных ДОКС-группы наблюдались патологии НМА различного генеза: у 40 % – миогенного, у 60 % – нейрогенного. В связи с этим, животные ДОКС-группы были разделены на 2 подгруппы (ДОКС-1п/гр, ДОКС-2п/гр соответственно). Для ДОКС-1п/гр было характерно изменения следующих параметров М-ответа ( $p < 0,05$  относительно контроля): укорочение латентного периода (на 23 %) и удлинение длительности (на 25%) на фоне неизменной амплитуды. У животных ДОКС-2п/гр наблюдалось ( $p < 0,05$  относительно контроля) укорочение латентного периода (на 20%), увеличение амплитуды (на 138 %) на фоне неизменной длительности. Масса мышцы в ДОКС-группе была снижена на 18 % ( $p < 0,05$  относительно контроля), в то время как количество активируемых двигательных единиц оставалось относительно нормальным.

Длительное введение ДОКС сопровождалось ухудшением синаптической передачи, на что указывает следующее. Во-первых, у 50 % особей ДОКС-группы наблюдался патологически значимый (превышающий 10 %) декремент амплитуды 5-го М-ответа относительно 1-го при низкочастотной стимуляции малоберцового нерва (4 имп/с), указывающий в пользу снижения синаптической надежности. Во-вторых, при стимуляции НМА с оптимальной частотой (30 имп/с) у части особей ДОКС-группы (50 %) отмечалось патологически значимое (превышающее

30 %) увеличение амплитуды М-ответа относительно 1-го, что указывает в пользу пресинаптических нарушений; в то же время, у 40 % особей ДОКС-группы наблюдалось патологически значимое (превышающее 25 %) снижение амплитуды М-ответа относительно 1-го в серии, что указывает на развитие постсинаптических нарушений.

Эффекты доксорубина на сократительные параметры передней большеберцовой мышцы. В процессе выполнения утомляющей работы (УР), моделируемой путем высокочастотного гладкого тетануса (70 имп/с) с внешней нагрузкой 70 г вплоть до полного расслабления СМ на фоне продолжающейся стимуляции малоберцового нерва, у особей ДОКС-группы наблюдалось ( $p < 0,05$  относительно контроля) увеличение амплитуды и скорости достижения максимальной амплитуды тетануса (на 113 % и 60 % соответственно) на фоне укорочения длительности удержания максимальной амплитуды (на 47 %), что может указывать на наличие как нейрональных, так и миогенных патологий, проявляющихся в разной степени.

Таким образом, длительное введение ДОКС в кумулятивной дозе 12 мг/кг сопровождается неоднозначным изменением работы НМА с развитием патологий как нейро-, так и миогенного характера, по-видимому, маскирующих друг друга и проявляющихся, в большей степени, на разных этапах опыта.

### Список литературы

1. Powers, S. K. Redox control of skeletal muscle atrophy / S. K. Powers, A. B. Morton, B. Ahn, A. J. Smuder // *Free radical biology & medicine*. – 2016. – Vol. 98. – P. 208–217.
2. Smuder, A. J. Oxidation enhances myofibrillar protein degradation via calpain and caspase-3 / A. J. Smuder, A. N. Kavazis, M. B. Hudson, W. B. Nelson, K. Scott // *Free Radic Biol Med*. – 2010. – Vol. 49. – P. 1152–1160.
3. Zhang, Y. Endoplasmic reticulum stress is involved in restraint stress-induced hippocampal apoptosis and cognitive impairments in rats / Y. Zhang, W. Liu, Y. Zhou, C. Ma, S. Li, B. Cong // *Physiology & Behavior*. – 2014. – № 131. – P. 41–48. DOI: 10.1016/j.physbeh.2014.04.014.
4. Manchon, J. F. Levetiracetam mitigates doxorubicin-induced DNA and synaptic damage in neurons / J. F. Manchon, Y. Dabaghian, N. E. Uzor, S. R. Kesler, J. S. Wefel, A. S. Tsvetkov // *Sci Rep*. – 2016. – № 6. – P. 25705. – DOI: 10.1038/srep25705.
5. Liu J. Neuregulin-1 activates the JAK-STAT pathway and regulates lung epithelial cell proliferation / J. Liu, J.A. Kern // *Am J Respir Cell Mol Biol*. – 2002. – 27(3). – P. 306–313.

## **РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ФАКТОРОВ РИСКА ВАРИКОЗНОЙ БОЛЕЗНИ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ У БЕРЕМЕННЫХ ЖЕНЩИН**

*Матейкович Е.А.* канд. мед. наук, доц.,  
*Кидирниязова К.С., Сутырина А.В.*

ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет  
Минздрава России», г. Тюмень, РФ  
*mat-maxim@yandex.ru*

Одним из наиболее распространённых экстрагенитальных заболеваний женщин детородного возраста является варикозная болезнь (ВБ), частота встречаемости которой при беременности составляет 40–95 % [4]. Хронические заболевания вен (ХЗВ) относятся к группе патологических состояний, обусловленных дисфункцией одной или нескольких венозных систем нижних конечностей – поверхностной, глубокой или перфорантной. Беременность играет ведущую роль в развитии и прогрессировании ХЗВ у женщин [2]. При выраженном ХЗВ возрастает риск венозных тромбозов и тромбоэмболических осложнений (ВТЭО) [4]. Более того, в 89,6 % случаев доказано, что именно беременность и сопутствующие факторы риска приводят к развитию ВБ [3]. К факторам риска можно отнести отягощенный семейный анамнез по венозным патологиям; женский пол; повышенное внутрибрюшное давление (возникает как следствие увеличения массы тела); беременности; различные патологии желудочно-кишечного тракта и их всевозможные проявления (например, запоры); длительное стояние на ногах. Возможные осложнения включают инфекцию, язвы на ногах, застой крови и тромбоз [1, 5]. Симптомы, дискомфорт в нижних конечностях в виде ощущения отека, чувства тяжести и распирания, судорожных подергиваний мышц ног, наличие болевого синдрома (характерно уже на более поздних стадиях развития заболевания) [3].

Целью исследования явилось выявление факторов риска, которые могут приводить к развитию варикозной болезни нижних конечностей у беременных женщин. Выполнено социологическое исследование, для проведения которого была составлена анкета, включающая в себя следующие разделы: паспортные данные, срок беременности, наличие провоцирующих факторов и клинических симптомов и другие. Социологическое исследование проводилось на базе женских консультаций № 2, № 3, № 14 г. Тюмени.

В анкетировании приняли участие 125 беременных женщин в возрасте от 18 до 56 лет. Из них 68 % (85 женщин) в возрасте от 25 до 44 лет, 30,4 % (38 женщин) в возрасте от 18 до 24 лет и лишь 1,6 % (2 женщины) от 45 до 56 лет. Большая часть опрошенных (50,4 %, 63 женщины) имеют ИМТ, превышающий показатели нормы (25,3–43,1 кг/м<sup>2</sup>), 38,4 % (48 женщин) имеют ИМТ в пределах нормы (18,5–24,9 кг/м<sup>2</sup>, согласно ВОЗ 09.03.2018) и 11,2 % (14 женщин) оказались с дефицитом веса (17,2–18,07 кг/м<sup>2</sup>). Среди опрошенных у 57,6 % (72 женщины) беременность наступила не в первый раз, у большей части из них (62,5 % – 45 женщин) – это вторая беременность,

третья беременность – у 12,5 % (9 женщин), и оставшиеся 25 % (18 женщин) – это женщины с 4–7 беременностями. В момент проведения социологического исследования 50,4 % (63 женщины) находились на 2 триместре беременности, 31,2 % (39 женщин) на третьем триместре и 18,4 % (23 женщины) – на первом. Результаты анкетирования показали, что у 64 % (43 женщины) не наблюдались такие симптомы ВБНК при прошлых беременностях, а 24 женщины (36 %) уже сталкивались с этой проблемой. Анализируя фактор наследственности, выяснилось, что у 58 женщин (52 %) имеются родственники с варикозной болезнью, т.е. присутствует наследственный фактор, в то время как у 8 женщин (12,5 %) есть родственники с осложнением варикозной болезни нижних конечностей – с тромбозом глубоких вен. У большинства опрошенных (70 % – 75 женщин) из анамнеза жизни имеет место сидячая работа (бухгалтер, менеджер, экономист), но при этом 58 % (65 женщин) считают, что на их работе нет рисков для развития ВБНК. Несмотря на малоактивный образ жизни, большинство женщин (64 % – 85 женщин) стараются поддерживать физическую активность на умеренном или высоком уровне (согласно классификации ВОЗ), но не всегда соблюдают правильное питание (62,5 % – 86 женщин). Мы можем отметить, что лишь небольшая часть опрошенных (19 % – 21 женщина) берут во внимание профессиональные риски во время беременности. Фактором риска для развития ВБНК является ношение высоких каблуков, но 77 % (86 женщин) опрошенных женщин избегают этого. Большая часть опрошенных (79 %, 89 женщин) не принимают и не принимали гормональные препараты, не имеют сопутствующих соматических и сердечно-сосудистых заболеваний, не имеют вредных привычек.

Таким образом, сама беременность является одним из решающих факторов при формировании ВБНК, но прогрессированию заболевания способствуют различные факторы риска.

### Список литературы

1. Ермакова, А. А. Беременность как предиктор приобретенных болезней вен / А. А. Ермакова // Актуальные вопросы диагностики и лечения наиболее распространенных заболеваний внутренних органов. – 2020. – С. 32–33.
2. Иванова, П. В. Факторы риска развития дисфункциональных нарушений вен нижних конечностей у женщин в гестационном периоде / П. В. Иванова // Вестник Совета молодых учёных и специалистов Челябинской области. – 2021. – Т. 1. – № 4(35). – С. 14–19.
3. Чернова, А. М. Функциональная венозная недостаточность нижних конечностей в гестационном периоде / А. М. Чернова // Университетская медицина Урала. – 2022. – Т. 8, № 1(28). – С. 12–14.
4. Шевлюкова, Т. П. Корреляционная оценка развития хронических заболеваний вен в зависимости от факторов риска женщин в период / Т. П. Шевлюкова // Медицинская наука и образование Урала. – 2020. – Т. 21, № 4 (104). – С. 19–22.
5. Шевлюкова, Т. П. Построение интегрального показателя комплексной оценки и анализа факторов риска варикозной болезни вен нижних конечностей в период беременности / Т. П. Шевлюкова // Пермский медицинский журнал. – 2020. – Т. 37, № 6. – С. 25–32.

## ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ СТУДЕНТОВ-СПОРТСМЕНОВ В УСЛОВИЯХ ЛОКАЛЬНОГО ВОЕННОГО КОНФЛИКТА

*Мороховец С.А.*, канд. мед. наук, *Алешин Е.В.*

ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет  
имени М. Горького», г. Донецк, РФ  
*judodonetsk@mail.ru*

По данным исследования питания студентов достаточно удовлетворительный уровень имеют лишь 43% обследованных [5]. У 33,5% студентов выявлено отставание в массе тела, по сравнению с ростом, гипотрофия и дистрофия [4]. Притом особенности питания студентов, занимающихся спортом, требует особого внимания, это связано со специальной нагрузкой. Современные учения о потребности человека в пищевых веществах, получившее название «концепции сбалансированного питания», разработаны Академиком АМН СССР А. А. Покровским. Согласно ему, для нормальной жизнедеятельности организма не только необходимо питание, обеспечивающее энергозатраты и достаточное в количественном отношении, но также должны быть соблюдены сложные взаимоотношения между многочисленными незаменимыми факторами питания, каждому из которых в обмене веществ принадлежит специфическая роль. Питание является фактором, способствующим формированию оптимального алиментарного статуса и здоровья населения не только в настоящее время, но и в будущем, и обеспечивающим оптимальное физическое и нервнопсихическое развитие подростка, достаточную иммунологическую резистентность и устойчивость к воздействиям внешней среды [2, 4].

Медико-биологический подход к разработке рационов и режима питания основывается на системном подходе к протекающим в организме процессам (объем и частота нагрузки, режим отдыха и восстановления, сопутствующие ограничения или заболевания спортсменов). Также необходимо учитывать экологический фон региона и стресс, индуцированный военным конфликтом. Факторы питания имеют определяющее значение для функционального состояния организма спортсменов. Методы системного анализа позволяют углубленно понять и упорядочить проблему, которую, в первую очередь, необходимо решить для решения стратегических перспектив [4].

По результатам анкетирования исследован режим и характер питания студентов-спортсменов ГОО ВПО ДОНМУ ИМ. М.ГОРЬКОГО: 317 опрошенных в режиме очного обучения и 241 человек в режиме дистанционного обучения. Большинство опрошенных студентов очной формы обучения питались 3 раза в день (41,8 %) или 4 раза в день (31,2 %),

и 5 раз и более (10,5 %), около 16,5 % студентов отмечали частоту приемов пищи 2 раз в день. С введением дистанционной формы обучения количество студентов, у которых прием пищи был 2 раза в день выявлен лишь у 6 %, и в то же время выросла группа студентов, которые принимают пищу 4 раза в день (36 %), 5 раз и более (15,4 %), притом количество студентов, принимающих пищу 3 раза в день (42,6 %), существенно не изменилась. Последний прием пищи у большинства опрошенных (50,7 %), которые обучались очно, происходил в период 21.00-22.00, у 19,5 % обследуемых прием пищи был в 20.00-21.00 и только у 10,4 % был после 22.00. На дистанционной форме обучения снизилось количество студентов, получающих ужин в период 20.00-21.00, до 15,6 %, и в период 21.00-22.00 до 44 %, однако увеличилось до 24,1 % количество студентов, которые ужинают после 22.00. Это свидетельствует о нарушении режима питания студентов. На вопрос о предпочтении в пище 33,4 % очной и 34 % дистанционной формы обучения студентов ответили, как «разнообразное питание», 14,1 % и 16 % соответственно предпочитают белковую пищу. Снизилось количество приверженцев мучной пищи с 29,3 % до 22,1 % с переходом на дистанционную форму обучения, что говорит о снижении потребления углеводов. Количество приверженцев растительной пищи осталось неизменным – 13,8 % и 14,2 % соответственно. Основной объем пищи приходится на ужин у 28,2 % очной и обед у 33,5 % дистанционной форм обучения студентов. При этом количество студентов, не контролирующих время основного приема пищи, увеличилось до 17,2 % в дистанционном периоде против 14,1 % очной формы обучения. Это подтверждает нестабильность приема основного объема пищи во временных рамках. На обед 32 % студентов очной формы и 37,8 % дистанционной формы обучения предпочитают полноценное меню (первое и второе блюдо, салат). Ограничиваются лишь первым или вторым блюдом 23,6 % и 31,3 % опрошенных студентов очной и дистанционной форм обучения соответственно. Ежедневное включение в рацион полуфабрикатов или питание в фаст-фуд имело место у 17 % студентов очной и 13 % дистанционной формы обучения. Наличие стресса военной этиологии по-разному влияет на аппетит студентов. Так у 39 % опрошенных студентов очной и 33% дистанционной форм обучения аппетит усиливается. Снижение аппетита отметили студенты очной (46 %) и дистанционной (49 %) формы, что связано с военным стрессом. Притом у 15 % студентов очной формы и 18 % дистанционной формы обучения аппетит остается неизменным.

С переходом на дистанционную форму обучения снизилось ежедневное потребление газированных напитков с 17 % до 8 % молодежи в сравнении с очной формой. Увеличилось употребление фруктов несколько раз в день с 16 % до 22 %. При этом неоднократное количество приемов овощей в дистанционном периоде снизилось с 23 % до 16 % в



сравнении с очной формой обучения. Увеличилось употребление кофе в группе студентов дистанционного режима перед очной формой, как однократный прием (23,1 % и 17,4 %), так и несколько раз в день (38 % и 32,7 %) соответственно. Частота физических нагрузок (тренировок) имела следующий характер в очной и дистанционной формах обучения соответственно: до 3 раз в неделю (19,8 % и 61,7 %), 3–5 раз в неделю (31,8 и 22,6 %), 6–8 раз в неделю (42,5 % и 15,7 %). Данные свидетельствуют об увеличении гиподинамии среди студентов-спортсменов, которые обучаются в дистанционном формате.

По материалам проведенного анкетирования следует, что режим питания студентов, занимающихся спортом, отличается поздним приемом пищи, что усугубляется с переходом на дистанционную форму обучения. С учетом наличия стресса военной этиологии аппетит опрошенных претерпевает изменения: увеличивается (39 %) или снижается (46 %). Увеличение потребления кофе, отсутствие временного контроля над основным приемом пищи, сниженное потребление воды, а также уменьшение количества тренировочных занятий в совокупности могут негативно сказываться на функциональном состоянии организма. Это, в свою очередь, приведет, как к снижению успеваемости студентов ВУЗа, так и к снижению спортивной подготовленности. В условиях дистанционного обучения, наличие стресса, индуцированного военным конфликтом, проживание на экологически неблагоприятной территории диктуют задачи по своевременной разработке технологических карт питания контингента студентов-спортсменов.

### **Список литературы**

1. Венануио В. Аспекты благосостояния, связанные со здоровьем и питанием // Бедность в России. Государственная политика и реакция населения; под ред. Дж. Кругман; пер. с англ. – М., 1998. – 147 с.
2. Исследование поведения и образа жизни подростков-школьников г. Оренбурга / Е. С. Скворцова, Н. И. Чехонадская, А. И. Карпов // Практические аспекты укрепления здоровья и профилактики заболеваний. – 2000. – С. 94–107.
3. Истомин А. В., Юдина Т. В. Гигиеническая оценка и прогноз состояния фактического питания отдельных групп населения России / А. В. Истомин, Т. В. Юдина // Гигиена и санитария. – 1996. – № 4. – С. 17–19.
4. Кучма В. Р. Подходы к оценке уровня санитарно-эпидемиологического благополучия образовательных учреждений для детей и подростков / В. Р. Кучма, О. Ю. Милушкина // Гигиена и санитария. – 2004. – № 3. – С. 47–50.
5. Максимова Т. М. Здоровье населения и социально-экономические проблемы общества / Т. М. Максимова, О. Н. Гаенко // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины – 2003. – № 1. – С. 3–7.

## **ДИСТРЕСС И ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ КАК ИНДИКАТОРЫ РИСКА ИНФЕКЦИОННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ У ДЕТЕЙ ДОНБАССА**

***Остренко В.В.***

ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет  
им. М. Горького», г. Донецк, РФ  
*v.ostrenko2016@yandex.ru*

В ранее выполненных исследованиях [1] было показано, что гигиенические характеристики окружающей среды Донбасса и её влияние на показатели здоровья населения в довоенный период были рассмотрены достаточно подробно, показано, что условия проживания в экокризисном регионе, которым является Донбасс, вносят значительный вклад в заболеваемость населения, в том числе и в развитии инфекционных болезней у детей. Наряду с этим, продолжающийся локальный военный конфликт и пандемия COVID-19, вызывая стресс-индуцированные состояния у населения, усиливают действие экологических факторов [1, 3, 5].

Цель работы – оценить изменения особенностей и закономерностей распространенности инфекционных заболеваний у детей техногенного региона в условиях последствий стресс-индуцированных состояний и анализе путей оптимизации состояния здоровья детей, проживающих в г. Донецке.

Основным загрязненным объектом окружающей среды (ОС) в наших исследованиях была выбрана именно почва, как наименее мигрирующая среда, в которой десятками лет аккумулируются тяжелые металлы (ТМ), что приводит к накоплению данных веществ в продуктах растительного и животного происхождения и загрязнению водоисточников и в конечном счете отражается на здоровье населения, проживающего в данном регионе [4].

За основу аналитического исследования по гигиенической оценке загрязнения почвы были взяты материалы Республиканского центра санитарно-эпидемиологического надзора Государственной санитарно-эпидемиологической службы Министерства здравоохранения Донецкой Народной Республики, а также Института минеральных ресурсов по ранее выполненному картированию всей территории г. Донецка. При сравнительной гигиенической оценке (ранжировании) районов г. Донецка учитывалась концентрация 12 ТМ и металлоидов.

Проведена динамика инфекционной заболеваемости детей в течение анализируемых периодов:

- I – довоенный период (2012–2013),
- II – военный переходный (2014–2016),
- III – военный стабильный (2017–2019),

IV период – пандемии Covid-19 (2020–2021), по основным нозологическим формам в различных возрастных и гендерных группах (дети 0–14 лет, девочки 0–14 лет, мальчики 0–14 лет, дети 0–6 лет и дети 7–14 лет) по районам города Донецка: контрольном незагрязненном центральном не пострадавшем районе В., в окраинах загрязненных не пострадавших от боевых действий районов Б+Пр, в центральных загрязненных пострадавших районах Ка+Ки+Л, в окраинах загрязненных из зоны военного конфликта районах Кир+Ку+П. Статистическая обработка полученных данных выполнена общепризнанными параметрическими методами с помощью лицензионного пакета прикладных программ MedStat.

В течение 3-х периодов (I, II, IV) максимальные уровни распространенности и заболеваемости инфекционными болезнями среди детей Донецка были в районах Кир+Ку+П среди детей дошкольного возраста, а также в III периоде среди детей до 6 лет в контрольном районе В.; минимальные показатели отмечались во всех 4-х анализируемых периодах в районах Б+Пр среди школьников (дети 7–14 лет).

Показатели распространенности и заболеваемости среди детей до 14 лет в довоенный период в центральных загрязненных пострадавших районах Ка+Ки+Л достоверно превышали таковые в военный стабильный период ( $p < 0,05$ ), в I периоде среди девочек до 14 лет достоверно выше ( $p < 0,05$ ), чем во II, III, IV периодах.

В окраинах загрязненных из зоны военного конфликта районов Кир+Ку+П во всех анализируемых группах в довоенный период показатели распространенности и заболеваемости достоверно превышали показатели во II периоде ( $p < 0,05$ ), за исключением школьников. В III периоде среднегородской показатель заболеваемости и распространенности достоверно превышал аналогичные показатели в районах Ка+Ки+Л и районах Б+Пр ( $p < 0,05$ ), 4-х анализируемых группах за исключением детей дошкольного возраста, где показатели достоверно выше чем в районах Кир+Ку+П ( $p < 0,05$ ).

В районах Кир+Ку+П во всех анализируемых группах в довоенный период показатели распространенности и заболеваемости достоверно превышали ( $p < 0,05$ ) показатели районов Б+Пр, исключение составляли школьники (показатели распространенности и заболеваемости достоверно превышали контрольный район В. ( $p < 0,05$ )), а показатели среди школьников 7–14 лет помимо районов Кир+Ку+П достоверно превышали ( $p < 0,01$ ) контрольный район В. и достоверно превышали таковые в довоенный период ( $p < 0,05$ ).

В IV периоде пандемии Covid-19 (2020–2021) среднегородские показатели всех 5 исследуемых групп достоверно выше, чем в центральных загрязненных пострадавших районах, в 4-х группах (исключение – дети дошкольного возраста) достоверно выше контрольного

района В. и в окраинах загрязненных не пострадавших от боевых действий районов Б+Пр ( $p < 0,05$ ). Среди школьников в контрольном районе В. и центральных загрязненных пострадавших районах достоверно выше районов Б+Пр ( $p < 0,05$ ). В анализируемых группах была отмечена линейная корреляционная связь показателей инфекционной заболеваемости с содержанием ртути в почве: во II, III и IV периоде у детей всех 5 исследуемых групп ( $p < 0,05$ ), II период у школьников ( $\text{Tau}=0,596$ ), III период дети до 14 лет ( $\text{Tau}=0,596$ ), девочки до 14 лет и у дошкольников, а также среди школьников ( $R_0=0,765$ ,  $\text{Tau}=0,596$ ), IV период дети 0–14, а также среди девушек, мальчиков до 14 лет и школьников ( $R_0=0,794$ ,  $\text{Tau}=0,671$ ), среди дошкольников ( $\text{Tau}=0,596$ ).

Загрязнение экосистемы ТМ является немаловажным индикатором риска в развитии инфекционных болезней среди детей. Ведущим фактором риска выступают последствия стресс-индуцированных состояний, усугубляющие действие ксенобиотиков. Наиболее перспективным путем для предупреждения неблагоприятного влияния ТМ на показатели инфекционной заболеваемости населения является внедрение превентивного питания [2].

#### Список литературы

1. Игнатенко, Г. А. Влияние загрязнения окружающей среды на состояние здоровья населения, взаимосвязь дисэлементоза с различной патологией сердечнососудистой системы: монография. Раздел 2. Медико-экологические аспекты здоровья человека [Текст] / Г. А. Игнатенко, Д. О. Ластков, А. В. Дубовая, Е. И. Евтушенко, Д. А. Госман, М. И. Ежелева, В. В. Остренко. – Чита, 2021. – С.47–61.
2. Ластков Д. О. Актуальные вопросы питания беременных индустриального региона (аналитический обзор) / Д. О. Ластков, М. И. Ежелева // Здоровье человека, теория и методика физической культуры и спорта. – 2020. – №2(18). – С. 34–46.
3. Ластков Д. О. Экологические и психо-социальные аспекты смертности населения в условиях локального военного конфликта / Д. О. Ластков, М. И. Ежелева // Health, Medicine and Bioethics in Contemporary Society: Inter and Multidisciplinary Studies 3<sup>rd</sup> edition: Materialele Conferintei Stiintifice Internationale 06-07 noiembrie 2020. – Republic of Moldova, Chisinau: Centrul Editorial-Poligrafic Print Caro, 2020. – P. 332–337.
4. Мудрый И. В. Влияние химического загрязнения почвы на здоровье населения / И. В. Мудрый // Гигиена и санитария. – 2008. – №4. – С. 32–37.
5. Остренко В. В. Распространенность инфекционных заболеваний у подросткового и детского населения экокризисного региона в условиях локального военного конфликта [Текст] / В. В. Остренко // Вестник гигиены и эпидемиологии. – 2021. – Т. 26, № 4. – С. 405–409.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАЗМАФЕРЕЗА В СОЧЕТАНИИ С ЛАЗЕРНЫМ И СВЕТОДИОДНЫМ ОБЛУЧЕНИЕМ КРОВИ У БОЛЬНЫХ ПРИ СЕПСИСЕ**

**Перов О.И.<sup>1</sup>**, канд. мед. наук, **Шастина В.Р.<sup>1</sup>**, канд. мед. наук,  
**Горин С.Г.<sup>1</sup>**, канд. мед. наук, **Горбатенкова С.В.<sup>1</sup>**, канд. мед. наук,  
**Максимцева Е.А.<sup>1</sup>**, **Ширяев В.С.<sup>2</sup>**, канд. мед. наук

<sup>1</sup> ГБУЗ «Госпиталь ветеранов войн № 2 Департамента здравоохранения г. Москвы»,  
г. Москва, РФ

<sup>2</sup> ФГБУ «Научно-практический Центр Лазерной медицины им. О.К. Скобелкина  
ФМБА России», г. Москва, РФ  
*gvv2@zdrav.mos.ru*

Плазмаферез на современном этапе представляет собой патогенетически оправданный метод коррекции гемокоагуляционных нарушений, в первую очередь, у пациентов с септическим шоком. Имеются клинично-экспериментальные данные, свидетельствующие о снижении уровня веществ среднемoleкулярной массы на 50 % при проведении замещения всего объема циркулирующей плазмы. Это связано с равномерным распределением метаболитов во внеклеточном секторе, который представляет у взрослых объем около 20 литров. В настоящее время применяется гравитационный плазмаферез (ГФ) с использованием центрифуг, а также мембранный плазмаферез с использованием плазмофильтров отечественного и зарубежного производства. Метод ГФ, хотя и относится к методам экстракорпоральной детоксикации, на самом деле обладает существенно более широкими возможностями коррекции патофизиологических нарушений и лечения полиорганной недостаточности. Внутрисосудистое лазерное облучение крови (ВЛОК) – один из методов квантовой терапии и отличается воздействием исключительно на циркулирующие в экстракорпоральном контуре элементы крови, исключая прямое воздействие на эндотелий сосудов, но в настоящее время дорогостоящие лазерные источники света вытесняются дешевыми, но не менее эффективными светоизлучающими диодами (СИД). Имея такой же, как у терапевтических лазеров, уровень мощности монохроматического оптического излучения, СИД и значительно дешевле, долговечнее. В Федеральном НИИ общей физики совместно с медиками созданы светодиодные аппараты в области красного (650 нм) синего (470 нм) диапазонов действия (рис. 1). Эти приборы – достояние Российских ученых и не имеют аналогов в мире. Энергия, излучаемая браслетами за один сеанс, – 29,2 Дж, мощность – 41 мВт.



Рис. 1. Светодиодный браслет, излучающий в синем диапазоне действия  $470\pm 10$  нм

В настоящий момент начали интенсивно разрабатываться методы воздействия контактным светодиодным облучением, так как появляется возможность неинвазивного бесконтактного применения, что снижает риск заражения СПИДом, вирусным гепатитом и т.д. Еще в прошлом веке доказано, что терапевтический эффект при внутривенном лазерном облучении крови и контактном воздействии на организм пациента практически одинаков [1]. Влияние видимого синего света на клетки и их соответствующие ткани приобретает все больший интерес в последние годы. Существует целый ряд исследований, посвященных изучению фотоакцепторов, медиаторов и сигнальных путей, участвующих в клеточно-тканеспецифических реакциях. Увеличение переноса кислорода к тканям и органам повышает метаболизм тканей организма. Энергообразование в клетках увеличивается и улучшается микроциркуляция [2]. Результаты других исследований выявили ряд тенденций, характеризующих воздействие автономных светоизлучающих браслетов на психофизиологические характеристики спортсменов [3].

Цель исследования – улучшить результаты лечения больных сепсисом, сократить пребывание больных в отделении реанимации и интенсивной терапии.

Проведено лечение 26 больных в двух основных группах. Группа № 1 (n=14) и группа №2 (n=12) с диагнозом сепсиса и септического шока. Возраст больных составил старшую возрастную группу (68–78 лет). Пациентам проводился мембранный плазмаферез на аппарате Fresenius multi Filtratec с использованием стандартного набора магистралей и

плазмофильтров ap2dry. Объемы плазмы подбирались индивидуально, исходя из наличия и степени гемодинамических нарушений и волемического статуса, и составляли 50–80 % объема циркулирующей плазмы (ОЦП). Время процедуры – от часа до двух часов. В 1 основной группе (n=12) во время плазмафереза дополнительно потенцировали ВЛОК в синем диапазоне действия (405 нм). Время облучения составляло 30 мин. Оценивались параметры оксигенации и коагуляции до и после процедуры. В основной группе №2 (n=14) дополнительно проводили контактное светодиодное облучение кожных покровов 15 мин в синем диапазоне действия (470±10 нм), так как рецепторы к синему свету находятся на поверхности кожи человека, и при контактном воздействии будут практически полностью поглощать излучение света. В контрольной группе (n=16) лазерное и контактное светодиодное облучение не проводилось. Пациенты основных и контрольной групп получали общепринятую терапию, согласно протоколам лечения сепсиса.

Отмечалось значимое увеличение  $pO_2$  в артериальной крови и индекса оксигенации у пациентов 2 основной группы. Уменьшение концентрации лактата и С-реактивного белка у пациентов 1 основной группы. В исследуемых основных группах также отмечалась нормализация количества лейкоцитов, в отличие от контрольной группы. Сроки пребывания больных в отделении ОРИТ сократились по сравнению с контрольной группой.

Оптимизация метода лечения сепсиса сочетанным применением плазмафереза путем потенцирования лазерным и светодиодным облучением крови позволяет значительно улучшать функцию внешнего дыхания, уменьшать интоксикацию, сократить время пребывания больных в отделении реанимации.

### Список литературы

1. Кошелев, В. Н. Сравнительная оценка эффективности применениячрезкожного и внутрисосудистого лазерного облучения крови / В. Н. Кошелев, Е. А. Семина, А. Б. Камалян // Материалы Международной конференции «Клиническое и экспериментальное применение новых лазерных технологий». – Москва-Казань. – 1995. – С. 395–397.
2. Ganza, Z. C. F. Visible Blue Light Therapy: Molecular Mechanisms and Therapeutic Opportunities / Z. C. F. Ganza // Current Medicinal Chemistry. – 2018 – №25. – P. 1–14.
3. Карандашов, В. И. Влияние оптического излучения синего диапазона на психологические характеристики спортсменов в восстановительном периоде после максимальной нагрузки / В. И. Карандашов, Е. В. Линде, Н. П. Александрова // Лазерная медицина. – 2018. – Т. 22, вып.1. – С. 5–9.

## ХАРАКТЕРИСТИКА УРОВНЯ ЛЕГИМИТИЗИРОВАННОЙ АГРЕССИИ У СТУДЕНТОВ-ГУМАНИТАРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

*Попов М.Н.*, канд. пед. наук, доц.,  
*Соболев В.И.*, д-р биол. наук, проф.  
ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет  
имени В.И. Вернадского», г. Ялта, РФ  
*v.sobolev@mail.ru*

Проблема агрессивности, как составного элемента психоэмоционального состояния индивида, занимает важное место в исследованиях психофизиологов, психологов, педагогов и психиатров [1, 3, 4]. Среди многочисленных форм агрессии выделяют и такой ее вид, как легитимизированная агрессия. Однако многие аспекты данной проблемы остаются недостаточно изученными [3, 4]. В частности, в литературе остались в стороне от исследования такие аспекты проблемы, как оценка уровня легитимизированной агрессии у студентов гуманитарных специальностей.

Цель работы – выявить уровень легитимизированной агрессии с помощью опросника ЛА-44 у студентов, обучающихся на гуманитарных специальностях.

В исследованиях приняли участие девушки-студенты первых курсов КФУ имени В.И. Вернадского, обучающихся по специальности «Психология» в Институте педагогики, психологии и инклюзивного образования (г. Ялта). Группа респондентов включала 14 девушек-студенток возрастом около 20 лет. Среди многочисленных тестов, оценивающих уровень агрессии, нами был выбран тест ЛА-44, размещенных на портале <https://psytests.org/aggression/la44.html>. Этот тест позволяет оценить уровень так называемой легитимизированной агрессии и широко используется в работах других авторов [2].

Результаты тестирования обрабатывались общепринятыми методами вариационной статистики с помощью пакетов анализа Excel и Statistics версии 17.0.

Результаты психодиагностики показали, что наименьший уровень легитимизированной агрессии, согласно опроснику ЛА-44, проявлялся в сфере «СМИ» (например, согласие с утверждением, что «Сообщения о насилии или убийствах следует показывать по телевидению без излишней детализации.»). В этом случае средний балл в группе испытуемых составил  $18,2 \pm 0,9$ . По-видимому, средства массовой информации, в частности телевидение, злоупотребляют демонстрацией сцен насилия и т.п.



Если в сфере «СМИ» выявленный уровень агрессии был низким, то, наоборот – в сфере «Политика» он достигал высокой степени выраженности, о чем свидетельствует среднее значение баллов по группе ( $73,8 \pm 2,1$ ). В качестве примера, можно привести несколько ответов респондентов. Так, испытуемые были согласны с тезисами, что «уважение мирового сообщества можно добиться только путем усиления военного потенциала страны» или «Хорошая власть та, которую боятся» либо «Армия имеет право уничтожать гражданское население страны, с которой ведется война».

В других сферах выявленная в результате тестирования степень легитимизированной агрессии соответствовала среднему уровню. Так, для показателя «Спорт» «Воспитание» и «Личный опыт» средний балл по целостной группе составил соответственно  $18,6 \pm 1,0$ ,  $29,3 \pm 1,3$  и  $29,5 \pm 1,4$  балла.

Используемый в данной работе опросник уровня легитимизированной агрессии содержит еще один показатель, отражающий итоговый результат. Этот показатель оценивается с помощью специально разработанной шкалы, получившей название «Интегральная шкала уровня легитимизированной агрессии». Результаты тестирования показали, что значение данного показателя в группе девушек-студенток составило  $102 \pm 3,9$  балла. Данный уровень соответствует высокой степени выраженности легитимизированной агрессии.

Делается заключение, что девушки гуманитарных специальностей характеризуются высоким уровнем легитимизированной агрессии, особенно в сфере «Политика». С другой стороны, в сферах деятельности «Спорт» и «СМИ» респонденты проявили выраженную пассивность.

### **Список литературы**

1. Бэрон, Р. Агрессия / Р. Бэрон, Д. Ричардсон. – СПб. : Питер, 2001. – 352 с.
2. Ениколопов, С. Н. Изучение взаимосвязи легитимизации насилия и склонности к агрессивным формам поведения / С. Н. Ениколопов, Н. П. Цибульский // Психологическая наука и образование. – 2008. – Том 13, № 1. – С. 90–98.
3. Попов, М. Н. Взаимосвязь между типом мышления, стилями деятельности и уровнем агрессивности у студентов гуманитарного вуза в условиях относительной «социальной изоляции» / М. Н. Попов, В. И. Соболев // Проблемы современного педагогического образования. – 2020. – Вып. 69. – Ч.2. – С. 210–214.
4. Соболев, В. И. Характеристика корреляционных связей между различными показателями нервно-психического статуса у студентов в период «коронавирусной самоизоляции» / В. И. Соболев, М. Н. Попов, В. В. Труш // Проблемы современного педагогического образования. – 2020. – Вып. 67. – Ч. 2. – С. 315–318.

## ПАТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ПОВРЕЖДЕНИЯ ПОЧЕК ПРИ COVID-19

*Присяжнюк Е.Н.<sup>1</sup>, Прокопенко Е.В.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Донецкое клиническое территориальное медицинское объединение, г. Донецк, РФ

<sup>2</sup>ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет

им.М.Горького», г. Донецк, РФ

*prokopenko.yekaterina03@mail.ru*

COVID-19 – инфекционное заболевание, вызванное поражением клеток организма РНК-содержащим вирусом SARS-CoV-2. В ходе исследований было выяснено, что ткани почек являются специфической мишенью для инфекции, однако прямое влияние вируса остается дискуссионным [1]. Целью данной работы стал анализ и обобщение опубликованных данных по патогенезу повреждений почек при SARS-CoV-2 для дальнейшего изучения возможных методов лечения и диагностики заболевания.

Механизм проникновения SARS-CoV-2 связан с рецептором ангиотензинпревращающего фермента 2 (АПФ2), повышенная экспрессия которого в почках делает нефроны уязвимыми к инфекции [2]. Связывание SARS-CoV-2 с АПФ2 приводит к нарушению его структуры и функции – метаболизма ангиотензин II в ангиотензин 1-7. В итоге наблюдается возникновение провоспалительного каскада с увеличением нейтрофильной инфильтрации и продукции цитокинов, повышение проницаемости сосудов. Наибольшая экспрессия АПФ2 была выявлена в проксимальных канальцах, что объясняет накопление в них антигенов и преимущественное развитие ОПН по типу острого канальцевого некроза. Повреждения почек при COVID-19 также ассоциированы с такими сопутствующими механизмами как ишемия и гипоксия почек, рабдомиолиз, легочно-почечные цепные реакции вследствие сходства этих органов и взаимного влияния [3].

COVID-19 оказывает цитотоксическое действие на клетки почек, приводит к массивному выбросу цитокинов и инфильтрации лимфоцитами паренхимы почек, снижая скорость клубочковой фильтрации и интенсивность почечного кровотока [4]. Указанные выше повреждения впоследствии приводят к развитию ОПН и ХБП, повреждению канальцев нефрона и возникновению участков тубулярного некроза.

Благодаря электронной и световой микроскопии были выявлены патоморфологические изменения в эпителии почек больных COVID-19. Отмечалось повышенное накопление антигенов и вирусных частиц SARS-CoV-2 в эпителиальных клетках канальцев почек, утрата щеточной каемки

эпителиальных клеток и малых ножек подоцитов, вакуолизация цитоплазмы [4].

Таким образом, почки активно вовлекаются в клиническую картину COVID-19, что повышает тяжесть течения болезни и её летальность. Учитывая результаты исследований, можно сделать вывод, что лица с хронической болезнью почек находятся в группе риска и требуют особого внимания при диагностике и лечении инфекции.

#### **Список литературы**

1. Miller, S. E. Visualization of putative coronavirus in kidney / S. E. Miller, J. K. Brealey // *Kidney Int.* – 2020. – № 98. – P. 231–232.
2. Выхристенко, Л. Р. Поражение почек при инфекции COVID-19 / Л. Р. Выхристенко, А. И. Счастливленко, Л. И. Бондарева, Е. В. Сидоренко, О. Г. Музыка // *Вестник Витебского государственного медицинского университета.* – 2021. – Т. 20, №. 1. – С. 7–23.
3. Santoriello, D. Postmortem kidney pathology findings in patients with COVID-19 / D. Santoriello, P. Khairallah, A. S. Bomback, K. Xu, S. Kudose, I. Batal // *J. Am. Soc. Nephrol.* – 2020. – № 21. – P. 58–67.
4. Vassiliou, A. G. ICU admission levels of endothelial biomarkers as predictors of mortality in critically ill COVID-19 patients / A. G. Vassiliou, C. Keskinidou, E. Jahaj, P. Gallos, I. Dimopoulou, A. Kotanidou // *Cells.* – 2021. – № 10. – P. 186.

УДК 616.1/9

## **ОСТЕОСИНТЕЗ ЧЕРЕПНО-ЛИЦЕВОГО СКЕЛЕТА В УСЛОВИЯХ ЛОКАЛЬНЫХ КОНФЛИКТОВ**

*Росляков К.А., Макаренко К.В.*

ФКУЗ «МСЧ МВД России по Новосибирской области», г. Новосибирск, РФ  
*ros007@list.ru*

Последние военные конфликты, усовершенствование индивидуальных средств защиты (бронежилетов), использование самодельных взрывных устройств привели к увеличению частоты сложных черепно-лицевых травм (ЧЛТ). В настоящее время на долю ЧЛТ приходится до 40% всех жертв.

Цель работы – сократить время госпитализации с ЧЛТ и вернуть пострадавших к прохождению дальнейшей службы.

Наиболее распространенные ЧЛТ – это травмы мягких тканей (59%), черепно-мозговые (47 %) и орбитально-лицевые (37 %). Сопутствующие травмы туловища или конечностей были выявлены у 49,5 % пострадавших. Замечены различия между механизмами, частотой и характером травм. В то время как самодельные взрывные устройства наносили самый высокий

уровень повреждения черепа и туловища, огнестрельные ранения и ранения тупыми предметами имели более высокую частоту травм орбиты, лица и шеи. В целом, 45 % пациентов нуждались в оперативных вмешательствах, включая сложную реконструкцию лица, трепанацию черепа и восстановление жевательной функции.

Самодельное взрывное устройство – одно из наиболее распространенных механизмов получения травм, при этом середина лица была наиболее часто поражаемой областью. Большинству пострадавших требуется однократная хирургическая манипуляция по поводу травмы лица, остальные госпитализировались в специализированные медицинские учреждения.

Еще одна из проблем ЧЛТ – это необходимость в интубации или трахеотомии в полевых условиях в связи с окологлоточными отеками, гематомами, массивными кровотечениями из данных областей и костными обломками.

Нами было разработано и внедрено в практику устройство для лечения огнестрельных повреждений и переломов средней зоны лица (патент RU 2311147 С2). Наша разработка позволяет пострадавшему принимать пищу, выполнять активные движения, что, в свою очередь, положительно сказывается на регенерации и реабилитации в целом.

Сложная ЧЛТ все чаще встречается в полковых медицинских пунктах. Развертывание централизованной специализированной бригады по лечению ЧЛТ значительно сокращает пребывание в госпиталях и улучшает возвращение раненых в строй.

### Список литературы

1. Бобылев, Н. Г., Бобылев А. Г., Бобылев Д. А., Росляков К. А. Устройство для лечения переломов костей средней зоны лица : пат. № 2311147 Рос. Федерации: 2007 МГПС А 61В 17/66. «Патенты. Полезные модели». Бюл. № 32. С. 764. Опубл. 27.11.2007.
2. Петренко, В. А. Опыт лечения больных с повреждением костей черепа и головного мозга / В. А. Петренко, Е. В. Скубко, В. В. Бурдин // Полвека на страже здоровья : Материалы юбилейной научно-практической конференции. – Екатеринбург. – 2001. – С. 125–127.
3. Гизатуллин, Ш. Х. Особенности огнестрельных черепно-мозговых ранений в современных войнах и вооруженных конфликтах / Ш. Х. Гизатуллин, А. В. Станишевский // Мед. вестн. ГВКГ им. Н.Н. Бурденко. – 2021. – № 1. – С. 52–59.
4. Гейниц, А.В. Новый взгляд на некоторые аспекты патогенеза и методы лечения огнестрельных ран / А. В. Гейниц, П. И. Толстых, Е. Ф. Шин [и др.] // Лазер. медицина. – 2008. – Т. 12, № 4. – С. 40–46.
5. Гаргат, Е.А. Лечебно-диагностический менеджмент боевой хирургической травмы лица в условиях локального военного конфликта / Е. А. Гаргат, М. Ю. Ткачева, Ю. И. Налапко [и др.] // Университет. клиника. – 2018. – Т. 27, № 2. – С. 69–74.

## **ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМА ВИРУС-ИНДУЦИРОВАННОЙ ГИБЕЛИ ОПУХОЛЕВЫХ КЛЕТОК ПРИ ИНФИЦИРОВАНИИ ОНКОЛИТИЧЕСКИМИ ШТАММАМИ ВИРУСА БОЛЕЗНИ НЬЮКАСЛА *IN VITRO***

**Росляков К.А.<sup>1,2</sup>, Юрченко К.С.<sup>1</sup>**, канд. биол. наук,  
**Шестопалов А.М.<sup>1</sup>**, д-р биол. наук, проф.

<sup>1</sup> ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр фундаментальной и трансляционной  
медицины», г. Новосибирск, РФ

<sup>2</sup> ФГАОУ ВО «Новосибирский национальный исследовательский государственный  
университет», г. Новосибирск, РФ

*ros007@list.ru*

Разработка новых эффективных методов и подходов для терапии злокачественных новообразований – одна из наиболее актуальных и активно развивающихся областей биологии и медицины. Одним из популярных таргетных экспериментальных методов онкотерапии считается виротерапия – подход, использующий для борьбы с онкологическими заболеваниями вирусные инфекционные агенты [1]. Среди широкого разнообразия онколитических вирусов вероятным кандидатом в поиске эффективного агента для виротерапии является вирус болезни Ньюкасла семейства Парамиксовирусов [2].

Несмотря на демонстрацию эффективности цитотоксического действия онколитических штаммов ВБН, понимание молекулярных и клеточных механизмов вирус–опосредованной гибели опухолевых клеток остается неполным. Как правило, для каждого конкретного штамма механизмы описаны в общих чертах, а в некоторых публикациях представленные результаты противоречат друг другу, что приводит к нехватке данных для понимания полной картины противоопухолевого эффекта вируса болезни Ньюкасла [3, 4].

Цель настоящей работы – исследовать механизмы регуляции цитотоксического действия цитолитических природных штаммов вируса болезни Ньюкасла и дополнить знания о механизмах цитотоксических процессов, запускаемых при вирусном инфицировании в опухолевых клетках.

Исследования проводили на перевиваемых опухолевых клеточных линиях человека – НСТ116 (клетки колоректальной карциномы), чувствительной к воздействию штаммов вируса при инфицировании, и МСF7 (клетки аденокарциномы молочной железы), резистентной к цитотоксическому воздействию вируса болезни Ньюкасла по результатам ранее проведенных исследований. Поиск универсального механизма

цитотоксического действия, зависимости от патогенного типа исследуемых штаммов и возможной онко-избирательности природных штаммов ВБН, выделенный от диких птиц из природного резервуара, проверяли в тестах на жизнеспособность колориметрическим методом МТТ-анализа, методом определения апоптотических и некроптических маркеров при иммуноцитохимическом окрашивании и методом проточной цитофлуориметрии с использованием ингибиторов ключевых узлов для реализации путей клеточной гибели.

Опухолевые клеточные линии были инфицированы по стандартной методике. Множественность инфицирования составила 8ГАЕ/10,000 клеток. Выживаемость клеточных линий после инфицирования смотрели в МТТ-тесте на 4 сутки.

В результате пассирования наблюдалось увеличение титра вируса с 1-го по 11-й пассажи: для НСТ116 – на 1,9 lgТЦД50/мл, для МСF7 – на 0,6 lgТЦД50/мл. Однако только в случае клеточной линии НСТ116 можно говорить о нарастании титра почти на два порядка в результате адаптации штаммов. Жизнеспособность клеточных опухолевых линий после инфицирования штаммами в 10 пассаже, наработанных на опухолевых клетках, в случае с линией НСТ116 снизилась на 1,6 %.

По результатам клеточных исследований, где анализ эффективности цитотоксических свойств штаммов вируса болезни Ньюкасла проверяли при специфичном ингибировании киназной активности RIP1 при помощи Некростатина-1, который препятствует реализации RIP1-зависимого регулируемого некроза, и ингибировании эффекторной каспазы-3 и инициаторной каспазы-8 с помощью специфических каспазных ингибиторов Z-DEVD-FMK и Z-IETD-FMK, соответственно, с помощью проточной цитофлуориметрии получены следующие результаты.

Данные проточной цитофлуориметрии показывают, что цитотоксическое действие мезогенного (среднепатогенного) штамма NDV/Altai/pigeon/770/2011 [5] не связано с активацией процесса некроптоза и внешнего пути апоптотической клеточной гибели, из чего было сделано предположение, что преобладающим путем реализации цитотоксического действия является внутренний митохондриальный путь апоптоза.

Это подтвердило и положительное иммуноцитохимическое окрашивание клеточной линии НСТ116 на маркер каспазы-3. Одновременно с этим штаммы с низкой патогенностью NDV/teal/Novosibirsk\_region/320/2010 и NDV/Tyva/gull/14/2014 реализует свой максимальный цитотоксический потенциал, снижая жизнеспособность НСТ116 и МСF7 до  $17,76 \pm 2,42$  % и  $27,38 \pm 3,14$  %, соответственно, при ингибировании RIP1-зависимого регулируемого некроза. При ингибировании каспазы-8 и -3 противоопухолевый потенциал реализуется не до конца на обеих клеточных линиях. Таким образом, была

предложена гипотеза и том, что штаммы с низкой патогенностью могли бы реализовать цитотоксический потенциал путем апоптотической гибели при условии отсутствии конкуренции в реализации клеточной гибели по пути некроптоза.

Исследование с инфицированием разными штаммами со средней и низкой патогенностью может свидетельствовать о наличии или преобладании определенной стратегии цитотоксической активации клеточной гибели для штаммов разного патотипа.

Полученные данные дают возможность сделать предположение о наличии высокого потенциала цитотоксического действия на опухолевые клеточные линии не только штаммов патогенного типа, но и непатогенных штаммов. Однако механизм реализации противоопухолевых свойств у этих исследуемых штаммов в большей степени протекает по пути апоптоза и приводит к быстрой реализации апоптотической программы в отсутствии конкуренции реализации клеточной гибели по пути некроптоза.

*Работа выполнена в рамках госзадания 122012400086-2.*

#### **Список литературы**

1. Goradel, N. H. Oncolytic virotherapy: Challenges and solutions / N. H. Goradel, A. T. Baker, A. Arashkia // *Curr Probl Cancer*. – 2021. – Vol. 45, № 1. – P. 100639. DOI: 10.1016/j.currproblcancer.2020.100639.
2. Tayeb, S. Therapeutic potential of oncolytic Newcastle disease virus: a critical review / S. Tayeb, Z. Zakay-Rones, A. Panet // *Oncolytic Virother*. – 2015. – Vol. 27, № 4. – P. 49–62. DOI: 10.2147/OV.S78600.
3. Keshavarz, M. Oncolytic Newcastle disease virus reduces growth of cervical cancer cell by inducing apoptosis / M. Keshavarz, A. S. M. Nejad, M. Esghaei // *Saudi J. Biol. Sci*. – 2020. – Vol. 27. – № 1. – P. 47–52. – DOI: 10.1016/j.sjbs.2019.04.015.
4. Koks, C. A. Newcastle disease virotherapy induces long-term survival and tumor-specific immune memory in orthotopic glioma through the induction of immunogenic cell death / C. A. Koks, A. D. Garg, M. Ehrhardt // *Int. J. Cancer*. – 2015. – Vol. 136, №5. – P. 313–325. – DOI: 10.1002/ijc.29202.
5. Yurchenko, K. S. Complete Genome Sequence of a Newcastle Disease Virus Isolated from a Rock Dove (*Columba livia*) in the Russian Federation / K. S. Yurchenko, M. V. Sivay, A. V. Glushchenko // *Genome Announc*. – 2015. – Vol. 3, №1. – P.e01514-14. – DOI: 10.1128/genomeA.01514-14.

## СЕРОЛОГИЧЕСКИЙ СКРИНИНГ ОБРАЗЦОВ КРОВИ ДОНОРОВ НА НАЛИЧИЕ МАРКЕРОВ СИФИЛИСА

*Серегина Н.В.*, канд. биол. наук, доц.  
ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», г. Тула, РФ  
*seregina.79@mail.ru*

Бактериальная безопасность донорской крови является значимой и актуальной проблемой, которая напрямую зависит от качества медицинского освидетельствования доноров и лабораторного исследования полученных образцов крови.

Цель работы – провести ретроспективный анализ выявления маркеров *Treponema pallidum* у доноров Тульской области за период 2014-2021 годы.

Использование современных методов лабораторной диагностики, высокочувствительных тест-систем позволяет свести к минимуму вероятность инфицирования сифилисом. Тестирование донорской крови на маркеры сифилиса лежит в основе ее инфекционной безопасности.

В настоящее время, в соответствии с приказом МЗ РФ №87 от 2001 года «О совершенствовании серологической диагностики сифилиса», виды серологических реакций, рекомендуемые для практического использования строго регламентированы [1]. Эти методы выявляют большинство случаев инфицирования доноров сифилисом. Безусловной необходимостью является проведения скрининговых непрямых тестов и прямых трепонемных тестов. В отделе лабораторной диагностики ГУЗ «ТОСПК» серологические маркеры в образцах крови выявлялись нетрепонемными тестами в качестве первичного скрининга. К реакциям этого типа относятся: реакции микропреципитации (РМП) и быстрый плазмогеагиновый тест (RPR), который проводился с помощью набора реагентов «Антикардиолипин-РПР-Бест» ЗАО «Вектор-Бест», г. Новосибирск. Безусловно, трепонемные методы более чувствительны и специфичны, поэтому использовался иммуноферментный анализ (ИФА). Работу осуществляли на иммуноферментном автоматическом анализаторе Evolis («Bio-Rad», Франция) и ручным методом с помощью комплекта полуавтоматического ИФА-оборудования: спектрофотометров, автоматических промывателей, инкубаторов и отмывающих устройств («Bio-Rad»).

Согласно официальным данным, в Российской Федерации частота обнаружения серологических маркеров сифилиса у доноров в 2014-2020 годах составила 0,79–0,49 % [2, 3]. Это по-прежнему дает основание



оценивать эпидемиологическую ситуацию как тревожную. Сифилис по-прежнему представляет серьезную проблему.

В ГУЗ «ТОСПК» в 2014 году методами РМП и ИФА было обследовано 20 872 человека, положительных соответственно 33 (0,16 %) и 132 (0,63 %), что составляет 632,4 на 100 тысяч населения. В 2015 году обследовано 23 300 человек, РМП положительных 15 (0,06 %), методом ИФА выявлено положительных результатов 101 (0,43 %), что составляет 433,4 на 100 тысяч населения. В 2016 году обследовано 24 492 человека, РМП положительных 22 (0,09 %), ИФА положительных 120 (0,5 %), что составляет 489,9 на 100 тысяч населения. За эти годы происходило увеличение количества доноров, в то же время выявляемость данных маркеров остается приблизительно на одном уровне. В 2017 году происходит снижение общего количества обследованных, что составляет 23190 человек, из них 9 положительных результатов методом RPR (0,04 %), ИФА положительных 57 (0,25 %), что составляет 245,8 на 100 тысяч населения. В 2018 году обследовано 23 348 донора, положительных в RPR – 12 (0,05 %), положительных в ИФА – 47 (0,2 %) или 201,3 на 100 тысяч населения. В 2019 году обследовано 22 973 донора, положительных в ИФА – 23 (0,1 %), или 100,1 на 100 тысяч донаций, положительных в RPR – 5 (0,02 %).

В 2020 году обследовано 21103 человека, положительных в ИФА – 17 (0,08 %), или 80,6 на 100 тысяч донаций, положительных в RPR – 3 (0,01 %). В 2021 году обследовано 22 947 доноров, положительных – 21 (108,9 на 100 тысяч донаций), в RPR – 3 положительных.

Общее количество доноров снизилось за отчетный период на 3389 человек. С 2014 по 2021 годы просматривается динамика уменьшения количества положительных маркеров. В пересчете на 100 тысяч, это составляет 431,1 случай. В настоящее время активные профилактические мероприятия позволяют в несколько раз снизить заболеваемость сифилисом. Произошло уменьшение количества положительных результатов при максимальных значениях в 2014 году и минимальных в 2020. Качественный серологический скрининг образцов является ключевым фактором, который обеспечивает безопасность донорской крови и ее компонентов.

### Список литературы

1. Приказ Минздрава Российской Федерации от 26.03.2001 г. №87 «О совершенствовании серологической диагностики сифилиса».
2. Бочкова, Г. Д. Частота выявления маркеров гемотрансмиссивных инфекций у доноров Ростовской области / Г. Д. Бочкова // Главный врач Юга России. – 2019. – № 2 (66). – С. 4–6.
3. Волкова, С. Б. Медико-организационные аспекты проведения скрининговых обследований населения на сифилис: диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / С. Б. Волкова. – Рязань. – 2017. – С. 65.

## ХАРАКТЕР СВЯЗИ МЕЖДУ УРОВНЕМ АГРЕССИВНОСТИ И СТИЛЯМИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ У СТУДЕНТОВ-ГУМАНИТАРИЕВ

*Соболев В.И.*, д-р биол. наук, проф.,  
*Попов М.Н.*, канд. пед. наук, доц.,  
ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет  
имени В.И. Вернадского», г. Ялта, РФ  
*v.sobolev@mail.ru*

Проблема выявления характера и степени выраженности взаимосвязи между различными показателями психического статуса индивида занимает важное место в медико-биологических и психолого-педагогических исследованиях [1, 3–5]. В связи с этим целью настоящей работы явилась оценка возможных взаимосвязей между некоторыми тестами, отражающими, с одной стороны, когнитивные свойства личности, а с другой стороны – уровень агрессивности, как устойчивой характеристики субъекта.

В исследованиях приняли участие 16 студентов Института педагогики, психологии и инклюзивного образования Гуманитарно-педагогической академии (филиал) ФГАОУ ВО "Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского" в г. Ялте возрастом 19-20 лет. У всех испытуемых проводили тестирование путем заполнения анкет «Опросника склонности к агрессии Басса-Перри» и «Опросника стиля деятельности (LSQ)», представленных в каталоге психологических тестов на портале (<https://psytests.org/test.html#112>) в разделах «Методики исследования психических состояний, агрессивности, тревожности» и «Методики исследования когнитивной сферы, стилей мышления, обучения, деятельности» [2].

Статистический анализ полученных данных проводился с помощью пакетов анализа Windows Excel (2010) и SPSS (Statistics 17.0). Вычислялись показатели итоговой статистики, а также коэффициенты взаимокорреляции между всеми исследуемыми показателями психологического статуса. При интерпретации результатов учитывали лишь те связи, которые после z-преобразования Фишера имели значение коэффициента корреляции более (+/-) 0,5 при уровне значимости  $p < 0,05$ .

Анализ полученных результатов показал, что в тесте измерения степени агрессивности «Басса-Перри» в 2-х шкалах из 3-х отмечен средний и низкий уровень склонности к агрессии (соответственно, шкалы «Физическая агрессия» и «Враждебность»). С другой стороны, в группе респондентов по шкале «Гнев» отмечается высокий уровень агрессивности. Необходимо подчеркнуть, что социально опасное качество

субъекта, такое как «физическая агрессия», было, судя по результатам тестирования, слабо выраженным, что следует рассматривать как положительное явление. Можно полагать, что специфика контингента обследованных (студенты гуманитарии), по-видимому, во многом объясняет низкий уровень агрессивности, зафиксированный в шкале «физическая агрессия».

Оценка характера выбора студентами-гуманитариями предпочитаемого стиля деятельности (LSQ-тест) показала, что наиболее востребованным был стиль «Рефлексирующий», о чем свидетельствует высокий средний балл в исследуемой группе респондентов (табл. 1). Другие стили деятельности характеризовались средним уровнем предпочтения.

Таблица 1

Перечень использованных тестов и показателей шкал

Название теста		Среднее значение для группы (баллы)	Интерпретация для всей группы
Опросник склонности к агрессии Басса-Перри	физическая агрессия	11,6±1,2	низкий уровень
	<b>гнев</b>	<b>22,3±2,1</b>	<b>высокой уровень</b>
	враждебность	16,4±1,4	средний уровень
Опросник стиля деятельности (LSQ)	деятель	6,1±0,3	средний уровень
	теоретик	7,0±0,4	средний уровень
	<b>рефлексирующий</b>	<b>9,9±0,5</b>	<b>высокий уровень</b>
	прагматик	6,7±0,4	средний уровень

*Примечание:* жирным шрифтом выделены показатели с высоким уровнем индекса.

Одной из задач настоящей работы явилось выявление взаимосвязей между стилем деятельности, с одной стороны, и уровнем агрессивности, с другой. Результаты тестирования показали, что выраженная положительная связь с коэффициентами Пирсона 0,54 и 0,58 (табл. 2) имеется только между стилем деятельности «Рефлексирующий» и склонностью к агрессии (шкалы «Гнев» и «Враждебность»). Эти результаты подтверждает и непараметрический ранговый коэффициент корреляции Спирмена ( $p=0,011$ ).

Характерно, что статистически значимая связь между показателем «Рефлексирующий» и показателями уровня агрессивности проявляется во всех случаях, кроме показателя «Физическая агрессия». Последнее, с нашей точки зрения, объясняется гуманитарной ориентацией личности испытуемых. Стиль деятельности «Прагматик» отрицательно коррелирует с показателем «Гнев» при коэффициенте корреляции Пирсона -0,56.

Другие показатели (стиль деятельности «Деятель» и «Теоретик») с уровнем агрессивности, судя по коэффициентам корреляции, практически не были связаны.

Таблица 2

Корреляционная матрица (коэффициенты корреляции)

Название теста (шкалы)	Опросник склонности к агрессии Басса-Перри		
	Физическая агрессия	Гнев	Враждебность
Стиль: Деятель	0,38	-0,17	0,05
Стиль: Теоретик	0,09	-0,13	0,08
Стиль: Рефлексирующий	0,17	<b><u>0,54</u></b>	<b><u>0,58</u></b>
Стиль: Прагматик	-0,20	<b><u>-0,56</u></b>	-0,30

*Примечание:* статистически значимые ( $p < 0,05$ ) коэффициенты корреляции после z-преобразования Фишера выделены жирным курсивом с подчеркиваем.

Результаты данного исследования позволяют сделать заключение, что между «чисто» когнитивным свойством личности (предпочитаемый стиль деятельности) и уровнем агрессивности существует тесная связь: чем более у испытуемого выражен индекс стиля «Рефлексирующий», тем выше у него уровень агрессивности (за исключением показателя «Физическая агрессия»).

### Список литературы

1. Бэрн, Р. Агрессия / Р. Бэрн, Д. Ричардсон. – СПб. : Питер, 2001. – 352 с.
2. Методики диагностики эмоциональной сферы : психологический практикум / сост. О. В. Барканова [серия: Библиотека актуальной психологии]. – Вып. 2. – Красноярск : Литера-принт, 2009. – 237 с.
3. Соболев, В. И. Оценка взаимосвязи между психофизиологическими и индивидуальными показателями теста Т. А. Немчина у студентов-первокурсников / В. И. Соболев, М. Н. Попов, В. В. Труш // Проблемы современного педагогического образования. – 2019. – № 65–1. – С. 344–348.
4. Соболев, В. И. Характеристика корреляционных связей между различными показателями нервно–психического статуса у студентов в период «коронавирусной самоизоляции» / В. И. Соболев, М. Н. Попов, В. В. Труш // Проблемы современного педагогического образования. – 2020. – Вып. 67. – Ч. 2. – С. 315–318.
5. Соболев, В. И. Оценка взаимосвязи между психофизиологическими и индивидуальными показателями теста Т. А. Немчина у студентов-первокурсников / В. И. Соболев, М. Н. Попов, В. В. Труш // Проблемы современного педагогического образования. – 2019. – № 65–1. – С. 344–348.

## **КЛИНИЧЕСКАЯ ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ ОНКОЛИТИЧЕСКИХ ВИРУСОВ**

***Томчик М.Д., Росляков К.А.***

ФКУЗ «МСЧ МВД России по Новосибирской области»,  
г. Новосибирск, РФ  
*ros007@list.ru*

На базе ФКУЗ «МСЧ МВД России по Новосибирской области» было проведено исследование в мире клинического применения онколитических вирусов.

Цель работы – дать представления о текущей перспективе клинического применения онколитических вирусов, их эффективности, биобезопасности и возможности использования в клинической практике.

Онколитические вирусы (ОВ) – это вирусы, у которых выражена естественная способность заражать и убивать (лизировать) только клетки опухоли, в которых они размножаются.

Изучение онколитических свойств вирусов насчитывает более столетнюю историю.

Первые клинические наблюдения были сделаны в Клинвольде 1896-1904 гг., в которых установлено, что после перенесенных вирусных заболеваний наступали ремиссии онкологических заболеваний. В 1922 г. Levaditi-Nicolau в институте Луи Пастера во Франции изучали свойства различных клеток и способности их к размножению. Они обнаружили, что на раковых клетках вирусы очень хорошо размножаются. В 1949 г. практически одновременно с введением химиотерапии выявили, что вирусы могут лечить онкологические заболевания.

Однако из-за нарушения этических и всевозможных правил, а так же бесконтрольного использования вирусов в институте Sloan Kettering Cancer Center New York в 1952-1960 годах исследование онколитических вирусов было приостановлено за рубежом и в СССР, что привело к пересмотру множества этических правил в сторону ужесточения применения препаратов и лекарственных средств.

В 60-е гг. в СССР было проведено исследование и установлено, что в кишечнике детей находятся непатогенные энтеровирусы, которые интерферируют с полиомиелитной вакциной. Выяснилось, что при применении таких живых вакцин наступала ремиссия и даже излечение от онкологических заболеваний.

Сегодня четыре ОВ были одобрены во всем мире для лечения рака. Первым в 2004 г. был РНК-вирус, полученный из нативного штамма ЕСНО-7 пикорновируса под названием Rigvir, который получил одобрение для лечения меланомы в Латвии. Затем, в 2005 г., Китай одобрил

генетически модифицированный аденовирус H101 для лечения карциномы носоглотки в сочетании с цитотоксической химиотерапией. В 2015 г. Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США одобрило Талимоген лахерпарепвек (T-VEC), аттенуированный вирус простого герпеса 1-го типа (ВПГ-1), кодирующий гранулоцитарно-макрофагальный колониестимулирующий фактор (GM-CSF), для лечения меланом. В июне 2021 г. в Японии одобрение получил препарат Teserpaturev или G47Δ (Delytact) для лечения глиом.

Большинство клинических исследований лечения ОВ были I фазой (51,8%); 11,2% клинических исследований II фазы; 2,3% клинических исследований III фазы, 34,7% – ранняя фаза, или первые испытания на людях. Наиболее используемые вирусы: аденовирус (30,9%), впг 1(23,7%), реовирус (19,6%), поксивирусы (11,2%), вирус болезни Ньюкасла (9,2%), вирус кори (3,1%), вирусы долины Сенека и HVJ-E (2,3%). Примерно в одной трети использовались нативные вирусы, тогда как в двух третях использовались генетически модифицированные вирусы. Лечение ОВ сочеталось с противоопухолевыми препаратами, лучевой, иммуно- и таргетной терапиями в 37,1%.

Недавно были обнаружены два типа опухолей: «холодные» и «горячие». В горячих опухолях клетки самой опухоли составляют 10%, а остальные, ассоциированные Т-лимфоциты, которые находятся в супрессированном состоянии и экспрессирующие белок PDL-1. Эти опухоли поддаются лечению ингибиторами контрольных точек. Холодные опухоли такому лечению не поддаются. Но, если в холодную опухоль ввести ОВ, то происходит конверсия опухолевых клеток, которые начинают экспрессировать PDL-1 и в них идет инфильтрация неактивных Т-лимфоцитов. После добавления антитела накопившиеся лимфоциты активируются и активно начинают уничтожать опухолевые клетки. Это очень важный момент, который говорит о том, что антительные препараты очень хороши после антивирусной терапии. Статистика исследований показывает, что они действуют синергически.

Наиболее распространенным способом доставки ОВ является интратуморальный (49,5%), за которым следует внутривенный (35%), инфузия печеночной артерии (6,2%), внутрибрюшинная доставка (5,1%). Дополнительные способы доставки включают внутрипузырную доставку, прямую инъекцию в ложе опухоли головного мозга, внутрикожную инъекцию, инфицирование опухолевых клеток *ex vivo*. Практически ничего не говорится о клинических испытаниях с использованием доставки стволовых клеток или нанопузырьков, хотя они описаны в доклинических исследованиях.

Мы считаем, что использование и изучение вирусного онколиза является одним из перспективных направлений в онкологии так как:

- 1) вирусы обладают повышенной способностью размножаться в клетках опухоли;
- 2) действие онколитических вирусов направлено одновременно на прямое уничтожение опухолевых клеток и на стимулирование систем врожденного и адаптивного противоопухолевого иммунитета;
- 3) онколитические вирусы снимают иммунную супрессию опухолевого микроокружения;
- 4) ОВ способны уничтожать стволовые раковые клетки;
- 5) имеются примеры полного излечения ранее абсолютно смертельных заболеваний (глиобластома, поздние стадии меланомы и т.д.).

Следует сказать о причинах медленного продвижения вирусной терапии в клинику, которое связано с:

- 1) боязнью вирусов как традиционных возбудителей болезни;
- 2) неготовностью фарминдустрии;
- 3) непредсказуемостью клинического эффекта;
- 4) положительный эффект наблюдается в 40-30% случаев.

Для улучшения вирусного онколиза мы предлагаем создать панель вирусов с использованием Singl Cell Gene Expression-10x Genomics для поиска рецепторов, экспрессирующихся конкретной опухолью, разработать диагностические предсказательные тесты, делающие возможным определение чувствительности клеток пациента к конкретному вирусу, использовать дендритные клетки для доставки ОВ в клетки опухоли.

### Список литературы

1. Ворошилова, М. К. Изучение клеточного иммунитета у онколитических больных в процессе бессимптомной энтеровирусной инфекции / М. К. Ворошилова // Виротерапия и искусственная гетерогенезация опухолей. – 1977. – С. 17–19.
2. Hamid, O. Intratumoral immunotherapy-update 2019 / O. Hamid, R. Ismail, I. Puzanov // *Oncologist*. – 2020. – Vol. 25. – P. e423–38.
3. Andtbacka, R. H. I. Biodistribution, shedding, and transmissibility of the oncolytic virus talimogene laherparepvec in patients with melanoma / R. H. I. Andtbacka, T. Amatruda, J. Nemunaitis // *EBioMedicine*. – 2019. – Vol. 47. – P. 89–97.
4. Pokrovskaya, T. D. External beam radiation therapy and enadenotucirev: inhibition of the DDR and mechanisms of radiation-mediated virus increase / T. D. Pokrovskaya, E. J. Jacobus, R. Puliyadi // *Cancers*. – 2020. – Vol. 12. – P. 79–89.
5. Arnold, D. GOBLET: a phase I/2 multiple-indication biomarker, safety, and efficacy study in advanced or metastatic gastrointestinal cancers exploring treatment combinations with pelareorep and atezolizumab / D. Arnold, M. Collienne, G. A. Wilkinson, H. Loghmani, T. C. Heineman // *J. Clin. Oncol.* – 2022– 40(Suppl. 4). –TPS216.

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ АРГИНИНА, УМЕРЕННОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ И ИХ КОМБИНАЦИИ В КОМПЕНСАЦИИ ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ, ВЫЗВАННЫХ ВВЕДЕНИЕМ ДЕКСАМЕТАЗОНА

*Труш В.В.*<sup>1</sup>, канд. мед. наук, доц.,  
*Соболев В.И.*<sup>2</sup>, д-р биол. наук, проф.

<sup>1</sup>ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР, РФ

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», г. Ялта, РФ

*ver.trush@yandex.ru*

**Актуальность проблемы.** Несмотря на достаточно хорошую изученность клиники стероидной миопатии, вопросы ее эффективной компенсации остаются открытыми. В качестве рабочей гипотезы в настоящей работе было выдвинуто предположение относительно возможной эффективности аргинина, умеренной физической нагрузки (ФН) и их комбинации в компенсации электрофизиологических нарушений скелетной мышцы (СМ), вызванных глюкокортикоидной терапией.

Выбор именно этих факторов для компенсации негативных эффектов глюкокортикоидов (ГК) на нервно-мышечный аппарат (НМА) был обусловлен следующими обстоятельствами. В предыдущих наших исследованиях [1] показана эффективность аргинина в компенсации некоторых функциональных нарушений в СМ смешанного типа с преимущественным преобладанием гликолитических МВ, вызванных длительным (на протяжении 30 дней) введением дексаметазона (ДМ).

В некоторой степени полезными в ослаблении негативных эффектов фармакологических доз ГК на организм могут оказаться и умеренные ФН, усиливающие нейрогенез, синаптогенез, ангиогенез в нервной системе [2]. Кроме того, выявлено, что МВ при ФН повышают экспрессию ростового фактора RGC-1 $\alpha$ 4, который стимулирует экспрессию ИФР-I и репрессирует экспрессию миостатина, что приводит к снижению мышечной атрофии и даже к гипертрофии мышц [3]. При этом на уровень общего ИФР-I в плазме крови в большей степени влияют ФН на выносливость, а не с отягощениями [4].

Между тем, эффективность ФН в компенсации стероидной миопатии носит дискуссионный характер. Так, если одни специалисты [5] наблюдали позитивные эффекты ФН в плане предотвращения мышечной атрофии, вызванной введением фармакологических доз ГК, то другие [6] – напротив, усиление атрофии как быстрых, так и медленных СМ на фоне введения триамцинолона, что очевидно обусловлено применением ими тяжелой ФН. В то же время, в литературе существует мнение относительно



способности аргинина и его активных метаболитов улучшать переносимость организмом ФН [7, 8].

В связи с этим целью данной работы явилось изучение эффективности фармакологических доз аргинина (100 мг/кг/сутки), умеренной динамической ФН и их комбинации в компенсации нарушений электрофизиологических параметров СМ смешанного типа с преимущественным преобладанием гликолитических волокон (*m. tibial anterior*) в динамике развития дексаметазонового гиперкортицизма.

**Методика.** Эксперименты проводились на половозрелых крысах-самках (195–205 г), разделенных на 4 группы: контрольную (n=10, К-группа), I опытную (n=10, получали дексаметазон, ДМ-группа), II опытную (n=30, получали дексаметазон в комплексе с аргинином, ДМ+АРГ-группа), III опытную (n=30, получали дексаметазон и подвергались ежедневному плаванию, ДМ+ПЛАВ-группа) IV опытную (n=30, получали дексаметазон в комплексе с аргинином и подвергались плаванию, ДМ+АРГ+ПЛАВ-группа). Препараты вводили в дозах, адекватных терапевтическим для человека, на протяжении 10, 30 и 60 дней: дексаметазон («KRKA», Словения) – 1 раз в 2-е суток, внутривентриально, в дозе 0,25 мг/кг, аргинин (торговая марка «Кардиоаргинин», «Здоровье», Украина) – в дозе 100 мг/кг, ежесуточно, подкожно. Физической нагрузке (плавание при температуре воды  $38 \pm 1$  °С без дополнительного отягощения) животных ДМ+ПЛАВ- и ДМ+АРГ+ПЛАВ-групп начинали подвергать с 1-го дня введения препаратов, ежедневно до окончания периодов их введения. Плавание начинали с 5 минут в день, ежедневно увеличивая его продолжительность на 5 минут до достижения 60-минутного воздействия (к 12 суткам эксперимента).

По окончании периодов экспериментальных воздействий на наркотизированных животных (тиопентал натрия, 100 мг/кг) с помощью метода стимуляционной электромиографии изучали некоторые электрофизиологические параметры передней большеберцовой мышцы в условиях вызванного ее возбуждения, которое индуцировали путем раздражения сверхпороговым электрическим током малоберцового нерва.

**Результаты.** Уже спустя первые 10 дней изолированного введения ДМ наблюдалось уменьшение, в сравнении с контролем ( $p < 0,05$ ), массы мышцы (на 9 %), а после 30 дней применения препарата – и количества активируемых ДЕ (на 43 %), которые сохранялись вплоть до окончания 2-х месячного периода введения синтетического ГК. Применение в комплексе с ДМ аргинина или умеренной ФН или их комбинации предотвратило уменьшение массы передней большеберцовой мышцы и количества активируемых ДЕ, типичное для ДМ-групп. Более того, спустя 30–60 дней применения в комплексе с ДМ плавания или его комбинации с аргинином наблюдалось значимое относительно контроля ( $p < 0,05$ ) увеличение данных параметров.

ДМ-гиперкортицизм обуславливал определенные изменения параметров М-ответа передней большеберцовой мышцы, характер которых

зависел от длительности введения препарата. Так, спустя первые 10 дней введения ДМ наблюдалось некоторое укорочение латентного периода М-ответа (на 12 %,  $p < 0,05$  относительно контроля) на фоне нормальных его амплитуды и длительности, что, по всей видимости, было связано с первоначальным облегчающим эффектом ДМ на синаптическую передачу. По мере дальнейшего углубления гиперкортицизма, спустя 30 дней введения ДМ, наблюдалось ухудшение параметров М-ответа ( $p < 0,05$  относительно контроля): удлинение латентного его периода (на 19 %) и уменьшение амплитуды (на 37 %) на фоне неизменной длительности, у 40 % особей регистрировались полифазные потенциалы сниженной амплитуды. По окончании 2-х месячного периода введения ДМ латентный период и амплитуда М-ответов нормализовывались, тогда как их длительность существенно увеличивалась (на 52 %,  $p < 0,05$  относительно контроля), и у 40 % особей регистрировались полифазные М-ответы нормальной или уменьшенной амплитуды. Данные факты на фоне уменьшенных относительно контроля ( $p < 0,05$ ) массы мышцы (на 8 %) и количества активируемых ДЕ (на 40 %) у животных 60ДМ-группы свидетельствуют в пользу возможного увеличения плотности ДЕ мышцы за счет коллатерального спрутинга фрагментов дистрофически измененных МВ

Аргинин, ФН и их комбинация, применяемые в комплексе с ДМ, определенным образом модулировали характер изменения параметров М-ответа, типичный для ДМ-групп. Во-первых, все эти факторы предотвратили типичное для 30ДМ-группы уменьшение амплитуды и удлинение латентного периода М-ответов. Во-вторых, ФН и ее комбинация с аргинином предотвратили типичное для 60ДМ-группы увеличение длительности М-ответов и снизили частоту полифазных М-ответов при длительном применении (до 30–10 % у животных, получавших ДМ в комплексе с ФН или комбинацией «ФН + аргинин» на протяжении 30–60 дней). В то же время, при введении в комплексе с ДМ аргинина наблюдалось типичное для 60ДМ-группы удлинение М-ответов спустя 30–60 дней введения пары препаратов (на 38–35 %,  $p < 0,05$  относительно контроля) на фоне нормальной их амплитуды. Кроме того, частота полифазных М-ответов в ДМ+АРГ-группах была сопоставима с таковой ДМ-групп, но поскольку эта полифазия отмечалась на фоне нормальных амплитуды М-ответов, массы мышцы и количества активируемых ДЕ, она, вероятнее всего, была обусловлена нейропатическими изменениями.

Для животных ДМ-групп были характерны определенные синаптические расстройства, проявляющиеся в снижении надежности синаптической передачи и повышенной утомляемости синапсов, исходной их заблокированности и сниженной лабильности. Так, у части животных ДМ-групп наблюдался патологически значимый декремент амплитуды М-ответов при низкочастотной стимуляции малоберцового нерва (4 имп/с),

свидетельствующий в пользу снижения надежности синаптической передачи. Наиболее высокая частота регистрации этого декремента была характерна для животных 30ДМ-группы (70 %), тогда как к окончанию 2-х месячного периода введения ДМ она снижалась (до 40 %). Для всех ДМ-групп было характерно не типичное для контроля удлинение латентного периода М-ответа мышцы после выполнения УР (на 33–38 % относительно исходного значения,  $p < 0,05$ ), свидетельствующее в пользу большей утомляемости синапсов и возможно сниженной надежности синаптической передачи. У части животных ДМ-групп наблюдалось патологически значимое облегчение синаптической передачи при оптимальной частоте стимуляции НМА (30 имп/с), наибольшая частота которого (у 50 % особей до УР и 70 % особей после УР) на фоне сниженной амплитуды 1-го М-ответа в серии (на 36 %,  $p < 0,05$  относительно контроля) была характерна для 30ДМ-группы. Для 30ДМ- и 60ДМ-групп было типично увеличение ( $p < 0,05$  относительно контроля) степени посттетанического облегчения мышцы на фоне сниженной относительно контроля (на 39–65 %,  $p < 0,05$ ) амплитуды исходного М-ответа (до тетануса). Данный факт вместе с патологически значимым облегчением синаптической передачи при оптимальной частоте стимуляции НМА (30 имп/с), типичным для части животных 30ДМ- и 60ДМ-групп, свидетельствует в пользу частичной исходной заблокированности синапсов, отражающей наличие пресинаптических расстройств. Спустя первые 10 дней введения ДМ выраженное облегчение синаптической передачи при оптимальной частоте стимуляции НМА (встречалось у 30% особей) имело место на фоне нормальных амплитуды 1-го М-ответа в серии и степени посттетанического облегчения. Данные факты указывают в пользу того, что возможной причиной такого облегчения, могло служить первоначальное облегчающее действие ДМ на экзоцитоз медиатора.

У части особей ДМ-групп отмечалась патологически значимая депрессия синаптической передачи при оптимальной частоте стимуляции нерва (30 имп/с), которая встречалась в ДМ-группах в целом реже патологически значимого облегчения и с одинаковой частотой спустя 30 и 60 дней введения ГК (у 30 % особей до УР и 40 % после УР). Для животных 30ДМ- и 60ДМ-групп было характерно гораздо более существенное, чем у контроля ( $p < 0,05$ ), уменьшение амплитуды М-ответов относительно 1-го в серии при высокой частоте стимуляции нерва (70 имп/с), что указывает в пользу сниженной лабильности синапсов. Патологически значимая депрессия синаптической передачи при оптимальной частоте стимуляции НМА (30 имп/с) и сниженная лабильность синапсов у животных ДМ-групп косвенно свидетельствуют о наличии постсинаптических нарушений.

Аргинин, ФН и их комбинация определенным образом модулировали влияние ДМ на состояние синаптической передачи. Все эти

факторы предотвратили развитие исходной заблокированности синапсов, типичное для мышцы животных 30ДМ- и 60ДМ-групп. ФН и ее комбинация с аргинином существенно снизили частоту случаев сниженной надежности синаптической передачи, в сравнении с ДМ-группами (до 10 % в 10ДМ+АРГ+ПЛАВ-группе и полного их отсутствия в ДМ+ПЛАВ-группах), тогда как аргинин уменьшил (до 10–40 %) частоту этих случаев, но, в отличие от ФН, не предотвратил полностью их появление. Умеренная ФН эффективно предотвратила развитие постсинаптических нарушений, вызванных ДМ, тогда как аргинин несколько уменьшил частоту возникновения признаков постсинаптических нарушений (до 10–20 %) только при длительном применении с ДМ (на протяжении 30–60 дней).

**Заключение.** Умеренная ФН сама по себе оказалась достаточной для компенсации нарушений параметров М-ответа, предотвращения пре- и постсинаптических нарушений, вызванных длительным введением ДМ, тогда как в случае применения ДМ с аргинином у животных наблюдались признаки нейропатических изменений и на начальных этапах воздействия комбинации «ДМ + аргинин» (спустя первые 10 дней введения препаратов) – постсинаптических нарушений.

#### Список литературы

1. Труш В.В. и др. Оценка эффективности аргинина в компенсации стероидной миопатии у белых крыс, индуцированной длительным введением дексаметазона / В.В. Труш, В.И. Соболев, М.Н. Попов // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. – 2018. – Т.62, №4. – С. 120-129.
2. Hötting K. et al. Beneficial effects of physical exercise on neuroplasticity and cognition / K. Hötting, B. Röder // *Neurosci. Biobehav. Rev.* – 2013. – V. 37, № 9, Pt B. – P. 2243-2257. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2013.04.005
3. Ruas J.L. et al. A PGC-1 $\alpha$  isoform induced by resistance training regulates skeletal muscle hypertrophy / J.L. Ruas, J.P. White, R.R. Rao et al. // *Cell. Elsevier Inc.* – 2012. – V. 151, № 6. – P. 1319. DOI: 10.1016/j.cell.2012.10.050
4. de Alcantara Borba D. et al. Can IGF-1 Serum Levels Really be Changed by Acute Physical Exercise? A Systematic Review and Meta-Analysis / D. de Alcantara Borba, E. da Silva Alves, J. Paulo Pereira Rosa et al. // *J. Phys. Act. Health.* – 2020. – V. 17, №5. – P. 575-584. DOI: 10.1123/jpah.2019-0453
5. Cai X. et al.  $\alpha$ -Ketoglutarate prevents skeletal muscle protein degradation and muscle atrophy through PHD3/ADRB2 pathway / X. Cai, Y. Yuan, Z. Liao et al. // *FASEB J.* – 2018. – V. 32, №1. – P. 488-499. DOI: 10.1096/fj.201700670R
6. Uchikawa K. et al. Strenuous exercise-induced alterations of muscle fiber cross-sectional area and fiber-type distribution in steroid myopathy rats / K. Uchikawa, H. Takahashi, K. Hase et al. // *Am. J. Phys. Med. Rehabil.* – 2008. – V. 87, № 2. – P. 126-133. DOI: 10.1097/PHM.0b013e31815869d0
7. Liu J. et al. The pharmabiotic approach to treat hyperammonemia / J. Liu, E. Lkhagva, H.J. Chung et al. // *Nutrients.* – 2018. – V. 10, № 2. – P. 140. DOI: 10.3390/nu10020140
8. Poortmans J.R. Nitrate supplementation and human exercise performance: too much of a good thing? / J.R. Poortmans // *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* – 2015. – V. 18, № 6. – P. 599-604. DOI: 10.1097/mco.0000000000000222

## ЭФФЕКТЫ ДЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК И АРГИНИНА НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СКЕЛЕТНОЙ МЫШЦЫ В ЭКСПЕРИМЕНТАХ НА КРЫСАХ

**Труш В.В.**, канд. мед. наук, доц.,

**Осипова Л.М.**, канд. биол. наук, доц.

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

*ver.trush@yandex.ru*

**Актуальность проблемы.** В последние годы появляется все больше данных в пользу позитивного влияния аргинина, как донатора NO, и орнитина, на нервно-мышечный аппарат, в том числе его устойчивость к физическим нагрузкам (ФН) [1, 2]. В то же время некоторые специалисты [3-5] считают, что дополнительное введение аргинина в организм не всегда оказывает только лишь положительные эффекты, и оспаривают полную безопасность терапии аргинином различных патологических состояний.

Целью работы явилось изучение эффектов фармакологических доз аргинина (АРГ, 100 мг/кг/сутки), умеренной динамической ФН и их комбинации на скелетную мышцу смешанного типа с преимущественным преобладанием гликолитических волокон (*m. tibial anterior*) в динамике 2-месячного периода экспериментальных воздействий.

**Методика.** Эксперименты проводились на половозрелых крысах-самках (195-205 г), разделенных на 4 группы: контрольную (n=10, К-группа), I опытную (n=30, получали аргинин, АРГ-группа), II опытную (n=30, подвергались умеренным физическим нагрузкам, моделируемым путем ежедневного плавания, ПЛАВ-группа), III опытную (n=30, получали аргинин и подвергались ежедневному плаванию, АРГ+ПЛАВ-группа). Аргинин (торговая марка «Кардиоаргинин», «Здоровье», Украина) вводили в дозе, адекватной терапевтической для человека – 100 мг/кг, ежесуточно, подкожно. Плавание животных начинали с 5 минут в день, ежедневно увеличивая его продолжительность на 5 минут до достижения 60-минутного воздействия (к 12 суткам эксперимента). Экспериментальным воздействиям животных опытных групп подвергали на протяжении 10, 30 и 60 дней, что обусловило последующее деление каждой опытной группы на 3 подгруппы: 10ПЛАВ, 30ПЛАВ, 60ПЛАВ, 10АРГ, 30АРГ, 60АРГ, 10АРГ+ПЛАВ, 30АРГ+ПЛАВ, 60АРГ+ПЛАВ.

По окончании периодов экспериментальных воздействий на наркотизированных животных (тиопентал натрия, 100 мг/кг) с помощью метода стимуляционной электромиографии и эргографии изучали некоторые функциональные параметры передней большеберцовой мышцы

в условиях вызванного ее возбуждения и сокращения, которые индуцировали путем раздражения сверхпороговым электрическим током малоберцового нерва.

**Результаты.** Длительное изолированное применение (на протяжении 30–60 дней) аргинина (100 мг/кг/сутки) или умеренной ФН, моделируемой путем ежедневного плавания нарастающей длительности (от 5 до 60 минут), также как и комплексное применение этих факторов, сопровождалось увеличением ( $p < 0,05$  относительно контроля) массы передней большеберцовой мышцы (на 14–30 % в АРГ-группах, 32–54 % в ПЛАВ-группах и 24–27 % в АРГ+ПЛАВ-группах), которое сочеталось в ПЛАВ- и ПЛАВ+АРГ-группах с увеличением количества активируемых двигательных единиц мышцы (на 40–51 % в ПЛАВ-группах и 34–36 % в АРГ+ПЛАВ-группах).

Как изолированное применение аргинина и умеренной ФН, так и комплексное их воздействие, обуславливало увеличение амплитуды М-ответов ( $p < 0,05$  относительно контроля) на фоне нормальной их длительности, которое в АРГ-группах отмечалось спустя 30–60 дней введения аргинина (на 54–60 %), а в ПЛАВ- и АРГ+ПЛАВ-группах – на протяжении всего 2-месячного периода экспериментальных воздействий (на 54–97 % в ПЛАВ-группах и на 49–80 % в АРГ+ПЛАВ-группах). Отмеченное увеличение амплитуды М-волны на фоне нормальной ее длительности может быть вызвано синхронизацией возбуждения мышечных волокон и возможной их гипертрофией.

Воздействие умеренной ФН, моделируемой путем ежедневного плавания, также как и комплексное ее применение с аргинином не приводило к существенному нарушению синаптической передачи. В частности, признаки снижения надежности синаптической передачи при низкочастотной стимуляции нервно-мышечного аппарата (4 имп/с), ее патологически значимого облегчения или депрессии при оптимальной частоте стимуляции нервно-мышечного аппарата (30 имп/с) отмечались только у 10–20 % особей, что указывает в пользу умеренности используемой модели ФН.

Изолированное применение аргинина обуславливало возникновение у 10–20 % особей признаков выраженного облегчения синаптической передачи при стимуляции нервно-мышечного аппарата оптимальной частотой (30 имп/с) на фоне нормальной или даже повышенной (в 30АРГ- и 60АРГ-группах) амплитуды 1-го М-ответа в серии, которое, вероятнее всего, вызвано некоторой потенциацией постсинаптических потенциалов в синапсах крыс, подвергавшихся длительному введению аргинина.

Изолированное применение аргинина обусловило улучшение сократительных параметров мышцы, особенно выраженное спустя 30 и 60 дней ежедневного введения препарата, в пользу чего свидетельствует увеличение ( $p < 0,05$  относительно контроля) амплитуды одиночного (на

25–28 %) и тетанического (на 36–40 %) сокращений, абсолютной силы тетанического сокращения (на 51–54 %) и его скорости (на 43–60 %).

Изолированное применение динамической ФН на начальных этапах (спустя первые 10 дней) приводило к некоторому ухудшению амплитудных и временных параметров одиночного и тетанического сокращений мышцы ( $p < 0,05$  относительно контроля): уменьшению амплитуды (на 27 %) и скорости укорочения (на 20 %) при одиночных сокращениях, амплитуды (на 32 %) и скорости тетанического сокращения (на 40 %) с большей внешней нагрузкой (70 г), внешней работы мышцы (на 33 %). При этом абсолютная и удельная сила тетанического сокращения при внешней нагрузке 70 г у животных 10ПЛАВ-группы значимо не уменьшалась в сравнении с контролем. Вместе с тем, спустя 30 и 60 дней ежедневного плавания амплитудные и скоростные параметры одиночного и тетанического сокращений мышцы большей частью нормализовывались.

Длительное воздействие умеренной ФН (на протяжении 30–60 дней) обуславливало ( $p < 0,05$  относительно контроля) уменьшение скорости расслабления при одиночном сокращении (на 24–30 %), степени посттетанической потенциации и удлинение периода субмаксимальной работоспособности мышцы (на 38–97 %), а спустя 30 дней плавания – к тому же удлинение периода полурасслабления мышцы после тетануса (на 34–37 %). Все эти признаки косвенно указывают в пользу сдвига гистохимического профиля мышцы в сторону увеличения доли медленных или промежуточного типа мышечных волокон под действием хронической аэробной ФН. Отчасти эти признаки сохранялись и у животных 60ПЛАВ-группы.

Аргинин, применяемый в комплексе с ФН, на начальных этапах повысил резистентность мышцы к ФН и предотвратил ухудшение амплитудных и временных параметров ее сокращения, типичное для 10ПЛАВ-группы. Вместе с тем, по мере дальнейшего применения аргинина с плаванием наблюдались типичные и для ПЛАВ-групп признаки сдвига гистохимического профиля мышцы в сторону увеличения доли медленных или промежуточного типа мышечных волокон, о чем свидетельствует уменьшение ( $p < 0,05$  относительно контроля) степени посттетанического потенцирования на фоне уменьшения скорости расслабления при одиночном сокращении (на 25–27 %), а также удлинение периода полурасслабления мышцы после тетануса (на 30–35 %).

У животных АРГ+ПЛАВ-группы силовые характеристики скелетной мышцы были несколько лучше таковых соответствующих ПЛАВ-групп, в пользу чего свидетельствует увеличение у животных 30АРГ+ПЛАВ-группы ( $p < 0,05$  в сравнении с контролем) абсолютной силы тетанического сокращения мышцы (на 80 %), не типичное для 30ПЛАВ-группы, а спустя 60 дней применения комбинации «аргинин + плавание» – увеличение и скорости тетануса (на 56–60 %), и внешней работы (на 35%) мышцы, не

характерное для 60ПЛАВ-группы, но типичное для 30АРГ- и 60АРГ-групп.

Применение аргинина и умеренной ФН динамического характера как по отдельности, так и в комплексе обусловило повышение устойчивости передней большеберцовой мышцы к утомлению и большей скорости ее восстановления после утомляющей работы, в пользу чего указывает отсутствие у особей АРГ-, ПЛАВ- и АРГ+ПЛАВ-групп типичного для мышцы контрольных особей уменьшения амплитуды М-ответов и одиночных сокращений, а также количества активируемых двигательных единиц мышцы после утомляющей работы. При этом аргинин, применяемый как изолированно, так и в комплексе с ФН, обусловил удлинение ( $p < 0,05$ ) не только периода субмаксимальной, что было характерно и для ПЛАВ-групп, но и максимальной работоспособности мышцы.

**Заключение.** Аргинин, применяемый в комплексе с ФН, способствовал лучшей переносимости организмом в целом и передней большеберцовой мышцей в частности ФН на начальных этапах ее применения, а также предопределил даже некоторое улучшение скоростных и силовых характеристик мышцы по мере дальнейшего применения ФН, хотя признаки сдвига гистохимического профиля скелетной мышцы в сторону увеличения доли медленных или промежуточного типа мышечных волокон все же наблюдались и, по всей видимости, были обусловлены динамическим характером применяемой ФН.

### Список литературы

1. Liu J. et al. The pharmabiotic approach to treat hyperammonemia / J. Liu, E. Lkhagva, H.J. Chung et al. // *Nutrients*. – 2018. – V. 10, № 2. – P. 140. DOI: 10.3390/nu10020140
2. Poortmans J.R. Nitrate supplementation and human exercise performance: too much of a good thing? / J.R. Poortmans // *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. – 2015. – V. 18, № 6. – P. 599-604. DOI: 10.1097/mco.0000000000000222
3. Вербицкая В.С. и др. Влияние L-аргинина на морфологические изменения печени и тонкой кишки при ушибе сердца / В.С. Вербицкая, И.А. Остроглядова, О.В. Корпачева // *Сибирский медицинский журнал*. – 2013. – № 8. – С. 48-52.
4. Powers S.K. et al. Reactive oxygen and nitrogen species as intracellular signals in skeletal muscle / S.K. Powers, E.E. Talbert, P.J. Adhihetty // *The Journal of Physiology*. – 2011. – V. 589. – P. 2129–2138. DOI: 10.1113/jphysiol.2010.201327
5. Gomez-Cabrera M.C. et al. Moderate exercise is an antioxidant: upregulation of antioxidant genes by training / M.C. Gomez-Cabrera, E. Domenech, J. Viña // *Free Radic. Biol. Med.* – 2008. – Vol. 44, №2. – P. 126–131. DOI: 10.1016/j.freeradbiomed.2007.02.001



## О ВЛИЯНИИ НЕКОТОРЫХ СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ ИЗБЫТОЧНОЙ СМЕРТНОСТИ ОТ БОЛЕЗНЕЙ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ ПРИ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ

**Фролов В.К.**, канд. мед. наук, **Честнова Т.В.**, д-р биол. наук,  
**Игнатюкова А.С.**, канд. мед. наук, **Старченкова Ю.Е.**, канд. мед. наук,  
**Шевелева Т.Е.**, канд. мед. наук, **Гавриленко О.В.**  
ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», г. Тула, РФ  
*info@tsu.tula.ru*

Смертность населения во время эпидемии коронавирусной инфекции наступала не только от прямого воздействия возбудителя. В силу особенностей патогенеза заболевания нарушались многие функции организма, резко снижалась его резистентность, повышалась смертность от других заболеваний, формировалась «избыточная смертность» населения [1].

Цель исследования – установить влияние некоторых социальных и экологических факторов на формирование избыточной смертности населения Тульской области от болезней органов дыхания после эпидемии коронавирусной инфекции в 2020 году.

Материалами исследования служили официальные статистические данные о смертности, структуре населения и состоянии окружающей среды [2, 3]. Данные подвергались группировке и статистической обработке. Вычислялись средние показатели, коэффициент корреляции Спирмена и их достоверность [4].

Общая смертность населения Тульской области после эпидемии коронавирусной инфекции в 2020 г. в сравнении с до эпидемическим 2019 годом возросла на 17,6%. В основном это произошло за счёт смертности от болезней органов дыхания (таблица 1).

Таблица 1

Общая смертность и смертность населения Тульской области от наиболее значимых болезней до и после эпидемии коронавирусной инфекции

Годы	Показатели смертности на 100 тыс. населения				
	Общая смертность	Болезни системы кровообращения	Новообразования	Болезни органов дыхания	Болезни органов пищеварения
2019	1590	683,9	254,7	53,6	106,4
<u>2020</u> + % к 2019	<u>1870</u> <b>+17,6%</b>	<u>695,7</u> <b>+1,73%</b>	<u>288,6</u> <b>+13,3%</b>	<u>105,4</u> <b>+96,6%</b>	<u>114,0</u> <b>+7,1%</b>

С целью соблюдения условий размера публикации далее в таблицах данные по территориям представлены в сгруппированном виде. При запросе они могут быть в развёрнуты по городам и районам области.

Таблица 2

Смертность населения Тульской области от болезней органов дыхания до и после эпидемии коронавирусной инфекции на территориях с различным социальным составом населения

Территории	Смертность населения от болезней органов дыхания в показателях на 100 тыс. в указанные ниже годы (средний показатель)		
	2019	2020	±% к 2019
Преимущественно городское население -11 территорий	M1=55.7±5.7	M2=107±9.9	M3=146.2±31.3
Преимущественно сельское население-13 территорий	M4=81.4±10.7	M5=118.1±16.0	M6=33.7±13.4
			M6-M3=112,5, p=0.003
Территории с уровнем алкоголизации населения	2019	2020	±% к 2019
До 1000 на 100 тыс.- 9 территорий	M1=64.1±8.5	M2=87.9±10.6	M3=+77.9±41.7
От 1000- 1500 на 100 тыс.- 10 территорий	M4=72.1±7.3	M5=118.3±10.1	M6=+68.1±22.7
Свыше 1500 на 100 тыс.- 5 территорий	M7=94.5±25.6	M8=127.8±34.7	M9=+110.9± 50.4
Коэфф.корреляции- $\rho$ вероятность ошибки - $p$	$\rho=+0.99$ ; $p<0,05$	$\rho=+0.99$ ; $p<0,05$	$\rho=+0.5$ , $p<0,05$

Данные таблицы 2 свидетельствуют, что прирост смертности среди населения сельской местности был в 2,3 раза ниже, чем среди городских жителей. Данное обстоятельство связано с более низкой плотностью населения в сельской местности и меньшим числом контактов между жителями. Между показателями алкоголизации и смертности населения имела место прямая и достоверная корреляция. Более высокие показатели смертности регистрировались на территориях, где уровни алкоголизации были выше.

Изучение влияния уровней загрязнения внешней среды на показатели избыточной смертности от болезней органов дыхания после эпидемии коронавирусной инфекции представлены в таблице 3.

Из приведенных в таблице 3 данных видно, что после эпидемии коронавирусной инфекции прирост смертности населения был выше на территориях с более высоким уровнем загрязнения атмосферы и на территориях с большим количеством источников-загрязнителей окружающей среды.

Увеличение алкоголизации населения и загрязнения окружающей среды влекло за собой рост избыточной смертности населения от болезней органов дыхания вследствие эпидемии коронавирусной инфекции. В сельской местности прирост смертности был достоверно ниже, чем среди городского населения.

Таблица 3

Смертность населения от болезней органов дыхания до и после эпидемии  
коронавирусной инфекции на территориях Тульской области  
с различным уровнем загрязнения\* внешней среды

Характеристика территорий	Средние показатели смертности на 100 тыс. населения в указанные ниже годы:		
	2019	2020	± % 2020 к 2019
Выбросы в атмосферу в тыс. тонн/год До 0.618 – 18 территорий	M1=79.7±7.7	M3=113.4±11,6	M5=54.6±15.8
	M2=56.8±10.3	M4=100.9±17.8	M6=177.5±48.7 (p=0.03)
Наименьшее количество негативных источников - 9 территорий	M1=84.1±8.4	M3=105.4±16.4	M5=+28±19.8
Большое количество негативных источников – 15 территорий	M2=67.6±9.13	M4=117.6±12.2	M6=119.7±25.5
			(p=0.01)

\*Примечание. Негативные источники: радиоактивное загрязнение, химические вещества, соли тяжёлых металлов, промышленные отходы.

### Список литературы

1. Временные методические рекомендации Минздрава РФ. Профилактика, диагностика и лечение коронавирусной инфекции (Covid-19). Версия 16 от 18.08.2022. [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://edu.rosminzdrav.ru/news/vremennye-metodicheskie-rekomendacii-profilaktika-d/> (20.08.2022).
2. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Тульской области. Тула : Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Тульской области, 2022. – С. 49–53.
3. Экологические карты территорий Тульской области. [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL : <https://mobillegends.net/экологические-карты-тульской-области>. (20.08.2022).
4. Кучеренко В.З. Применение методов статистического анализа для изучения общественного здоровья и здравоохранения. – М. : ГЭОТАР-Медиа. – 2014. – С. 153–186.

## **ВЛИЯНИЕ ВАКЦИНАЦИИ НА НОВЫЕ ВАРИАНТНЫЕ ШТАММЫ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ**

*Хасанова В.В.*, канд. мед. наук, доц.,

*Куракина К.Э., Абукеримова С.К.*

ФГБОУ ВО Тюменский ГМУ Минздрава России, г. Тюмень, РФ

*tgmu@tyumsmu.ru*

Пандемия COVID-19 стала самой критической глобальной чрезвычайной ситуацией в области здравоохранения в этом столетии и самой большой проблемой для человечества. Пандемия коронавирусов не только является глобальным бедствием для здоровья, но и имеет ряд критических последствий во всех сферах жизни, в том числе экологические, экономические, социальные, политические и культурные. Первая волна была настолько опасна, что почти ни одно место на земле не уцелело от удара этой эпидемии, несмотря на разницу времен года. В Российской Федерации на данный период более 20,1 млн зарегистрированных случаев заражения, из них летальных исходов больше 378 тысяч [1, 2]. Вакцины против COVID-19 показывают превосходную эффективность в клинических испытаниях и эффективность в реальных данных, но некоторые люди все еще заражаются SARS-CoV-2 после вакцинации, особенно интересна картина при появлении новых штаммов [3]. Вирусологи выразили обеспокоенность по поводу нового подварианта коронавируса Кентавр, поскольку он может поражать людей, прошедших иммунизацию.

Целью исследования было провести оценку вакцинации и ее влияние на течение коронавирусной инфекции.

Материалы и методы. С целью поиска и анализа научной литературы по теме обзора была использована русскоязычная электронная база данных медицинских и междисциплинарных публикаций: eLIBRARY. Проведен метаанализ клинических случаев с установленным диагнозом «Новая Коронавирусная инфекция COVID-19».

На данный момент в Российской Федерации зарегистрировано 5 вакцин: «ГамКОВИД-Вак/Спутник V», «ЭпиВакКорона», «Спутник Лайт», «КовиВак», «ЭпиВакКорона-Н». Все представленные вакцины прошли клинические испытания с определением уровня эффективности. «Гам-КОВИД-Вак/Спутник V» – вакцина, которая прошла трехфазное испытание, уровень эффективности 91,6%. При заболевании пациенты не получают поражения легочной ткани, заболевание протекает в легкой форме без показаний к госпитализации. При выявленном поражении легочной ткани в зафиксированных случаях процент на КТ не превышает

15 %. «ЭпиВакКорона» также прошла трехфазное испытание, показан уровень эффективности 90 %. При заболевании после проведения вакцинации наблюдались более выраженные клинические проявления новой коронавирусной инфекции, лечение проходит как на амбулаторном, так и стационарных уровнях, но процент поражения легочной ткани на КТ не превышает 16 %. «Спутник Лайт» на данный момент проходит 3 фазу испытаний, в первых двух фазах показал хороший результат эффективности 96,88 % [4].

В проведенных исследованиях при определении уровня Т-клеточного ответа с помощью тест-систем, которые определяют количество Т-клеток, секретирующих интерферон, выявлены следующие результаты: уровень Т-клеточного ответа более высокий у вакцинированных пациентов, чем у людей, переболевших новой коронавирусной инфекцией. Данное исследование говорит о пользе вакцинации и степени тяжести течения новой коронавирусной инфекции [5].

Главным методом в борьбе с распространением новой коронавирусной инфекции по рекомендации ВОЗ остается вакцинопрофилактика. Вакцинация может оказать существенное влияние на смягчение последствий вспышек COVID-19, даже при ограниченной защите от инфекции.

#### **Список литературы**

1. Шевлюкова, Т. П. Ассоциативное влияние новой коронавирусной инфекции SARS-COV-2, перенесенной в период беременности, на формирование неврологических нарушений новорожденных: клинический случай / Т. П. Шевлюкова, Ж. К. Жусупова, Е. Н. Соловьева // Пермский медицинский журнал. – 2021. – Т. 38, № 5. – С. 165–172.
2. Жмуров, В. А. Динамические изменения лабораторных и инструментальных показателей как прогностический фактор при COVID-19 / В. А. Жмуров, П. А. Ермакова, А. А. Ермакова, Т. А. Мищенко, Д. В. Жмуров // Медицинская наука и образование Урала. – 2021. – Т. 22. – № 4(108). – С. 133–137.
3. Мищенко, Т.А. Влияние коморбидности на прогноз при COVID-19 / Т. А. Мищенко, П. А. Ермакова, А. А. Ермакова // XVI Национальный конгресс терапевтов: Сборник тезисов XVI Национального конгресса терапевтов. Посвящается 150-летию со дня рождения Д. Д. Плетнева. – М. : Общество с ограниченной ответственностью «КСТ Групп», 2021. – С. 48–49.
4. Оценка уровня d-димера как прогностического параметра развития коагулопатии при COVID-19 / П. А. Ермакова, А. А. Ермакова, Д. В. Жмуров, Т. А. Мищенко // Неделя науки – 2021: Материалы Международного молодежного форума. – Ставрополь: Ставропольский государственный медицинский университет, 2021. – С. 78–79.
5. T-cell immunity to COVID-19 vaccines / E. J. Wherry, D. V. Barouch // Science. – 2022. – Vol. 377, no. 6608. – P. 821–822. – DOI: 10.1126/science.add2897

## ПЕРСПЕКТИВЫ КСЕНОНА В СТРАТЕГИИ ОБЕЗБОЛИВАНИЯ В ЗАМКНУТЫХ ПРОСТРАНСТВАХ И В ТАКТИКЕ МОДЕРНИЗАЦИИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО РЕСУРСА ВООРУЖЕННЫХ СИЛ РФ

*Шветский Ф.М.<sup>1</sup>*, канд. мед. наук, *Ширяев В.С.<sup>1</sup>*, канд. мед. наук,  
*Шастина В.Р.<sup>2</sup>*, канд. мед. наук, *Горин С.Г.<sup>2</sup>*, канд. мед. наук,  
*Максимцева Е.А.<sup>2</sup>*, *Хосровян А.М.<sup>2</sup>*, канд. мед. наук,

<sup>1</sup>ФГБУ «Научно-практический центр лазерной медицины  
им. О.К. Скобелкина» ФМБА России, г. Москва, РФ

<sup>2</sup>ГБУЗ «Госпиталь ветеранов войн №2» ДЗМ, г. Москва, РФ  
*svetskiy@mail.ru*

В связи с внедрением ксенона в клиническую практику в различных странах мира проводятся исследования, посвященные изучению его влияния на организм человека [1, 2]. Однако, большинство научных работ посвящено анестезии при хирургических операциях. Вместе с тем, многочисленные исследования, проводящиеся в разных странах, показывают, что сферы применения ксенона в медицине могут быть значительно шире, чем анестезиология: с помощью ксенона возможна терапия абстинентных состояний различного генеза, адаптационных расстройств, болевых синдромов, а также некоторых психических заболеваний [3–5]. Так, например, в работе российских исследователей, посвященной проблемам дезадаптационного синдрома, показаны изменения гормонального состава крови у респондентов после ингаляций субнаркотических доз ксенона. Авторы отмечают снижение концентрации гормонов дистресса после процедуры [4]. Подобные результаты получила в своей работе и группа Kobayashi S. в 2008 году.

Боевые действия – крайнее проявление экстремальных условий деятельности военнослужащего. Угроза здоровью и жизни человека, постоянное изменение боевой обстановки, длительные нагрузки, утрата боевых товарищей, участие в жестком насилии по отношению к врагу, сопротивление возвышенных и низменных, альтруистических и эгоистических побуждений, все это сопровождается огромным напряжением физических и психологических сил, порождает величайший стресс у военнослужащего. Различные катастрофы, такие как землетрясения, обвалы, разрушения жилых домов могут привести к изоляции человека от атмосферы, и тогда для спасения очень важно знать время максимального выживания при данных условиях. Для обеспечения жизнедеятельности человека или животного в экстремальных условиях гермообъекта, прежде всего, требуется обеспечить поступление в газовую среду кислорода, противошоковые мероприятия, обезболивание.

Цель исследования – разработать парк аппаратуры и методику ингаляции ксеноно-кислородной смесью при оказании первой медицинской помощи, исследовать и оценить стресс-лимитирующие и анальгезирующие свойства ксеноно-кислородной смеси.

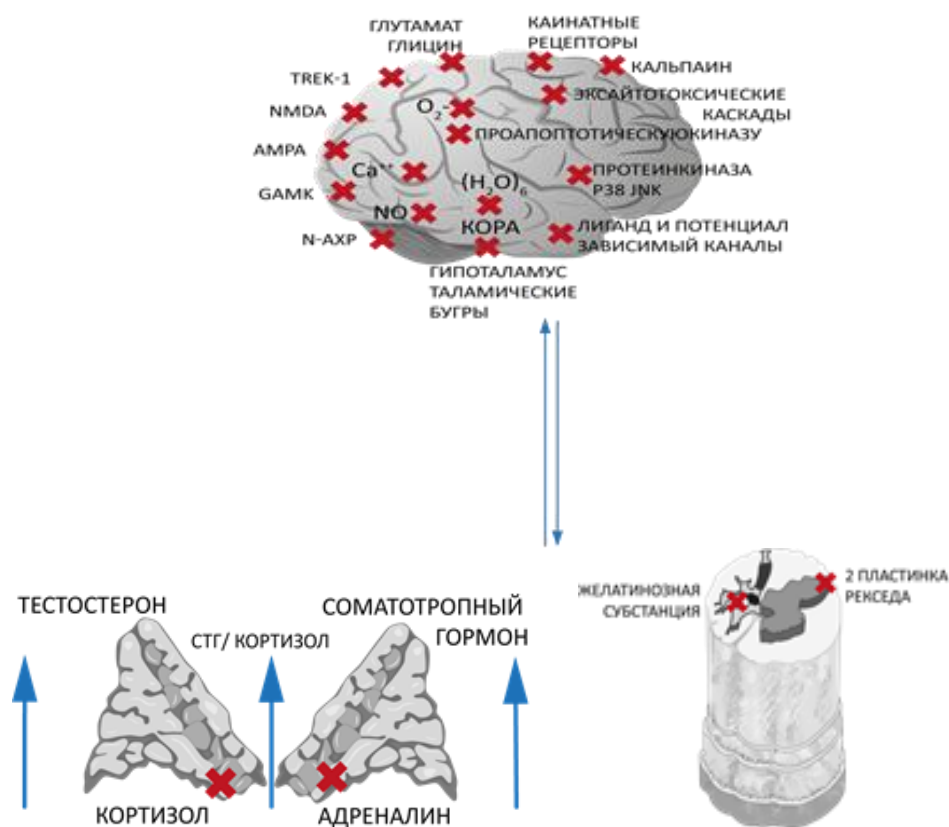


Рис. 1. Рецепторные механизмы действия ксенона (рисунок авторов)

Исследование гормонального статуса (17 добровольцев на фоне интенсивной физической нагрузки) с учетом отсутствия нормального распределения значений большинства параметров, для сравнения данных использована медиана и значения 25-го и 75-го перцентилей множества данных в виде «Me (25-й;75-й)», метод Вилкоксона. Для выявления достоверности различий между группами по количественным параметрам использован критерий Манна-Уитни. Исследования уровня анальгезии ксеноном при послеоперационном обезболивании пациентов с онкологической патологией (60 пациентов), для сравнения данных использована медиана и значения 25-го и 75-го перцентилей множества данных в виде «Me (25-й;75-й)», метод Вилкоксона.

Исследование гормонального состава крови-аппарат «Иммулайт 2000 Simens». Уровень боли-визуально-аналоговая шкала болевой чувствительности, порог-чрескожная электронейростимуляция.

На первом этапе нами разработано устройство – баллон объемом 150 мл для хранения и подачи ксеноно-кислородной смеси (рис. 2). Лицевая маска плотно прикладывается к носогубному треугольнику самостоятельно или с помощью спасателей, после самостоятельного выдоха, плавно открывается вентиль. Производится нефорсированный медленный вдох полной грудью через маску ксеноно-кислородной смесью, после чего перекрывается подача газовой смеси. Дыхание проводится смесью по реверсивному контуру легкие – дыхательный резервуар 1-3 минуты до наступления субъективного ощущения головокружения, парестезий, эйфории, обезболивающего эффекта,





34,8 %. В контрольной группе концентрация тестостерона также достоверно снижалась – на 49 %. На следующее утро концентрация гормона в плазме крови достоверно повысилась в среднем на 78,4 % в основной группе, в контрольной группе статистически достоверных изменений концентраций тестостерона в плазме крови не отмечали. Концентрация кортизола после проведения ингаляции ксеноно-кислородной смесью снижалась в среднем на 53,5 % в основной группе, в контрольной группе отмечались циркадные изменения уровня гормона. При исследовании уровня анальгезии умеренный и значительный эффект обезболивания после ингаляции ксеноном наблюдался у 92,85 % пациентов при этом у 75 % (3/4) пациентов, получавших ксенон-кислородные ингаляции, имело место снижение уровня боли на 50 % и более. При анализе результатов электронейростимуляции в группе ксенона не было выявлено достоверных различий исходных данных до операции и показателей после хирургического вмешательства. В то же время отмечалось достоверное повышение порога болевой чувствительности сразу после ксенон-кислородной ингаляции, которое еще больше увеличивалось через 30 минут после сеанса.

Рецепторные эффекты ксеноно-кислородной смеси обладают защитными свойствами при воздействии на организм человека агрессивных факторов внешней (дистресс) и внутренней (боль) среды и могут рассматриваться в качестве альтернативы для проведения анальгезии и адаптации в военно-полевых условиях.

#### **Список литературы**

1. Буров, Н. Е. Клинические стадии и субъективные ощущения при ксеноновой анестезии / Н. Е. Буров, Д. Джабаров, Д. Остапченко, Л. Корниенко, М. Шулунов // *Анестезия и реаниматология*. – 1993. – № 4. – С. 7–15.
2. Буров, Н. Е. Гемодинамика и функция миокарда при ксеноновой анестезии / Н. Е. Буров, Г. Г. Иванов, Д. Остапченко, Л. Корниенко, М. Шулунов // *Анестезия и реаниматология*. – 1993. – № 5. – С. 57–59.
3. Наумов, С. А. Роль ксенона при лечении опийных наркоманий / С. А. Наумов, М. Н. Шписман, А. В. Наумов, А. В. Лукинов, М. В. Тупицын, С. М. Вовк // *Вопросы наркологии*. – 2002. – № 6. – С. 13–18.
4. Хлусов, И. А. Влияние ксенона на клетки и рецепторы / И. А. Хлусов, С. А. Наумов, С. М. Вовк, Н. А. Корнетов, М. Н. Шписман // *Вестник РАМН*. – 2003. № 9. – С. 32–37.
5. Frietsch, T. Effects of xenon on cerebral blood flow and cerebral glucose utilization in rats / T. Frietsch, R. Bogdanski, M. Blobner // *Anesthesiology*. – 2001. – № 94. – P. 290–297.

## ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ЗДОРОВЬЯ И ЗДОРОВОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ В ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОМ КОНТЕКСТЕ

**Шишкина Е.А.<sup>1</sup>**, д-р соц. наук, доц.,  
**Селина Е.Г.<sup>2</sup>, Набиуллина Г.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Астраханский филиал ОЧУВО «Международный юридический институт»,  
г. Астрахань, РФ

<sup>2</sup> Областной центр общественного здоровья и медицинской профилактики  
Астраханской области, г. Астрахань, РФ  
*cosmos717@mail.ru*

Тема общественного здоровья и здорового образа жизни (ЗОЖ) в диапазоне современных медико-социологических знаний является традиционно обсуждаемой и располагающей внушительным объёмом теоретико-методологического материала, пригодного к применению в практической, академической и научной деятельности. В то же время смена исторических эпох и, тем самым, изменение моделей общественного поведения, расширение диапазона социальной активности, появление новых форм индивидуальных и групповых взаимодействий в течение последних десятилетий вполне обоснованно позволили ряду учёных рассматривать здоровье как показатель экономического и культурного развития общества [1]. Усложнение социальной эволюции в целом способствовало не только созданию более благоприятных условий жизни и возможностей для поддержания здоровья, но и появлению новых угроз физическому, психическому, социальному благополучию всех представителей человечества. Эти обстоятельства вскрыли необходимость обновления научных парадигм, способных объяснить здоровье и феномен ЗОЖ с позиций современного уклада жизни, изменить направление исследовательского вектора в сторону решения практических задач системы здравоохранения и всего общества в условиях цивилизационных сломов.

Существенная потребность в расширении границ понимания ЗОЖ как способа сохранения популяционного и социального здоровья актуализирована не только усложнением структурно-функциональных характеристик социальной системы и появлением множественных всепроникающих рисков. Система всё больше уклоняется от линейной эволюции, что приводит к усилению её неравновесного состояния, разрыву социальных связей, возникновению новых непредсказуемых конфигураций развития. Важнейшим фактором конструирования моделей здоровьесберегающего поведения становится кризисная темпоральность – время чрезвычайных и масштабных демографических, структурных, ментальных дисфункций. Это время особенно остро и драматично начало

свой отсчёт в 2020 году с появлением нового поколения вирусов и последующей глобальной пандемии. Это способствовало сосредоточению деятельности всех структур здравоохранения на противоэпидемических мероприятиях, в результате чего была смещена «на задворки» профилактика хронических неинфекционных заболеваний, смертность от которых длительное время была преобладающей.

А.В. Решетниковым отмечено, что интерес к клинимоρφологическим параметрам здоровья и болезни преобладает в периоды социальной стабильности, тогда как резкие социальные кризисы фокусируют внимание на социальных детерминантах [2]. А содержание термина «здоровье» конкретизируется понятиями индивидуального и общественного здоровья, их показателями, а также основными группами факторов, его определяющими [3]. В условиях острой пандемии и перехода её в затяжную, точнее, хроническую стадию неинфекционные заболевания (особенно это касается сахарного диабета, инсульта, инфаркта, онкологической патологии) не только никуда не делись, но стали ещё более угрожающими, поскольку, как показали два чрезвычайных года, они оказались напрямую связанными с коронавирусной инфекцией и выступили в качестве как факторов риска, так и осложнений после обозначенного перенесённого инфекционного процесса.

Существенную значимость для оценки социального здоровья и здорового образа жизни, их анализа в эпидемиологическом контексте приобрели и нервно-психические расстройства, выступившие следствием массового психоза, вспыхнувшего в период распространения нового инфекционного заболевания. Можно утверждать, что перечисленные соматические и иные нозологические формы дали выраженный рост заболеваемости и смертности населения. Но во многих случаях такое утверждение имеет гипотетический формат, поскольку достоверной статистики, отражающей заболеваемость и смертность от неинфекционной патологии, не существует, что связано с тотальной дисфункцией системы здравоохранения, возникшей в условиях чрезвычайного режима и вызвавшей существенные затруднения сбора статистического материала, смещение клинического и посмертного диагнозов в пользу коронавирусной инфекции.

В то же время имеющуюся в наличии статистическую базу данных, отражающих динамику заболеваемости в условиях кризиса, нельзя назвать мало пригодной для анализа и получения надёжных медико-социальных характеристик здоровья общества, поскольку общие закономерности, которые прослеживаются в весьма условных статистических значениях, всё-таки позволяют выявлять корреляционную зависимость между различными видами патологии и социальными изменениями. Здесь особенно следует отметить, что корреляция проявила себя в весьма

неожиданных, неклассических и, на первый взгляд, нелогичных формах. Однако именно этот факт отражает поведение социальной системы в условиях эволюционных кризисов. Так, анализ статистических показателей заболеваемости населения Астраханской области за 2019-2021 годы позволил сконструировать её классическую линейную динамику, отражающую поступательный рост одних заболеваний, и параболическую (с падением значений на высоте эпидемии) – других. Причины такого расхождения стали объяснимы, когда были учтены противоэпидемические ограничения, сократившие число госпитализаций в соматические отделения, обращаемость в лечебные учреждения по поводу неинфекционных заболеваний, имеющих нетяжёлое течение, наконец, специфическая постановка диагнозов.

Тем самым, статистическая нетипичность обозначилась как возможность «чтения между строк» и получения вполне убедительной информации. Оценка цифровых показателей здоровья региона позволила выявить взаимосвязь между общей заболеваемостью, дисфункциями института здравоохранения, образом жизни населения в условиях эпидемии. А глобальная кризисная темпоральность расширила понятие здорового образа жизни, которое, помимо привычных компонентов (характера питания, занятий спортом, отношения к алкоголю и пр.), потребовало включения таких элементов, как отношение населения к масочному режиму, иммунизации, санитарно-гигиеническим требованиям и иным факторам, обозначившим себя в противоречивом и неравновесном мире. Эти обстоятельства стали трамплином для создания ещё одного концептуального подхода к изучению здоровья и здорового образа жизни как совокупности факторов стабильного и чрезвычайного времени, ориентированного, с одной стороны, на преодоление старых, давно известных человечеству рисков, с другой – на создание новых моделей поведения, способствующих укреплению здоровья на фоне не существовавших ранее социальных угроз.

### **Список литературы**

1. Гордон, Л. Социология быта, здоровья и образа жизни населения / Л. Гордон, А. Возьмитель, И. Журавлёва, Э. Клопов, Н. Римашевская, В. Ядов // Социология в России / Под ред. В. А. Ядова. 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Изд-во Института социологии РАН, 1998. – 420 с.
2. Решетников, А. В. Социология медицины / А. В. Решетников. – М. : ГЭОТАР – Медиа. – 2010. – 310 с.
3. Лисицын, Ю. П. Санология – наука об общественном здоровье и здоровом образе жизни / Ю. П. Лисицын. – М. : Медицина, 1973. – 330 с.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ АМПЛИТУДНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АГРЕГАЦИИ ТРОМБОЦИТОВ ЗДОРОВЫХ ЛИЦ

*Юрьева А.С., Баринов Э.Ф.*, д-р мед. наук, проф.,  
*Крахоткина Е.Д.*, канд. биол. наук, доц., *Перенесенко А.О.*  
ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет  
имени М. Горького», г. Донецк, РФ  
*gistologia@dnmu.ru*

Ранее были определены показатели провоспалительной активации тромбоцитов (Тц) и лейкоцитов (Лц) [1]. В литературе обсуждается участие Тц в воспалении, но отсутствует информация, конкретизирующая характеристики изолированной функциональной активности Тц [2].

Цель исследования – установить функциональную активность  $\alpha_2$ -адренорецептора,  $P_2Y$ -рецепторов и ФАТ-рецептора и соответствующие параметры активации Тц (скорость включения рецепторов, пути внутриклеточной сигнализации и количество тромбоцитов, вовлеченных в реакцию) у здоровых лиц.

Для проведения определения агрегации тромбоцитов (АТц), Тц выделяли путем центрифугирования и отделения 500 мкл богатой Тц плазмы (БТП) из периферической крови при 1000 об. 10 мин. Содержание Тц в 1 мкл составляло  $200000 \pm 20000 \times 10^9/\text{л}$ . В исследовании был проведен анализ влияния: (а) АДФ – аутокринного фактора; (б) адреналина – системного гуморального регулятора; (в) ФАТ – паракринного регулятора Тц, который секретируют Лц. Для анализа реактивности Тц использовали агонисты в эффективных концентрациях, которые соответствуют 50 % агрегации Тц (ЕС 50 %): АДФ (5 мкМ), адреналин (10 мкМ), ФАТ (150 мкМ). Контрольным исследованием служила бедная тромбоцитами плазма, полученная путем центрифугирования при 2500 об. 30 минут (500 мкл). Исследовались показатели АТц (lag-time, slope, area under curve (AUC)) после индукции тремя агонистами (рис.). Анализ полученных данных проведен с использованием статистического пакета MedCalc (MedCalcSoftware, 2010). Во всех случаях отличия считались статистически значимыми при уровне значимости  $p < 0,05$ .

Амплитуда АТц для трех указанных рецепторов находилась в диапазоне нормореактивности, т.е. при использовании ЕС<sub>50%</sub> агониста воспроизводится агрегация в диапазоне  $50,0 \pm 5,0$  % (табл.).

Необходимо обратить внимание на левую и правую границу 95% доверительного интервала (ДИ), которые отображают индивидуальную реактивность лиц. Так, на уровне левой границы 95% ДИ активность  $\alpha_2$ -адренорецептора соответствовала гипореактивности, тогда как для  $P_2Y$ -рецептора и ФАТ-рецептора – нормореактивности. На уровне правой

границы 95% ДИ активность всех рецепторов находилась на уровне нормореактивности и гиперреактивности.



Рис. 1. Показатели агрегации тромбоцитов и последовательность процессов активации при индукции агонистами

Таблица 1

Показатели функциональной активности тромбоцитов в группе здоровых лиц

Агонист	Адреналин	АДФ	ФАТ
Амплитуда, %	48,8750±3,2262 41,246 - 56,503	51,857±1,907 47,189 - 56,525 P <sub>1</sub> =0,448	49,143±1,624 45,168 - 53,118 P <sub>1</sub> =0,527 P <sub>2</sub> =0,257
Lag-time, мин.	0,0853±0,01287 0,0577 - 0,113	0,0486±0,01249 0,0216 - 0,0755 P <sub>1</sub> = 0,0507	0,0643±0,008877 0,0451 - 0,0835 P <sub>1</sub> = 0,1953 P <sub>2</sub> = 0,189
Slope, ед.	30,8750± 6,872 14,624 - 47,125	63,285± 2,757 56,537 - 70,033 P <sub>1</sub> = 0,001	57,142± 3,621 48,281 - 66,004 P <sub>1</sub> = 0,01 P <sub>2</sub> = 0,314
AUC, ед.	160,137±21,692 108,842 - 211,433	238,414±12,982 206,646 - 270,182 P <sub>1</sub> = 0,01	178,443±15,959 139,393 - 217,493 P <sub>1</sub> = 0,519 P <sub>2</sub> = 0,013

Примечание: P<sub>1</sub> – сравнение показателя контрольной группы здоровых лиц относительно индукции адреналином, P<sub>2</sub> – сравнение показателя контрольной группы здоровых лиц относительно индукции АДФ.

Приведенные факты свидетельствуют о (а) корректном подборе ЕС50% агонистов; (б) индивидуальной реактивности Тц в отношении исследуемых агонистов, что позволяет мониторить влияние разных «возмущающих» факторов на гомеостаз Тц.

При анализе показателя Lag-time, который отображает время активации поверхностного рецепторного аппарата плазмолеммы Тц при воздействии агонистом, выявлено, что активация  $\alpha_2$ -адренорецептора было статистически значимо сопоставима с таковой при стимуляции P2Y-рецепторов ( $P=0,0507$ ) и ФАТ-рецепторов ( $P = 0,189$ ). Оценивая значения Slope (скорость протекания внутриклеточных реакций) можно констатировать, что аутокринная стимуляция Тц посредством АДФ проявлялась более высокой скоростью сигнализации через P<sub>2</sub>Y<sub>1</sub> и P<sub>2</sub>Y<sub>12</sub>, чем системная индукция Тц адреналином посредством  $\alpha_2$ -адренорецептора (в 2,0 раза;  $P=0,001$ ) и была сопоставимой со скоростью паракринной стимуляции ФАТ-рецептора ( $P=0,314$ ). Установлено, что количество активированных Тц в процессе агрегации (AUC) при индукции АДФ, на 48,88 % ( $P=0,01$ ) превышал адреналин-опосредованную индукцию. Что касается сравнения аутокринной стимуляции АДФ и паракринного воздействия ФАТ, то можно констатировать превышение значения пуриновой активации на 33,6 % ( $P = 0,013$ ).

Таким образом, можно сделать ряд выводов: (а) установлен уровень амплитуды АТц, который находился в диапазоне подбора концентраций агонистов ЕС50%; (б) активация рецепторного аппарата Тц при агрегации была сопоставима при воздействии тремя агонистами; (в) скорость протекания внутриклеточных процессов Тц при индукции АДФ и ФАТ находились на одном уровне, в то время как индукция адреналином дала наиболее низкий результат; (г) количество функционально активных Тц при воздействии АДФ превышало значения других агонистов, что говорит о адекватных адаптивных свойствах Тц в группе здоровых лиц.

### Список литературы

1. Циркулирующие тромбоцитарно-лейкоцитарные агрегаты – индикатор раннего этапа лейкоцитурии после контактной уретеролитотрипсии / Э. Ф. Баринов, Ю. Ю. Малинин, Х. В. Григорян, А. О. Перенесенко // Университетская клиника. – 2022. – № 2(43). – С. 5–10.
2. Does platelet count in platelet-rich plasma influence slope, maximal amplitude and lag phase in healthy individuals? Results of light transmission aggregometry // Pubmed URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25902305/> (дата обращения: 23.09.2022).

# ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

## *Аналитическая химия*

УДК 543.31

### «ОТПЕЧАТКИ ЗАПАХА» ПРИРОДНЫХ ВОД СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

*Дубачева А.В.<sup>1</sup>, Косинова И.И.<sup>1</sup>*, д-р геол.-минерал. наук, проф.,  
*Кочетова Ж.Ю.<sup>2</sup>*, д-р геогр. наук, доц.

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», г. Воронеж, РФ  
<sup>2</sup> ВУНЦ ВВС «Военно-Воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского  
и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, РФ  
*zk\_vva@mail.ru*

Аналитический контроль вод любого генезиса подразумевает количественное определение индивидуальных веществ с последующим сравнением установленных показателей с нормами. Из тысяч химических соединений всего 300 могут быть определены с применением современных методов анализа [1]. Химические компоненты характеризуются различной реакционной способностью и в зависимости от множества условий образуют те или иные продукты взаимодействия. Оценивать по стандартным методикам с применением новейших аналитических подходов все качественные комбинации образующихся соединений в различных их количественных соотношениях невозможно, так как состав вод динамичен и может зависеть даже от погодных условий. Единственным способом определить уникальный состав каждого образца является использование комплексного показателя, позволяющего по одному значению без расшифровки химических компонентов устанавливать отклонение качества пробы от эталона (условно чистой воды).

Таким показателем оперируют различные системы биотестирования, с помощью которых оценивают общее воздействие всех веществ в воде на живые организмы [2]. Но этот анализ трудоемок, требует дополнительного оснащения лабораторий и специальной квалификации персонала.

Для экспресс-оценки качества сточных вод предложена система типа «электронный нос», позволяющая в течение нескольких минут формировать «отпечаток запаха» исследуемой воды и сравнивать его с эталонным образцом – дистиллированной водой [3]. «Отпечаток запаха» визуализируют в виде лепестковой диаграммы по результатам аналитических сигналов нескольких разнородных пьезосорбционных сенсоров ( $\Delta F_i$ , Гц), которые экспонируют в парах воды до установления равновесия в системе «жидкость-газ». В результате брутто-адсорбции летучих компонентов на различных по природе сорбционных покрытиях сенсоров



получают суммарный аналитический сигнал, индивидуальный для каждой пробы воды. Надо отметить, что фиксируются не только особенности испарения и диффузии летучих компонентов воды, но и наличие растворенных в ней минеральных соединений, ПАВ. Растворенные нелетучие соединения изменяют поверхностное натяжение воды и давление насыщенных паров, а, следовательно, влияют на особенности кинетики испарения как самой воды, так и присутствующих в ней летучих соединений.

Пьезосенсоры благодаря своей мобильности, экономичности и высокой относительной масс-чувствительности ( $10^{-12}$  г) в последние годы находят широкое применение в экологическом контроле, при этом используют различные по назначению измерительные устройства (датчики, сигнализаторы, анализаторы газов) [4, 5].

Цель исследований – оценка возможности применения системы «электронный нос» для комплексного экспресс-определения качества природных вод.

Пробы вод для анализа отбирали в районе базы практики и учебного туризма «Белая речка» (Майкопский район, республика Адыгея): 1 – водобойная воронка водопада Девичья коса ( $44^{\circ}15'48''$  с.ш.,  $40^{\circ}10'20''$  в.д.); 2 – р. Сюк ( $44^{\circ}10'45''$  с.ш.,  $40^{\circ}9'31''$  в.д.); 3 – место впадения р. Сюк в р. Белая ( $44^{\circ}10'54''$  с.ш.,  $40^{\circ}9'23''$  в.д.); 4 – родник возле трассы Майкоп-Гузерибль ( $44^{\circ}9'56''$  с.ш.,  $40^{\circ}8'45''$  в.д.); 5 – скважина на базе «Белая речка» ( $44^{\circ}10'45''$  с.ш.,  $40^{\circ}9'30''$  в.д.), используемая для питья. В качестве эталонного образца выбрана проба дистиллированной воды из ФГБУЗ Медико-санитарная часть № 97 ФМБА России (проба 0).

«Отпечатки запахов» условно чистой и исследуемых вод формировали в одинаковых условиях: трехсенсорный «электронный нос», устройство которого приведено в работе [3]; шаг считывания аналитических сигналов от каждого сенсора  $\Delta t = 15$  с; температура воды  $24 \pm 0,1^{\circ}\text{C}$ . В качестве аналитического сигнала использовали нормированные относительно максимального отклика  $i$ -того сенсора значения –  $\Delta F_i / \Delta F_{max}$ . Эти значения откладываются в лепестковой диаграмме по лучам. По часовой стрелке диаграммы указывается время считывания аналитического сигнала  $i$ -того сенсора (1-15, 2-15, 3-15 и т.д., что соответствует номеру сенсора 1–3 и времени фиксирования аналитического сигнала). Полученные результаты представлены на рисунке.

Значительных отклонений «отпечатков запахов» природных вод от эталонного образца не выявлено, что свидетельствует об отсутствии или ничтожно малом количестве летучих соединений в пробах. С помощью программы сравнения изображений Diffimg установлено максимальное различие (на 2,8–3,2 %) между геометрией диаграмм условно чистой воды и подземных источников (пробы 4 и 5). Это может быть объяснено наличием в свежих образцах воды растворенных газов, а также газообразных продуктов жизнедеятельности микроорганизмов.

Предварительно в пробах комплексонометрическим методом по ГОСТ 31954-2012 определяли общую жесткость воды. Для

вышеперечисленных проб она соответственно составила: 1 –  $9,0 \pm 0,8$ ; 2 –  $4,9 \pm 0,5$ ; 3 –  $1,2 \pm 0,2$ ; 4 –  $5,4 \pm 0,4$ ; 5 –  $4,1 \pm 0,3$  мг-экв/дм<sup>3</sup>. Площади «отпечатков запахов» проб вод имеют среднюю отрицательную тесноту связи с их общей жесткостью ( $R^2=0,82$ ).

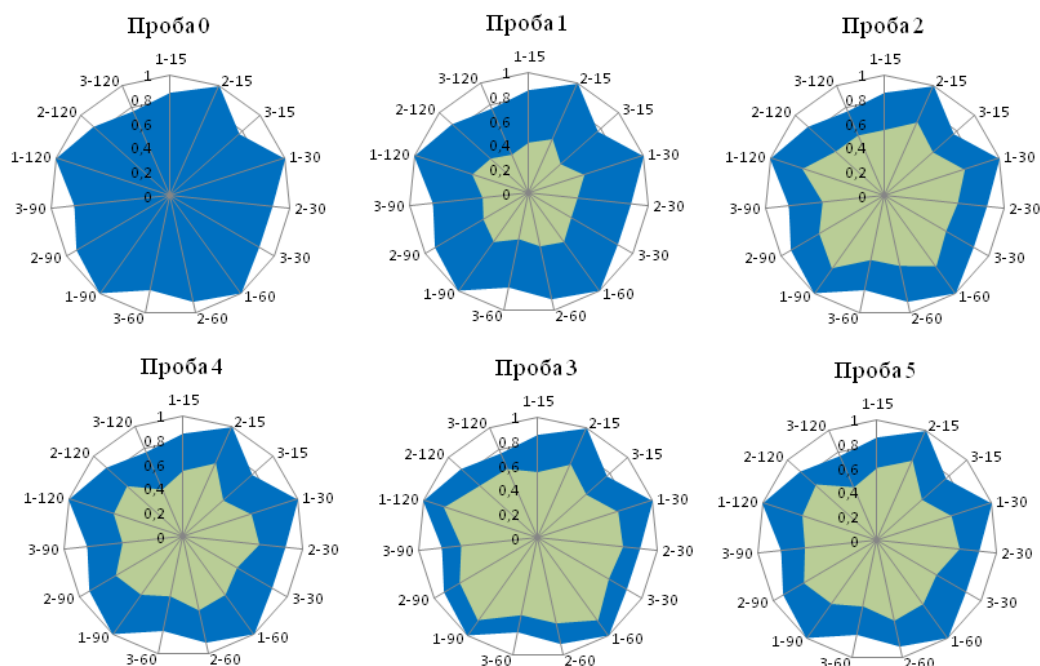


Рис. «Отпечатки запаха» дистиллированной воды (0) и природных вод (1–5), полученные с применением пьезосенсорного «электронного носа»

С применением пьезосенсорного «электронного носа» возможно судить не только о наличии посторонних летучих компонентов в воде, но и о содержании в ней солей. Предложенный подход к экспресс-оценке качества природных вод характеризуется экономичностью, мобильностью, объективностью.

### Список литературы

1. Ушакова И. Г. Физико-химический анализ воды / И. Г. Ушакова, Г. А. Горелкина, А. А. Кадысева, О. В. Широченко. – Омск: Омский аграрный университет, 2016. – 64 с.
2. Маханова Е. В. Диагностика экологического состояния водоема: сопоставление результатов химического анализа, биотестирования и биоиндикации / Е. В. Маханова // Вода и экология: проблемы и решения. 2019. – № 2. – С. 102–110. – DOI: 10.23968/2305-3488.2019.24.2.102-110.
3. Маслова Н. В. Комплексный экспресс-анализ загрязнения вод / Н. В. Маслова, Ж. Ю. Кочетова // Региональные геосистемы. – 2021. – Т. 45. – № 3. – С. 382–392. – DOI: 10.52575/2712-7443-2021-45-3-382-392.
4. Кочетова Ж. Ю. Пьезосорбционный экспресс-анализ загрязнения почв бензином / Ж. Ю. Кочетова, С. В. Внукова, А. В. Дубачева, Т. А. Кучменко // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия. – 2020. – Т. 6 (72). – № 3. – С. 292–302.
5. Кучменко Т. А. Разработка датчика, газоанализатора и детектора аммиака на основе пьезосенсора / Т. А. Кучменко, Р. У. Умарханов, Ж. Ю. Кочетова, Н. В. Бельских // Журнал аналитической химии. – 2012. – Т. 67. – № 11. – С. 1032.

## ПЬЕЗОСЕНСОРНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ЭМИССИИ ПАРОВ БЕНЗИНА ИЗ ПОЧВЫ

*Кралин А.С., Кочетова Ж.Ю.*, д-р геогр. наук, доц.,

*Кравченко А.А.*, канд. техн. наук, доц.

ВУНЦ ВВС «Военно-Воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского  
и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, РФ

*zk\_vva@mail.ru*

Для обоснования гигиенических нормативов токсикантов в почвах рекомендуется экспериментальное установление их предельно/ориентировочно допустимых концентраций (ПДК/ОДК), которые зависят от скорости эмиссии токсикантов из почв [1]. Для оценки скорости эмиссии используют герметичные термостатируемые камеры, на дно которых помещают слой исследуемого типа почв и добавляют токсикант с концентрацией, многократно превышающей кларк или ПДК/ОДК, установленные ранее без учета географических и климатических условий. Через камеры прокачивают воздух, создавая разрежение и способствуя испарению жидкости. Периодически отбирают газовые пробы и анализируют их по стандартным методикам в специально оснащенных лабораториях. Наблюдения проводят до достижения ПДК токсиканта в воздухе, но не менее недели. Недостатками такого подхода являются низкая точность из-за грубых приближений лабораторных условий к природным, сложность, длительность, дороговизна анализов. Поэтому актуальна разработка способов контроля токсикантов в объектах окружающей среды, отличающихся точностью, универсальностью и мобильностью измерительных устройств. К перспективным переносным измерительным устройствам относят анализаторы газов на основе пьезосенсоров [2].

Цель исследования – оценка скорости эмиссии бензина из чернозема в полевых условиях с применением пьезосенсора.

На скорость эмиссии жидкостей влияют структура, гранулометрический состав и влажность почв, а также активность микробиологических и биохимических процессов. Крупные частицы, большие поры и капилляры почвы обеспечивают быструю фильтрацию жидкостей в нижние слои, но в то же время способствуют их лучшему испарению. Влажная почва препятствует впитыванию неполярных соединений (например, нефтепродуктов). ОДК для бензина в почвах населенных мест (без учета климатических и географических особенностей) составляет 0,1 мг/кг, лимитирующий показатель вредности – воздушно-миграционный; ПДК<sub>сс</sub> в воздухе городских и сельских поселений – 1,5 мг/м<sup>3</sup> [3].

В исследуемом черноземе наблюдались близкие значения содержания частиц разных фракций до глубины 20 см; незначительно

превалировала мелкая пыль (35,1 % частиц с размером 0,01–0,005 мм). Было заложено 3 площадки, в которые медленно до полного впитывания выливали различные объемы бензина АИ-93 (летний): I) 1; II) 0,5 и III) 0,2 дм<sup>3</sup>. Каждая площадка представляла собой квадрат со сторонами 20 см, ограниченный по периметру пластиком на глубину почвы 40 см. Это необходимо для предотвращения фронтального растекания жидкости. Эксперимент проводили в течение недели в сухую погоду со средней дневной температурой 24±4 °С, ночной – 18±3 °С; скорость ветра в эти дни в основном составляла 5–10 м/с. Измерения паров бензина над почвой проводили периодически пьезосенсорным анализатором газов с открытой ячейкой детектирования, принцип действия которого описан в патенте [4].

Предварительно в лабораторных условиях строили градуировочный график – зависимость уменьшения частоты колебаний пьезосенсора ( $\Delta F$ , Гц) от концентрации паров бензина в околосенсорном пространстве ( $C$ , мг/м<sup>3</sup>). Концентрацию насыщенных паров бензина в зависимости от давления рассчитывали по формулам, приведенным в [5]. Необходимый объем насыщенных паров бензина с учетом разбавления в ячейке детектирования отбирали шприцем из газогенератора и инжесктировали в ячейку с объемом 25 см<sup>3</sup>, как указано в работе [6]. В интервале концентраций 0,1–0,7 мг/м<sup>3</sup> график прямолинеен и описывается уравнением:  $\Delta F = 24,345C - 25,429$ ;  $R^2 = 0,9994$ .

На рисунке представлены результаты наблюдений испарения бензина из чернозема на площадках с различными объемами проливов. Наиболее интенсивное снижение концентраций паров бензина над почвами зафиксировано в первые 3–6 ч от начала пролива:  $\Delta C$  на площадках составило ~20–25 % от первоначального значения концентрации паров легких углеводородов в воздухе над почвой. Затем эмиссия бензина из чернозема незначительно замедлилось, но уже через 36 ч концентрация бензина в газовой фазе над площадками II и III составила менее 0,1 мг/м<sup>3</sup>, что значительно ниже ПДК<sub>СС</sub>. На первой площадке с максимальным объемом разлива к концу первых суток ожидаемо началась вторичная эмиссия бензина, обусловленная диффузией паров из глубины почвы [7]. Здесь дрейф аналитического сигнала, соответствующий концентрации паров бензина в околосенсорном пространстве 0,1–0,3 мг/м<sup>3</sup>, прекратился через ~94 ч от начала пролива. Скорость испарения бензина из чернозема подчиняется степенному закону ( $R^2 > 0,95$ ), тогда как в стандартной методике приводится в качестве примера для описания эмиссии летучих жидкостей из почв различных типов экспоненциальная функция [1]. При высоких концентрациях токсикантов в почвах через некоторое время (в зависимости от климатических и географических факторов, свойств самих жидкостей) может наблюдаться вторичная эмиссия из приповерхностного слоя, поэтому средняя скорость испарения бензина на площадке I ниже, чем на площадке II.

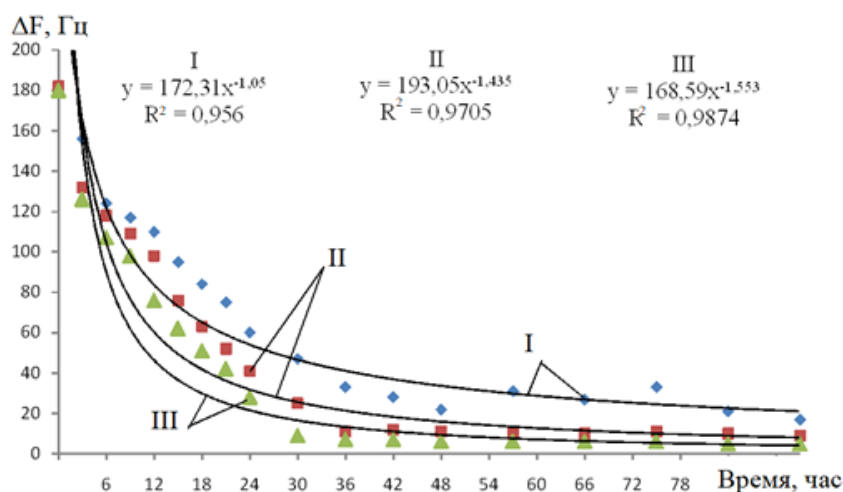


Рис. Динамика испарения бензина с поверхности чернозема на экспериментальных площадках с различными объемами пролива (I – 1; II – 0,5; III – 0,2 дм<sup>3</sup>)

Таким образом, показана возможность применения пьезосенсорного анализатора газов для оценки эмиссии загрязнителей почв. Мобильность, высокая чувствительность, экономичность, простота эксплуатации анализатора открывает широкие перспективы в исследовании поведения летучих химических веществ в объектах окружающей среды. Один и тот же чувствительный элемент анализатора возможно использовать многократно (2000 и более раз). Затем он заменяется на аналогичный, что требует корректировки градуировочного графика.

### Список литературы

1. Методические рекомендации по гигиеническому обоснованию ПДК химических веществ в почве (издание 2-ое) от 05.08.1982 № 2609-82.
2. Кочетова Ж. Ю. Экспресс-оценка загрязнения грунтов керосином по сигналам пьезосенсора на основе многослойных углеродных нанотрубок / Ж. Ю. Кочетова, Т. А. Кучменко, О. В. Базарский // Вестник Московского университета. Серия 2: Химия. – 2017. – Т. 58. – № 1. – С. 28–35.
3. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. Постановление главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 г. № 2. – 635 с.
4. Пат. 2302627 RUS, МПК G01N 27/12. Газоанализатор с открытым входом на основе пьезосенсоров / Т. А. Кучменко, Ж. Ю. Кочетова, Ю. Е. Силина. – 2006102742/28. – Заяв. 31.01.2006; Опубл. 10.07.2007.
5. Группа компаний по производству оборудования АЗС, АГЗС и нефтебаз. Система рекуперации паров нефтепродуктов. Режим доступа: [https://www.prompribor.ru/images/o\\_kompanii/statyi/rekup\\_analiz.pdf](https://www.prompribor.ru/images/o_kompanii/statyi/rekup_analiz.pdf).
6. Кочетова Ж. Ю. Экспресс-определение авиационного керосина в почвах и модель его распространения в плоскостной среде / Ж. Ю. Кочетова, Т. А. Кучменко, О. В. Базарский // Естественные и технические науки. – 2017. – № 11 (113). – С. 179–184.
7. Кочетова Ж. Ю. Определение влажности воздуха в широком диапазоне температур и концентраций / Ж. Ю. Кочетова, О. В. Базарский, Т. А. Кучменко [и др.] // Аналитика и контроль. – 2012. – Т. 16. – № 1. – С. 53–60.

## ЭЛЕКТРОФОРЕТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ НАПИТКОВ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

*Полтева А.В.<sup>1</sup>, Мокшина Н.Я.<sup>2</sup>*, д-р хим. наук, доц.,

*Пахомова О.А.<sup>1</sup>*, канд. хим. наук, доц.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина», г. Елец, РФ

<sup>2</sup>ВУНЦ ВВС "Военно-воздушная академия имени проф. Н.Е. Жуковского

и Ю.А. Гагарина, г. Воронеж, РФ

moksnad@mail.ru

В последние десятилетия в мире отмечен активный интерес к новому, интенсивно развивающемуся методу разделения сложных смесей – капиллярному электрофорезу, позволяющему анализировать ионные и нейтральные компоненты различной природы с высокой экспрессностью и уникальной эффективностью [1, 2]. Актуальность решаемой в настоящей работе задачи связана с необходимостью контроля содержания отдельных компонентов в спортивном питании, энергетических напитках и фармацевтических препаратах, заявленного производителями, без разрушения многокомпонентной матрицы объекта.

В работе проводились анализы на приборе «Капель 105М» в режиме мицеллярной электрокинетической хроматографии, главной отличительной особенностью прибора является спектрофотометрическое детектирование. В качестве источника света используется дейтериевая лампа, а в качестве диспергирующего элемента – дифракционный монохроматор со спектральным диапазоном 190-380 нм. Такой диапазон позволяет выбрать длину волны детектирования, наиболее чувствительную к целевым компонентам ( $U = +25$  кВ,  $t = 40$  °С,  $\lambda = 240$  нм).

Система капиллярного электрофореза снабжена кварцевым капилляром (полная длина – 75 см, эффективная длина – 65 см, внутренний диаметр – 50 мкм). Для записи и обработки полученных данных применяли программное обеспечение «МультиХром». Перед анализом все растворы подвергаются центрифугированию в течение 5 минут при 5000 об/мин. Затем отбирают верхний слой жидкости, переносят пробу в пробирку типа Эппендорф для дальнейшего проведения анализа. Между анализами капилляр промывают буферным раствором, который содержит в себе 20 ммоль/дм<sup>3</sup> тетрабората натрия и 40 ммоль/дм<sup>3</sup> додецилсульфата натрия [3].

Нами был проанализирован изотонический напиток ISOTONIC WATER (рис. 1). Ряд изотоников может содержать отвары и настои трав, кофеин, которые направлены на поддержание тонуса организма, повышение его выносливости. В целом изотонические напитки не должны

содержать веществ, ухудшающих общее состояние организма человека и нарушающих его баланс. Для проведения анализа напитков нужно растворить 1 таблетку в 500 мл воды, затем данный раствор также центрифугируют.

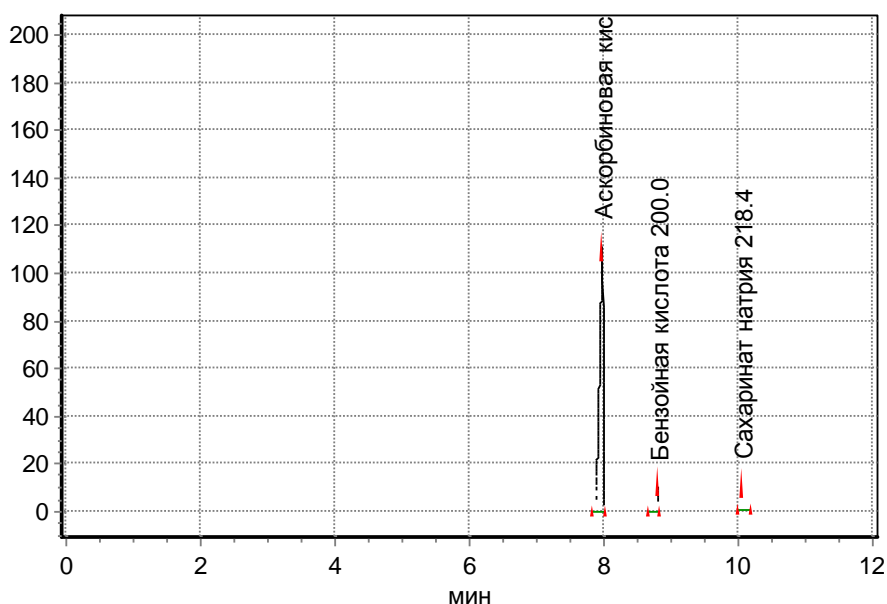


Рис. 1. Электрофореграмма изотонического напитка ISOTONIC WATER

На электрофореграмме проверяется правильность разметки пиков, при необходимости корректируют полученную разметку. При обнаружении определяемого компонента вычисляют его массовую концентрацию. Предварительно построены градуировочные графики для определения каждого компонента напитков.

Кофеина и теобромина в данном образце определено не было, установлено содержание аскорбиновой кислоты, бензойной кислоты и сахарината натрия (рис.1). Согласно полученным в ходе аналитических исследований результатам, уровень сахарината натрия в образце составил 39,73%, бензойной кислоты – 36,14%, аскорбиновой кислоты – 24,13%. Вызывает опасение достаточно высокий уровень содержания сахарината в изотонике, так как он может негативно повлиять на здоровье человека. Хотя приемлемой дозой сахарината является до 5 мг в сутки на 1 кг веса человека, однако применение искусственных подсластителей вызывает дискуссии в научной среде, отражающие негативное отношение к систематическому употреблению в пищу этих веществ.

Также в работе проанализирован тонизирующий напиток для спортсменов «WKUP», в состав которого входят таурин, кофеин, L-карнитин, аланин, ароматизаторы и консервант бензоат натрия (рис. 2). Содержание кофеина в образце выявлено 286,6 мг/л. Производителем было заявлено 300 мг на 1 л, из чего следует, что реальное содержание компонента занижено почти на 8 %.

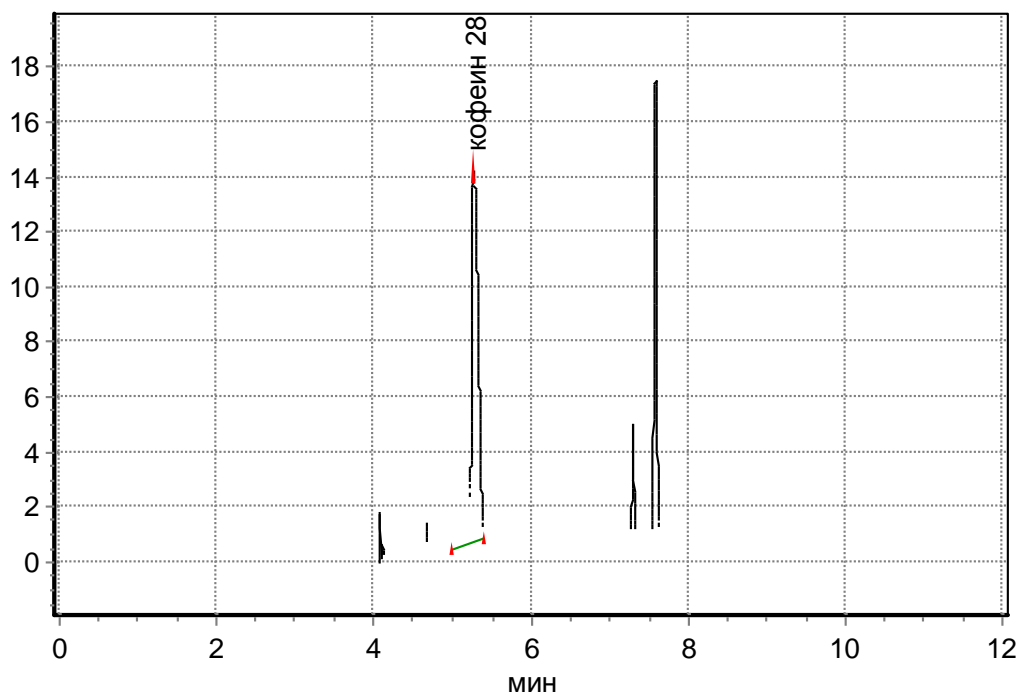


Рис. 2. Электрофореграмма тонизирующего напитка «WKUP»

Отметим, что метод капельного электрофореза позволил быстро и качественно провести высокоточное определение уровня отдельных компонентов в составе изотонических и тонизирующих напитков, что позволяет использовать данный метод в анализе и другой продукции специального назначения.

### Список литературы

1. Хасанов В. В. Анализ энергетических напитков методом капиллярного электрофореза / В. В. Хасанов, Ю. Г. Слизов // Журнал аналитической химии. – 2013. – Т. 68, № 4. – С. 385–389.
2. Карцова Л. А. Проблемы аналитической химии. Капиллярный электрофорез. – Москва: «Наука», 2014. – Т. 18. – 438 с. ISBN: 978-5-02-039087-4.
3. Мокшина Н. Я. Экстракционно-электрофоретическое определение ванилина в водных растворах и энергетических напитках с применением полимеров на основе N-винилформамида / Н. Я. Мокшина, О. А. Пахомова, Г. В. Шаталов, М. С. Лавлинская // Известия вузов. Химия и химическая технология. – 2017. – Т. 60, № 8. – С. 13–19. –DOI: 10.6060/tcct.2017608.5577.



## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДИКИ ЭТАЛОНИРОВАНИЯ РТУТИ В АНАЛИЗЕ МИКРОУДОБРЕНИЙ

*Рокун А.Н.*, канд. хим. наук, доц., *Скочко А.В.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, РФ  
rokun502@donnu.ru

Соединения ртути являются одними из самых опасных токсичных веществ. В связи с этим необходим контроль природных и промышленных объектов на содержание ртути. Наиболее удобным и широко применяемым методом определения ртути является атомно-абсорбционная спектроскопия с применением техники холодного пара. Однако на точность определения ртути данным методом оказывают влияние различные факторы, в том числе макрокомпонентный состав раствора пробы. В связи с этим градуировочные растворы по химическому составу должны быть максимально приближены к анализируемому раствору. Поэтому, чтобы определять содержание ртути по внешнему градуировочному графику, необходимо в состав градуировочных растворов вводить все компоненты матрицы или проводить выделение ртути из проб и определять её содержание в полученном концентрате. Часто это бывает затруднительно. Иногда добавляют к пробам спектроскопические буферы, которые нивелируют влияние матрицы.

В связи с этим нами разработан способ определения ртути, учитывающий влияние матрицы. Разработанная методика эталонирования заключается в следующем. К аликвоте раствора пробы в оптимальных условиях восстановления ртути прибавляют хлорид олова(II), прокачивают воздух и измеряют аналитический сигнал. Воздух через данный раствор прокачивают до тех пор, пока значение аналитического сигнала не вернётся в исходное положение ( $\Delta T=0$ ). То есть, содержащаяся в исходной пробе ртуть, при этом будет полностью восстановлена и удалена, а соединения матрицы и избыток хлорида олова(II) останутся в растворе. К оставшемуся в барботере раствору прибавляют определённый объём стандартного раствора ртути и снова измеряют аналитический сигнал.

Влияние изменения объёма на 1-5 % при использовании соответствующей микропипетки незначительно. Такая же операция проводится со следующей аликвотой ртути, но прибавляется больший или меньший объём стандартного раствора ртути. Таким образом, одновременно получают и градуировочный график, учитывающий влияние матрицы, и результаты параллельных определений. Этот метод в некоторой степени похож на построение градуировочного графика методом добавок, однако является более экспрессным и позволяет увеличить верхний интервал определяемых содержаний.

Благодаря применению разработанной методики эталонирования ртути получены сходимые результаты при определении ртути как в разбавленных растворах  $\text{HNO}_3$ , так и в растворах, содержащих высокие концентрации ЭДТА и солей меди цинка, железа марганца и других металлов. Данный метод эталонирования учитывает влияние матрицы на получение аналитического сигнала ртути.

Правильность разработанной методики доказана методом добавок и опробована при анализе концентратов хелатных микроудобрений сложного солевого состава.

УДК 543.24: 543(075.8)

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ТИТРОВАНИЯ СМЕСИ СОЕДИНЕНИЙ МАРГАНЦА(VII) И ВАНАДИЯ(V)

*Стецик В.В.*, канд. хим. наук, доц., *Матвиенко О.А.*,  
*Цыбулько В.А.*, канд. физ.-мат. наук, доц.  
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, РФ  
*v.stetsik@donnu.ru*

**Введение.** При анализе марганец-ванадиевых концентратов, шлаков и других материалов аналогичного состава редокс-титриметрическими методами целесообразно определять марганец и ванадий в одном опыте. Разница потенциалов между окисленной и восстановленной формами для полуреакций с участием марганца и ванадия около 0,5 В, то есть вполне достаточна для раздельного определения этих элементов. Для анализа этих обоих элементов в окисленном состоянии необходимо обоснованно подобрать общий подходящий восстановитель. Лучшим способом теоретического обоснования возможности титриметрического определения является моделирование с определением характеристик скачков на кривых титрования. Моделирование на основе расчетов необходимо для получения конкретных характеристик скачков на кривых еще потому, что при титровании смесей может происходить взаимодействие соседних скачков и их некоторое деформирование с ухудшением характеристик. Вследствие вычислительных сложностей в работе использована мощная математическая компьютерная программа *Maple*, методика расчета кривых титрования изложена в работе [1], методика работы с математической программой более полно описана в [2], справочные данные взяты из [3].

**Основная часть.** При пробоподготовке определяемые два элемента могут быть переведены в высшие степени окисления. Рассмотрим вначале титрование смеси: 100 мл (0,1 М  $\text{KMnO}_4$  + 0,1 М  $\text{NH}_4\text{VO}_3$  + 2,0 М  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Вследствие наличия амфотерных свойств у метаванадиевой кислоты,

взаимодействующей с серной кислотой, рабочая титруемая система выглядит следующим образом: 100 мл (0,1 М  $\text{KMnO}_4$  + 0,05 М  $(\text{VO}_2)_2\text{SO}_4$  + 1,9 М  $\text{H}_2\text{SO}_4$  + 0,05 М  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ). При выборе титранта-восстановителя учтем тот факт, что для определения ванадата уже нашли применение соли железа(II) [4]. По результату моделирования титрования солью железа 0,1 М  $\text{FeSO}_4$  построим кривую (рис. 1а). Саму технологию моделирования мы детально рассмотрим только для следующей системы, поскольку технология аналогична для обеих систем, а сама вторая система более перспективна.

На кривой титрования (рис. 1а) видим один очень четкий скачок, отвечающий за оттитрование марганца, второй скачок (ванадий) почти не виден. Скачок высокий, изменение  $E$  при изменении объема  $\pm 0,1\%$  от эквивалентного составляет около 120 мВ, присутствующий ванадий не мешает точному определению марганца с помощью указанного титранта.

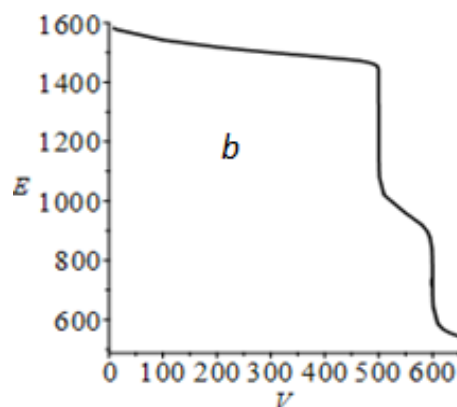


Рис. 1. Кривые редокс-титрования 100 мл смеси (0,1 М  $\text{KMnO}_4$  + 0,05М  $(\text{VO}_2)_2\text{SO}_4$  + 1,9 М  $\text{H}_2\text{SO}_4$  + 0,05 М  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ) титрантами: а) 0,1 М  $\text{FeSO}_4$ ; б) 0,05 М  $(\text{MoO}_2)_2\text{SO}_4$

Для решения вопроса о раздельном определении обоих металлов (Mn, V) в одном опыте испытаем более сильный восстановитель в роли титранта соединение Mo(V). Для построения кривой титрования той же смеси с титрантом 0,05 М  $(\text{MoO}_2)_2\text{SO}_4$  составим систему алгебраических уравнений

1.  $[\text{MoO}_2^{2+}]^5 * [\text{Mn}^{2+}] / ([\text{MoO}_2^+]^5 * [\text{MnO}_4^-] * [\text{H}^+]^8)$ ,
2.  $[\text{MoO}_2^{2+}]^5 * [\text{VO}^{2+}] / ([\text{MoO}_2^+]^5 * [\text{VO}_2^+] * [\text{H}^+]^2)$ ,
3.  $[\text{Mn}^{2+}] + [\text{MnO}_4^-] = \text{C1}$ ,
4.  $[\text{VO}^{2+}] + [\text{VO}_2^+] = 2 * \text{C2}$ ,
5.  $[\text{MoO}_2^+] + ([\text{MoO}_2^{2+}] = 2 * \text{C5}$ ,
6.  $[\text{H}^+] = 2 * \text{C3} - 8 * [\text{Mn}^{2+}] - 2 * [\text{VO}^{2+}]$ ,
7.  $[\text{K}^+] + 2 * [\text{Mn}^{2+}] + [\text{NH}_4^+] + 2 * [\text{VO}^{2+}] + [\text{VO}_2^+] + [\text{H}^+] + [\text{MoO}_2^+] + [\text{MoO}_2^{2+}] = [\text{MnO}_4^-] + 2 * [\text{SO}_4^{2-}]$ ,
8.  $E1 = 0.48 + 0.0591 * \lg([\text{MoO}_2^{2+}] / ([\text{MoO}_2^+])$ ,
9.  $E2 = 1.00 + 0.0591 * \lg([\text{VO}_2^+] * [\text{H}^+]^2 / [\text{VO}^{2+}])$ ,
10.  $E3 = 1.51 + (0,0591/5) * \lg([\text{MnO}_4^-] * [\text{H}^+]^8 / [\text{Mn}^{2+}])$ .

Для проверки правильности электродный потенциал в системе надо вычислять двумя-тремя способами, значения  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$  в каждой точке титрования должны практически совпадать. Далее в системе уравнений обозначаем концентрации через  $x$ , вводим в программу *Maple*, вычисляем достаточное число точек и по массиву точек строим кривую титрования (рис. 1b). Визуальная оценка кривой на рис. 1b показывает, что второй скачок тоже имеет хорошие характеристики и пригоден для отдельного определения ванадия с хорошей точностью. При изменении объема  $\pm 0,2\%$  от эквивалентного потенциал изменяется на 109 мВ, что примерно прогнозирует ожидаемую точность определения. Конец титрования соединения марганца, как обычно, можно зарегистрировать по почти полному обесцвечиванию раствора, для регистрации конца титрования соединения ванадия подходят индикаторы вариаминовый синий, дифениламин или другие со значением  $E^0$  около 700-750 мВ [3].

Представляет интерес, почему второй скачок на рис. 1a такой невыразительный, хотя солью железа(II) успешно титруют на практике чистый раствор ванадата и, по нашим данным, кривая титрования имеет удовлетворительный скачок (рис. 2). Ухудшение качества однотипного титрования при переходе к смеси можно объяснить только наложением первым скачком (рис. 1a).

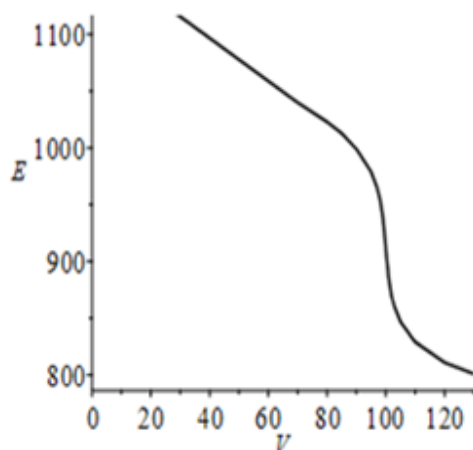


Рис. 2. Кривая титрования в системе: 100 мл  $(0,05 \text{ M}((\text{VO}_2)_2\text{SO}_4 + 2,9 \text{ M} \text{H}_2\text{SO}_4) + V_{\text{мл}} 0,1 \text{ M} \text{FeCl}_2$

**Заключение.** Марганец и ванадий в одном опыте с хорошей точностью можно разделить с помощью титранта восстановителя умеренной силы растворимого соединения молибдена(V). Восстановитель молибден(V) в качестве титранта способен обеспечить более точные результаты титрования ванадата в чистом виде и в смеси по сравнению с солями железа(II). Восстановители умеренной силы имеют перед очень сильными восстановителями (типа титана(III)) то преимущество, что позволяют гарантированно отсечь трудно контролируемые процессы дальнейшего восстановления ванадия после достижения степени окисления +4.

## Список литературы

1. Стецик В. В. Расчет и анализ ионных равновесий в аналитической химии: учебное пособие / В. В. Стецик: - 4-е изд. – Донецк: ДонНУ, 2021. – 257 с.
2. Дьяконов В. П. Maple 10 / 11 / 12 / 13 / 14 в математических расчетах / В. П. Дьяконов. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 800 с.
3. Лурье Ю. Ю. Справочник по аналитической химии / Ю. Ю. Лурье. – М.: Химия, 1989. – 448 с.
4. Коростелев П. П. Титриметрический и гравиметрический анализ в металлургии / П. П. Коростелев. – М.: Металлургия, 1985. – 320 с.

УДК 543.067.5

## УЛУЧШЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВНЕЛАБОРАТОРНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ СУММЫ МЕТАЛЛОВ В ВОДАХ

*Щепина Н.Д.*, канд. хим. наук, доц., *Баев А.В.*  
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет, г. Донецк, РФ  
*shnatalina@mail.ru*

**Введение.** Сумма металлов является одним из показателей, контролируемых при оценке качества воды хозяйственно-питьевого назначения. Согласно ГОСТ 24902-81 суммой тяжелых металлов является сумма цинка, меди и свинца, выражаемая в моль/дм<sup>3</sup> или мг/дм<sup>3</sup> в условном пересчете на массовую концентрацию цинка.

Стандартными методами определения тяжелых металлов в водах являются: атомно-эмиссионный с индуктивно связанной плазмой, электро-термический атомно-абсорбционный, экстракционно-фотометрический. Для полевого (внелабораторного) анализа, широкое применение нашли тест-методы. Недостатками существующих методик являются низкие чувствительность и точность визуального детектирования интенсивности окрашивания исследуемых образцов.

Для улучшения метрологических характеристик определения суммы тяжелых металлов в водах нами предложено концентрирование аналитов дитизоном в тетрахлорметане с применением дисперсионной жидкостно-жидкостной микроэкстракции с последующим визуальным и цветометрическим определением [1]. С тяжелыми металлами дитизон образует окрашенные соединения, которые являются аналитическими формами для цветометрического детектирования. Объем жидкой пробы, необходимый для измерений с использованием цветометрического детектирования, составляет всего несколько микролитров. Это позволяет применить для извлечения тяжелых металлов микроэкстракционное концентрирование и избежать использования больших объемов дорогостоящих, токсичных реагентов.

*Цель данной работы* – разработка методики и исследование метрологических характеристик микроэкстракционно-цветометрического определения суммы тяжелых металлов в водах.

**Основная часть.** Микроэкстракционно-цветометрическое определение суммы тяжелых металлов в водах проводили по следующей методике. Групповое извлечение суммы тяжелых металлов проводили с использованием дисперсионной жидкостно-жидкостной микроэкстракции. Экстрагент – раствор дитизона в тетрахлорметане. Эмульгирование экстрагента проводили многократным набиранием и выдавливанием шприцем анализируемой водной фазы с воздухом и экстрагентом. Агрегирование частиц эмульсии в отдельную фазу осуществляли центрифугированием (в лабораторных условиях) или отстаиванием в течение 20 минут (полевые условия). Определение содержания суммы тяжелых металлов проводили двумя способами.

Способ визуального колориметрирования пробы (полуколичественный) – окраску окрашенной капли на дне пробирки сравнивали с контрольной шкалой образцов окраски на белом фоне.

Способ цветометрического детектирования (количественный) – проводили цифровую обработку изображения, полученного нанесением экстракта на хроматографическую бумагу. Содержание суммы металлов находили по градуировочному графику.

На хроматографическую бумагу микрошприцем наносили отобранные из агрегированной капли экстракты исследуемых и градуировочных растворов, содержащих различные концентрации суммы металлов. В результате получали окрашенные пятна различной интенсивности. После того, как хроматографическая бумага просохнет, сканировали окрашенные пятна с использованием планшетного сканера.

Обработку изображений проводили с использованием программы Adobe Photoshop CS6 – определяли интенсивность компоненты цвета в системе RGB. Полученные результаты статистически обрабатывали и строили градуировочные зависимости интенсивности компонент цвета каждого из каналов (R, G или B) от концентрации тяжелых металлов. Выбирали канал, для которого наблюдалось наибольшее уменьшение интенсивности ( $\Delta I_{(\text{макс})}$ ) при увеличении концентрации тяжелых металлов и находили аппроксимирующую функцию с использованием программного обеспечения для анализа научных данных SciDAVis.

Исследования показали, что при цветометрическом определении суммы металлов в виде комплексного соединения с дитизоном, в качестве градуировочной функции целесообразно использовать зеленый канал, так как разница между максимальным и минимальным значениями показателя цветности ( $\Delta I_{B(\text{макс})} = 99$  у.е.). Для красной и голубой компоненты соответственно – 93 и 74.

Результаты определения содержания суммы тяжелых металлов с использованием разработанной методики представлены в таблице.

Результаты определения содержания суммы тяжелых металлов микроэкстракционно-цветометрическим методом ( $n = 3$ ;  $P = 0,95$ ;  $t_{0,95;2}=4,30$ ;)

Объект исследования	Найдено, мкг/л					
	Разработанный тест-метод (микроэкстракционно-цветометрический)				Метод ЭТААС* (ГОСТ Р 57162-2016)	
	С визуальным детектированием		С цветометрическим детектированием			
	$\bar{C} \pm \frac{t \cdot S}{\sqrt{n}}$	$S_r$	$\bar{C} \pm \frac{t \cdot S}{\sqrt{n}}$	$S_r$	$\bar{C} \pm \frac{t \cdot S}{\sqrt{n}}$	$S_r$
Пруд хозяйственно-бытового назначения	60,4±45,0	0,3	64,1±12,7	0,08	65,1±11,3	0,07

\*Метод электротермической атомно-абсорбционной спектроскопии

Видно (таблица), что результаты микроэкстракционно-цветометрической методики удовлетворительно совпадают с результатами, полученными стандартным электротермическим атомно-абсорбционным методом. Относительное стандартное отклонение при определении с визуальной детекцией интенсивности окрашивания составляет  $S_r = 0,3$ , что полностью удовлетворяет требованиям к внелабораторным (полевым) методам анализа вод, с использованием цветометрического детектирования –  $S_r = 0,08$ , что соизмеримо со стандартным инструментальным методом.

**Заключение.** Таким образом, нами разработана микроэкстракционно-цветометрическая методика для внелабораторного (полевого) определения суммы тяжелых металлов в водах с хорошими метрологическими характеристиками. Методика отличается простотой – согласно разработанному алгоритму и при наличии готовых растворов скрининговый анализ может провести неквалифицированный пользователь; по сравнению со стандартными экстракционно-фотометрическими методиками отличается экологичностью, более низким пределом обнаружения –  $C_{\text{мин}} = 0,005$  мг/л; не требует дорогого сложного в эксплуатации оборудования. Для цветометрического детектирования можно использовать любое цифровое оборудование – сканер, фотоаппарат, мобильный телефон.

#### Список литературы

1. Иванов В. М. Возможности и перспективы развития цветометрического метода в аналитической химии / В. М. Иванов, О. В. Моногарова, К. В. Осолок // Журн. аналит. химии. – 2015. – Т. 70, №10. – С. 1011–1025.

# ***Биохимия и органическая химия***

УДК 547.288.4:541.124/541.123

## **ДИМЕРНЫЕ КАТИОННЫЕ ПАВ КАК ОСНОВА ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ РАЗЛОЖЕНИЯ ФОСФОРОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ**

***Белюсова И.А.***, канд. хим. наук, с.н.с.,  
***Зубарева Т.М.***, канд. хим. наук, ***Разумова Н.Г.***, ***Гайдаш Т.С.***,  
***Прокопьева Т.М.***, канд. хим. наук, с.н.с.

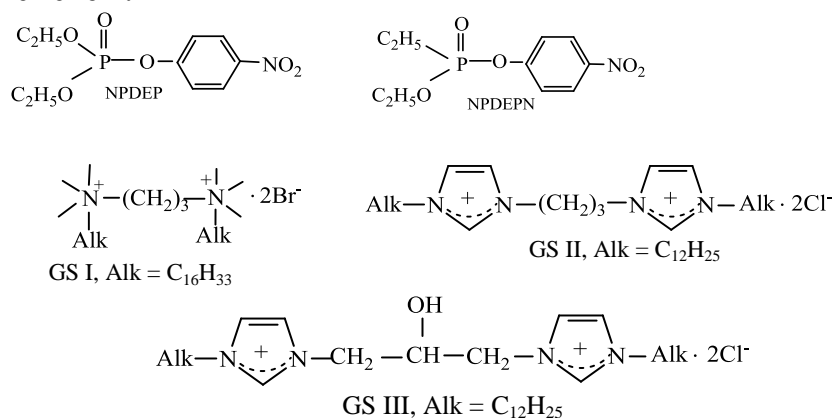
ГБУ «Институт физико-органической химии и углехимии  
им. Л.М. Литвиненко», г. Донецк, РФ  
*ninarazumova45@gmail.com*

В настоящее время конструирование высокоэффективных систем для быстрого и необратимого разложения субстратов-экоотоксикантов – задача крайне актуальная в связи с возрастающей вероятностью актов террористического воздействия и техногенных аварий. Существуют различные пути решения этой проблемы, и один из них – создание высоко реакционноспособных организованных микрогетерогенных систем (ОМС) на базе ПАВ. Особый интерес с точки зрения дизайна систем, аномально быстро разлагающих субстраты-экоотоксиканты, в том числе ФОС, представляют димерные детергенты (Gemini surfactant, GS). Этот класс отличается рядом уникальных свойств: низкие критические концентрации мицеллообразования ( $cmc < 10^{-5} - 10^{-6}$ , М), температуры Крафта, более эффективное понижение поверхностного натяжения на границе раздела фаз, образование отличных по строению мицеллярных агрегатов и т.д. Такой комплекс физико-химических характеристик делает системы на основе димерных ПАВ весьма привлекательными для детоксикации/утилизации сильнодействующих ядовитых веществ. При этом следует отметить легкость структурной модификации димерных детергентов, что позволяет изменять природу полярных групп, мостикового звена, алкильного «хвоста».

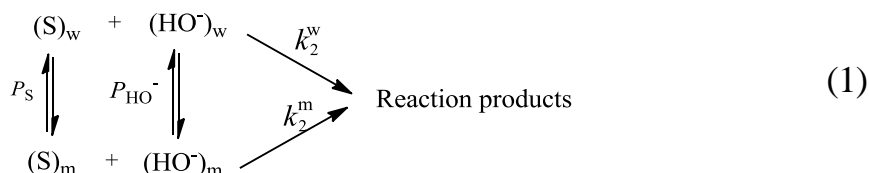
В качестве систем для разложения ФОС – 4-нитрофениловых эфиров диэтилфосфорной (NPDEP) и диэтилфосфоновой (NPDEPN) кислот (модельные аналоги экоотоксикантов) предложены водные реакционные среды на базе димерных катионных ПАВ с варьируемой природой полярной группы, мостикового звена, алкильного «хвоста» и гидроксид-иона. Сравнительный анализ кинетических закономерностей щелочного гидролиза эфиров проведен в присутствии GS I–III. Выбор детергентов обусловлен, прежде всего, растворимостью в воде. Несмотря на тот факт, что увеличение числа метиленовых групп сопровождается уменьшением значения  $cmc$  и ростом мицеллярных эффектов, однако растворимость



таких ПАВ гораздо ниже и зачастую требует использования сомицеллярных систем.



Щелочной гидролиз ФОС в присутствии GS I–III, как и в случае других нуклеофильных реакций в водной фазе, протекает по двум параллельным потокам: в воде (w) и мицеллярной псевдофазе (m):



При этом распределение субстрата и реагента между водной фазой и мицеллярной псевдофазой характеризуется соответствующими коэффициентами распределения (2):

$$\begin{aligned}
 P_s &= [\text{S}]_m / [\text{S}]_w \\
 P_{\text{HO}^-} &= [\text{HO}^-]_m / [\text{HO}^-]_w.
 \end{aligned}
 \quad (2)$$

Скорость взаимодействия гидроксид-иона с ФОС возрастает по мере увеличения pH среды и концентрации GS (рис.1, 2а, б). Во всем интервале концентраций полученные экспериментальные данные адекватно описываются в рамках псевдофазной распределительной модели [1].

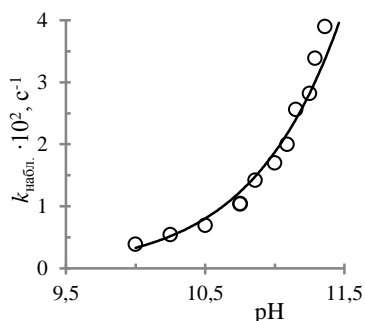


Рис. 1. Зависимость наблюдаемых констант скорости ( $k_{\text{obs.}}$ ,  $\text{c}^{-1}$ ) от pH среды для реакции щелочного гидролиза NPDEPN при  $[\text{GS III}] = \text{const} = 4.5 \times 10^{-3} \text{ M}$ ; вода, 25°C

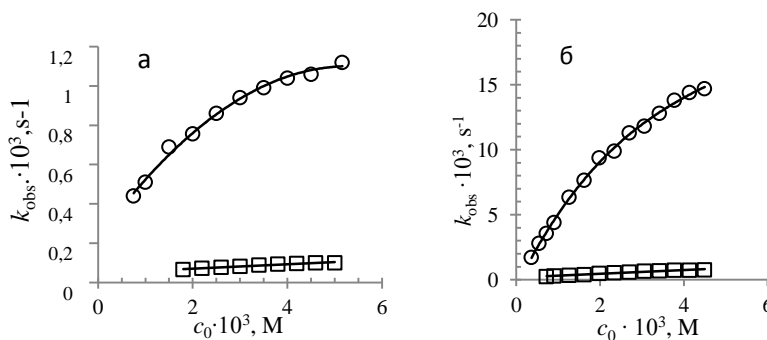


Рис. 2. Зависимость наблюдаемых констант скорости ( $k_{\text{obs.}}$ ,  $\text{c}^{-1}$ ) от концентрации ПАВ для щелочного гидролиза: а) NPDEPN: GS II – □, GS III – ○ и б) NPDEP: GS II – □, GS III – ○; pH 11.0, 25°C

В таблице представлены физико-химические параметры для реакции щелочного гидролиза ФОС в ОМС.

Таблица

Физико-химические параметры щелочного гидролиза ацилсодержащих субстратов в ОМС на основе ПАВ – GS I–III; pH 11.0; вода, 25°C

ПАВ	Субстрат	$c_{mc}$ , М	$K_S$ , М <sup>-1</sup>	$k_m$ , с <sup>-1</sup>	$k_2^m$ , М <sup>-1</sup> с <sup>-1</sup>	$c_0$ , М	$k_{obs.}^m / k_{obs.}^w$
GS I	NPDEPN	$2.1 \times 10^{-5}$	$171 \pm 39$	0.0026	0.0015	$5 \times 10^{-3}$	20
GS II	NPDEPN	$1.6 \times 10^{-4}$	$310 \pm 20$	0.065	0.037	$5 \times 10^{-3}$	8
	NPDEP	–	$230 \pm 20$	0.0073	0.0044	$5 \times 10^{-3}$	10
GS III	NPDEPN	$8 \times 10^{-5}$	$170 \pm 20$	1.28	0.76	$5 \times 10^{-3}$	91
	NPDEP	–	$190 \pm 20$	0.064	0.033	$4.5 \times 10^{-3}$	81

Анализ кинетических закономерностей щелочного гидролиза ФОС в ОМС позволяет сделать следующие выводы. Во-первых, величины  $k_{obs.}$  возрастают в следующем ряду: GS III > GS II > GS I. При этом эффективное мицеллообразование дает возможность достигать близких скоростей реакций при концентрациях ПАВ на порядок меньших, чем в случае мономерных детергентов. Во-вторых, мицеллярные эффекты увеличиваются с ростом длины алкильного «хвоста». В третьих, мицеллярные эффекты димерных ПАВ зависят от строения полярных групп: имидазолиевые ПАВ обеспечивают более значительное увеличение скорости щелочного гидролиза по сравнению с тетраалкиламмониевыми. Влияние полярных групп, прежде всего, связано с особенностью строения мицелл, что приводит к изменению полярности среды, насыщенности слоя Штерна молекулами воды и т.п. И, наконец, следует отметить важнейшую роль мостикового звена. В ОМС на основе GS III имеет место максимальное увеличение скорости щелочного гидролиза. Маловероятно, что существует заметный вклад в скорость реакции процесса алкохолиза. Скорее всего, межмолекулярное взаимодействие молекул воды и гидроксильной группы GS III способствует гидрофилизации мицеллярной псевдофазы, приводя к изменению степени связывания гидроксид-иона и дополнительной стабилизации переходного состояния реакции [1]. При этом основными факторами, ответственными за мицеллярный «катализ», выступают эффекты концентрирования субстрата и изменение нуклеофильности гидроксид-иона (сравни  $K_S$  и  $k_2^m$  в табл.) [1].

В заключение подчеркнем, что высокие мицеллярные эффекты делают ОМС на основе димерных имидазолиевых ПАВ весьма перспективными системами для разложения субстратов-экоотоксикантов.

### Список литературы

1. Кушназарова Р. А. Дикатионные имидазолиевые ПАВ с гидроксильным заместителем в спейсерном фрагменте / Р. А. Кушназарова, А. Б. Миргородская, В. А. Михайлов [и др.] // Журнал общей химии. – 2022. – Т. 92, № 4. – С. 630–639.

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СУЛЬФАНИЛИДОВ И КАРБОАНГИДРАЗЫ E. Coli: КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

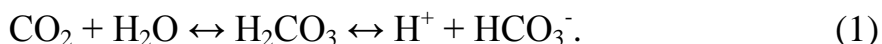
*Вирзум Л.В.<sup>1</sup>*, канд. хим. наук, доц.

*Крылов Е.Н.<sup>2</sup>*, д-р хим. наук, доц.

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Ивановская государственная сельскохозяйственная академия  
им. Д.К. Беляева», г. Иваново, РФ

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет», г. Иваново, РФ  
*enk2000S@yandex.ru*

**Введение.** Сульфонамидная группа сульфонамидов ( $\text{RSO}_2\text{NH}_2$ ) является их ключевым структурным фрагментом, обеспечивающим ингибирование изомеров карбоангидраз (СА). Различные изомеры (изоцимы) этих ферментов катализируют процессы интерконверсии двуокиси углерода в гидрокарбонат-анион [1] – обратимую реакцию гидратации  $\text{CO}_2$  (1) – при координации этих реагентов с  $\text{Zn}^{+2}$  в активном центре фермента



Сульфонамиды в анионной форме связывают катион цинка в активном центре СА атомом сульфамидного азота с высокими константами связывания  $K$  ( $\log K = 4 \div 9$ ), что нарушает координацию  $\text{Zn}^{+2}$  с  $\text{H}_2\text{O}$ , необходимую для связывания  $\text{CO}_2$  по схеме (1). Водородными связями сульфонамид координируется с аминокислотами из окружения катиона цинка, а ионным атомом азота сульфамидной группы – с катионом цинка. Обнаружение наиболее действенного фактора и оценка его эффективности представляется целесообразным. В этом плане представляет интерес метод дескрипторов молекулярной активности [2], к которым относится атомный электростатический потенциал)  $V_{\text{esp}}$  (АЭП) [3]), определяемый как молекулярный электростатический потенциал (МЭП) на данном атоме. В выборках относительно небольшого объема удается обнаружить простые корреляции биологической активности и физически обоснованных параметров молекул органических соединений. В неявной форме при этом используется принцип линейности свободных энергий (ПЛСЭ).

**Основная часть.** Расчет структур замещенных ароматических сульфанилидов  $\text{NH}_2\text{PhNHSO}_2\text{PhX}$  осуществлен программным комплексом ADF 2014.04 на уровне теории DFT M06/6-311++G\*\* с учетом неспецифической сольватации в среде  $\text{H}_2\text{O}$  в рамках метода SMD (табл. 1) без ограничений по типу симметрии. Расчет зарядов проведен в схеме Хиршфельда. Параметры структур  $\text{NH}_2\text{PhSO}_2\text{NHPhX}$  с данными по ингибированию карбоангидразы [4] и кислотности их по сульфамидной группе [5] приведены в табл.

Таблица

Квантово-химические параметры молекул сульфанилидов  $\text{NH}_2\text{PhSO}_2\text{NHPhX}$ 

N	X	-Q(N)	E(HOMO)	E(LUMO)	-Vesp(N)	log(1/C) [4]
1	2	3	4	5	6	7
1	4-NMe <sub>2</sub>	0.1482	-0.21417	-0.05266	8.382356	4.35
2	2-OMe	0.1449	-0.23482	-0.03743	18.390427	4.45
3	2-OEt	0.1456	-0.23516	-0.03737	18.391743	4.35
4	4-OMe	0.1400	-0.23686	-0.05426	18.371803	4.47
5	4-OEt	0.1428	-0.23542	-0.03938	18.379216	4.49
6	4-Me	0.1383	-0.24455	-0.05527	18.370209	4.66
7	2-Me	0.1394	-0.23682	-0.03836	18.377149	4.46
8	3-Me	0.1383	-0.24589	-0.05498	18.370001	4.60
9	H	0.1380	-0.24670	-0.05521	18.368047	4.80
10	3-OEt	0.1401	-0.23620	-0.04106	18.379891	4.80
11	3-OMe	0.1395	-0.23595	-0.03963	18.378492	4.80
12	4-Cl	0.1365	-0.24872	-0.05856	18.360669	4.89
13	4-Br	0.1377	-0.24927	-0.05889	18.361366	4.89
14	2-Br	0.1336	-0.24587	-0.05423	18.364544	4.99
17	3-Cl	0.1361	-0.25038	-0.05726	18.361127	5.10
18	3-Br	0.1384	-0.23719	-0.03967	18.364363	4.95
19	3-NO <sub>2</sub>	0.1381	-0.23745	-0.10768	18.350028	5.60
20	3-CF <sub>3</sub>	0.1391	-0.23707	-0.04077	18.359903	5.25
21	4-CF <sub>3</sub> *)	0.1368	-0.25070	-0.04960	18.290542	5.40
22	4-CN	0.1338	-0.25582	-0.06674	18.350296	6.00
23	4-COMe	0.1380	-0.23816	-0.06947	18.362155	5.70
24	4-NO <sub>2</sub>	0.1179	-0.23787	-0.10446	18.331972	6.00
25	4-SO <sub>2</sub> Me	0.1336	-0.23762	-0.05334	18.348014	5.85
26	2,3-Me <sub>2</sub>	0.1393	-0.23520	-0.03802	18.381410	4.32
27	2-Me,5-Cl	0.1356	-0.23596	-0.03928	18.366354	4.80
28	2-Me,6-Cl	0.1327	-0.23612	-0.03976	18.375089	4.80
29	3,4-Cl <sub>2</sub>	0.1391	-0.23839	-0.04113	18.359581	5.40
30	3,5-Cl <sub>2</sub>	0.1356	-0.25244	-0.05753	18.355988	5.55
						pKa [5]
1	3,5-(NO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	0.1259	-0.26349	-0.12228	18.331966	6.19 (6.10)
2	3-NO <sub>2</sub> -5-Cl	0.1380	-0.25777	-0.11194	18.348151	6.92 (6.90)
3	4-NO <sub>2</sub>	0.1179	-0.23787	-0.10446	18.331972	6.97 (7.55)
4	3-NO <sub>2</sub> -4-Cl	0.1475	-0.25283	-0.10278	18.356222	7.16 (7.90)
5	4-CN	0.1338	-0.25582	-0.06674	18.350296	7.36 (7.67)
6	4-SO <sub>2</sub> NH <sub>2</sub>	0.1332	-0.25146	-0.05708	18.353482	7.45 (7.52)
7	3,5-Cl <sub>2</sub>	0.1356	-0.25244	-0.05753	18.355988	7.54 (8.13)
8	3-NO <sub>2</sub>	0.1381	-0.23745	-0.10768	18.350028	7.67 (7.55)
9	4-COMe	0.1380	-0.23816	-0.06947	18.362155	7.61 (8.78)
10	3-SO <sub>2</sub> NH <sub>2</sub>	0.1503	-0.24473	-0.30872	18.366885	7.81 (7.52)
11	3-CN	0.1371	-0.23797	-0.05965	18.353740	7.83 (7.67)
12	3-Cl	0.1361	-0.25038	-0.05726	18.361127	8.28 (8.26)
13	3-COMe	0.1397	-0.24726	-0.07154	18.364535	8.34 (8.78)
14	4-Cl	0.1365	-0.24872	-0.05856	18.360669	8.56 (8.26)
15	3-OMe	0.1395	-0.23595	-0.03963	18.378492	8.72 (8.96)
16	H	0.1380	-0.24670	-0.05521	18.368047	8.97 (8.97)

1	2	3	4	5	6	7
17	3-Me	0.1383	-0.24589	-0.05498	18.370001	9.05 (9.16)
18	4-Me	0.1383	-0.24455	-0.05527	18.370209	9.25 (9.16)
19	4-OMe	0.1400	-0.23686	-0.05426	18.371803	9.34 (8.97)
21	4-NMe <sub>2</sub>	0.1482	-0.21417	-0.05266	18.382356	9.46 (8.92)

\*) Расчет на уровне теории M06/6-31+G\*. Нумерация точек дана по [4, 5]. Q(N) – заряд на атоме сульфамидного азота, Vesp(N) – атомный электростатический потенциал на этом атоме, а.у. В скобках приведены рассчитанные по мультипараметрической модели в [5] величины рKa. С – действующая концентрация ингибитора карбоангидразы.

Коэффициент корреляции зависимости (3) проходит проверку на статистическую значимость по стандартной методике.

$$\log(1/C)=(533.59\pm 65.94)+(28.78\pm 3.59)*Vesp(N), R=0.827, \\ SD=0.293, N=32, P<0.0001 \quad (3)$$

Симбатный характер зависимости (3) свидетельствует о определяющем вкладе атомного электростатического потенциала (АЭП) во взаимодействие ингибитора с катионом цинка в активном центре фермента. Чем более отрицателен АЭП, тем менее **кислым** по Бренстеду является сульфанилид из-за усиления связи N-H в сульфамидном фрагменте молекулы и тем бóльшая концентрация (С) ингибитора требуется для эффективного ингибирования фермента. Отклонения от линейной корреляции вызваны вкладом гидрофобных и иных взаимодействий скелета ингибитора (scaffold) с аминокислотным окружением полости активного центра фермента. Для данной выборки этот вклад можно оценить по величине  $1 - R^2$  (0.316), представляющей собой вклад случайных – с точки зрения статистики, однако не случайных с точки зрения физико-химических – а именно гидрофобных – взаимодействий в общее ингибирование.

**Заключение.** Таким образом, АЭП вносит основной вклад в ингибирование карбоангидразы, примерно вдвое превышающий вклад гидрофобных взаимодействий с аминокислотным окружением активного центра. Близкая к линейной корреляция между кислотностью сульфанилидов и АЭП (3) (расчет по данным [5]) подтверждает сказанное выше.

$$pKa=(-1119.37\pm 138.81)+(61.41\pm 7.56)*Vesp, R=0.886, \\ SD=0.437, N=20, P < 0.0001. \quad (3)$$

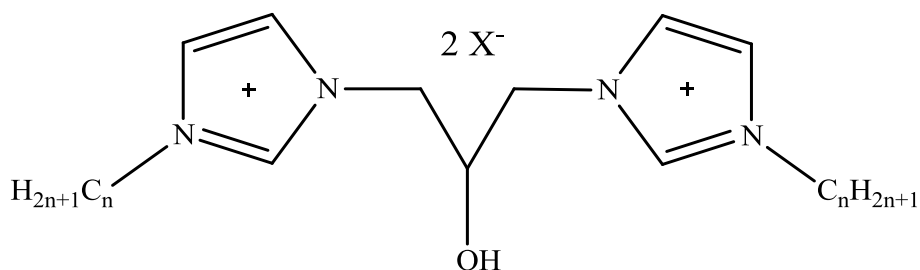
### Список литературы

1. Supuran C. T. // Nat. Rev. Drug. Discov. Nature Publishing Group. – 2008. Vol. 7, N 2. – P. 168–181.
2. Todeschini R. Consonni V. Molecular descriptors for chemoinformatics. Vol. 41. / Mannhold R., Kubinyi H., Timmerman H., Ed. 2nd, Revised and Enlarged Edition. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. – 2009. – 1257 p.
3. Politzer P., Murray J. S. Molecular electrostatic potentials. Some observations. / In: Concepts and methods in modern theoretical chemistry. / Ghosh S. K., Chattaraj P. K., Eds. N.-Y.: CRC Press. – 2013. – P. 181 – 199 (450 p.).
4. Thakur A., Thakur M., Khadikar P.V. // ARKIVOC. – 2006. – P. 87–102.
5. Thakur A. // ARKIVOC. – 2005. – P. 49–58.

## ВОДОПОГЛОЩЕНИЕ, ВОДОУДЕРЖАНИЕ И РАСТВОРИМОСТЬ В ВОДЕ БИС-ИМИДАЗОЛИЕВЫХ ПАВ С КОРОТКИМИ ГИДРОКСИЛИРОВАННЫМИ МОСТИКАМИ

*Заболотный А.А., Михайлов В.А.*, канд. хим. наук  
ГБУ «Институт физико-органической химии и углехимии  
им. Л.М. Литвиненко», Донецк, РФ  
*v\_mikhailov@yahoo.com*

Дигалогениды бис-имидазолиевых солей (БИС) с функциональными заместителями представляют значительный интерес главным образом как как поверхностно-активные вещества, растворы которых в воде отличаются крайне малыми критическими концентрациями агрегатообразования, высоким поверхностным давлением и чрезвычайно прочным поверхностным слоем [1]. Изучение возможностей применения таких БИС сдерживается отсутствием системных представлений о связи растворимости в воде, водопоглощения и водоудержания со строением функционализированных БИС. В настоящей работе мы представляем результаты оценки соответствующих свойств для ряда БИС с длинными алкильными заместителями-«хвостами» и короткими гидроксильными мостиками:



$$n = 8, 9, 10, 12, 14, 16; X = \text{Cl}, \text{Br}$$

Строение этих соединений подтверждено результатами элементного анализа, ИК-, ЯМР  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$ -спектроскопии.

Перекристаллизованные из формально безводных органических растворителей, эти соединения содержат тем не менее значительные количества воды, легко удаляемой в сравнительно мягких условиях (нагревание 60–100 °С). Потери массы при дегидратации (в молях воды на моль основного вещества) представлены на рис. 1.

Как видно из рис. 1, все изученные гидроксилсодержащие БИС способны сорбировать существенное количество влаги, притом заметно большее, чем аналоги с триметиленовым (нефункционализированным) мостиком. Склонность к удержанию влаги не уменьшается с увеличением числа метиленовых звеньев в хвосте.

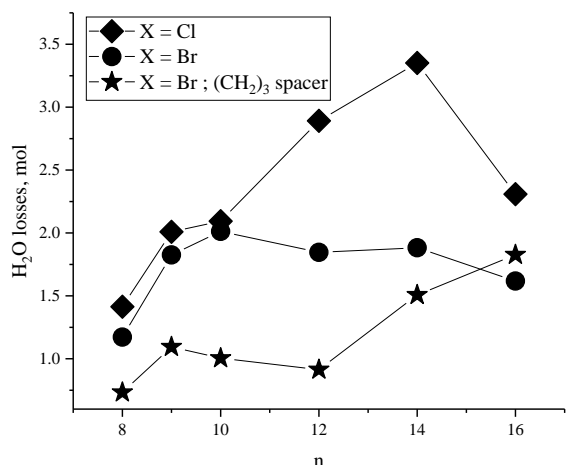


Рис. 1. Потери воды при дегидратации БИС

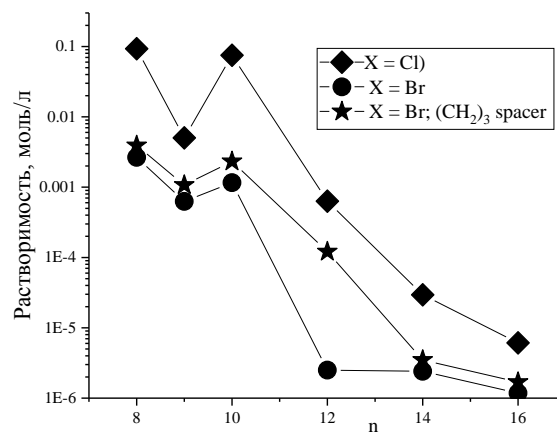


Рис. 2. Растворимость БИС в воде при обычных условиях

Растворимость в воде имеет большое значение для применения БИС в качестве лекарственных средств. Результаты быстрой оценки растворимости в воде при обычных условиях представлены на рис. 2. Как видно из рис. 2, растворимость БИС быстро падает с увеличением длины алкильного «хвоста», что может поставить под сомнение применимость длинноцепочечных соединений в качестве потенциальных лекарственных средств [2] и ПАВ; хлориды растворяются гораздо лучше бромидов, и это обстоятельство указывает на пути дальнейшей модификации с целью поиска новых лекарственных средств.

### Список литературы

1. Kotenko A.A. The Surface Properties of Solutions of Dicationic Imidazolium Surfactants with Short Bridge Fragments / A.A. Kotenko, S.L. Khil'ko // Coll. J. – 2021. Vol. 83, iss.2. – P. 211–218. – DOI.org/10.1134/s1061933x21020058
2. Kushnazarova R.A. Dicationic Imidazolium Surfactants with a Hydroxyl Substituent in the Spacer Fragment / R.A. Kushnazarova, A.B. Mirgorodskaya, V.A. Mikhailov, I.A. Belousova, T.M. Zubareva, T.M. Prokop'eva, A.D. Voloshina, S.K. Amerhanova, L.Ya. Zakharova // Russ. J. Gen. Chem. – 2022. – Vol. 92, iss.4. P. 1–9. – DOI: 10.1134/S1070363222040077

## СТРУКТУРА БИС-ИМИДАЗОЛИЕВЫХ ДИКАТИОНОВ С КОРОТКИМИ ГИДРОКСИЛИРОВАННЫМИ МОСТИКАМИ

*Заречная О.М.*, канд. хим. наук, *Михайлов В.А.*, канд. хим. наук  
ГБУ «Институт физико-органической химии и углехимии  
им. Л.М. Литвиненко», г. Донецк, РФ  
*v\_mikhailov@yahoo.com*

Низкоплавкие жидкокристаллические соли бис-имидазолия (БИС) с гидроксилсодержащими фрагментами представляют значительный интерес как основа для создания новых лекарственных средств и материалов с новыми свойствами. Главенствующую роль в изучении строения трудно кристаллизуемых соединений могут сыграть расчетные методы.

С целью выявления особенностей геометрии и электронного строения мы провели систематический конформационный поиск в полуэмпирическом приближении PM6 с использованием пакетов VEGA ZZ 3.2.1.33 [1], MORAC2016 [2], и дальнейшую оптимизацию геометрии наиболее устойчи-вых конформеров дикатиона бис-1,3-(3'-метилимидазол-1'-ил)-2-гидрокси-пропана с гидроксильной группой в мостике (рис. а, б, в) на уровне DFT/wB97X-def2SVP в газовой фазе в пакете ORCA 5.0.1 [3]. Распределение электронной плотности, расчет изопотенциальных поверхностей нековалентных взаимодействий в рамках концепции индикатора взаимодействующих регионов IRI [4] и поверхностного молекулярного электростатического потенциала (МЭП) произведены в пакете программ Multiwfn [5].

Различия в энергии образования всех трех конформеров невелики, и барьеры вращения имидазолиевых колец вокруг ординарной связи  $C_{\text{мостик}}-N_{\text{цикл}}$ , по-видимому, также невелики. Это объясняет регистрацию в спектрах ЯМР только одного сорта ядер из каждого положения имидазольного цикла, невзирая на различия в геометрии в каждом из конформеров. Напротив, протоны метиленовых групп мостика резко отличаются по химическому сдвигу и мультиплетности, что указывает на затрудненное вращение в масштабе времени ЯМР вокруг ординарных связей С-С. Отличительной особенностью всех конформеров являются укороченные контакты С-Н...О-Н с участием гидроксильного кислорода как акцептора водородной связи.

Вероятно, именно эти водородные связи (рис.1, в, д) обеспечивают жесткость центрального фрагмента дикатиона. Распределение молекулярного электростатического потенциала (рис.1, г) подчеркивает эту особенность дикатиона бис-1,3-(3'-метилимидазол-1'-ил)-2-гидрокси-пропана: максимальная плотность положительного заряда локализуется вблизи гидроксильного водорода (а не на имидазолиевых циклах, как это было найдено для алкиленовых мостиков).



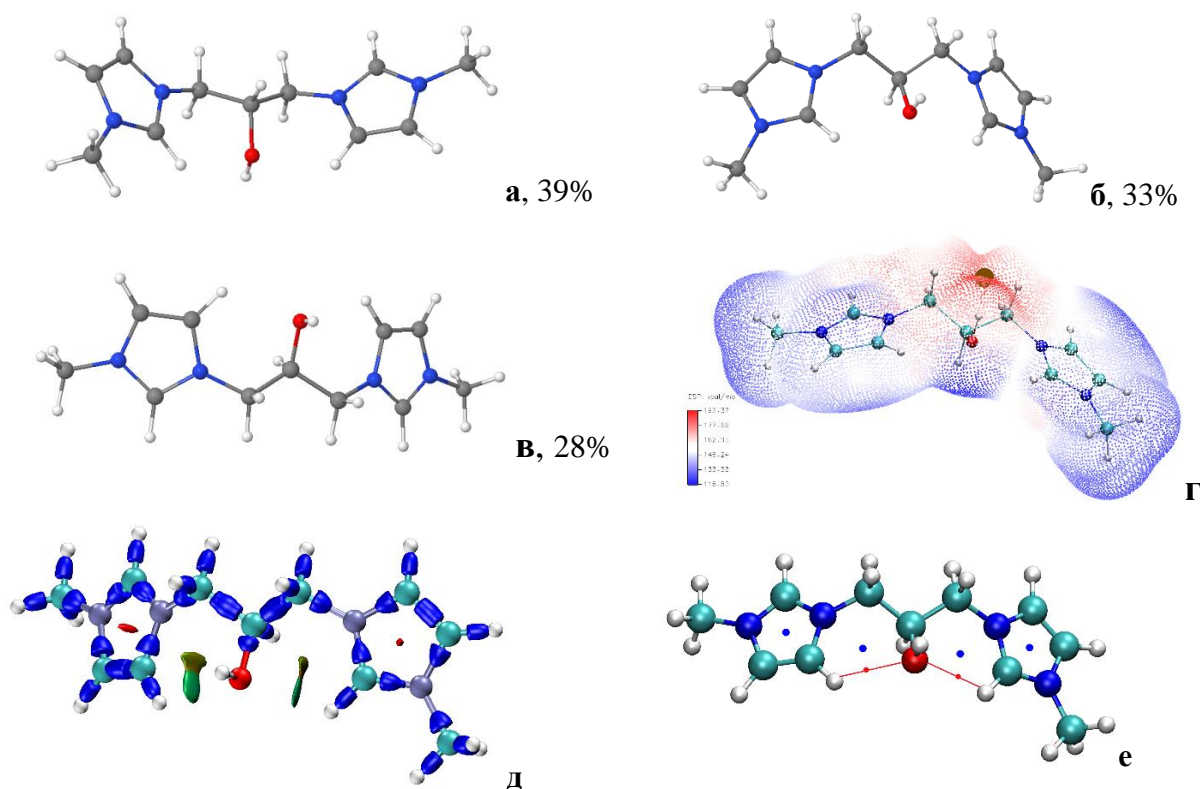


Рис. Структуры низколежащих конформеров дикатиона бис(3'-метилимидазолий-1'-ил)-2-гидроксипропана и их содержание (**а**, **б**, **в**); распределение молекулярного электростатического потенциала (**г**), изоповерхности нековалентных взаимодействий IRI (**д**), критические точки связывания и циклические критические точки (**е**) в конформере **а**.

Выявленные конформационные предпочтения дикатиона бис-1,3-(3'-метилимидазол-1'-ил)-2-гидроксипропана указывают на предпочтительность пропагирования длинноцепочечных алкильных заместителей в положениях 3' имидазолиевых циклов в одном направлении (или близких направлениях), образуя U- или V-образные подструктуры реальных солей с этим дикатионом как корневой структурой.

### Список литературы

1. Pedretti A. The VEGA suite of programs: a versatile platform for cheminformatics and drug design projects / A. Pedretti, A. Mazzolari, S. Gervasoni, L. Fumagalli, G. Vistoli // *Bioinformatics*. – 2021. – Vol. 37, issue 8. – P. 1174–1175. doi:10.1093/bioinformatics/btaa774. <http://www.vegazz.net>
2. MOPAC2016, J.J.P. Stewart, Stewart Computational Chemistry, Colorado Springs, CO, USA, [HTTP://OpenMOPAC.net](http://OpenMOPAC.net) (2016)]
3. Neese F. “The ORCA program system” *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Molecular Science*. – 2012. – Vol. 2, issue 1. – P. 73–78. DOI:10.1002/wcms.81
4. Lu T. Interaction Region Indicator (IRI): A Simple Real Space Function Clearly Revealing Both Chemical Bonds and Weak Interactions / T. Lu, Q. Chen / *Chemistry-Methods*. – 2021. – Vol. 1. – P. 231. DOI: 10.1002/cmt.202100007
5. Lu T. Multiwfn: A Multifunctional Wavefunction Analyzer / T. Lu, F. Chen // *J. Comput. Chem.* – 2012. – Vol. 33. – P. 580–592.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОКСИДОВ ГРАФИТА В МИКРОВОЛНОВЫХ СИНТЕЗАХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР

*Заритовский А.Н.*, канд. хим. наук,

*Котенко Е.Н., Демко Я.В., Заритовская Т.А.*

ГБУ «Институт физико-органической химии и углехимии им. Л.М. Литвиненко»,  
г. Донецк, РФ

*zaritovski@gmail.com, likakot@yandex.ru*

**Введение.** Последние годы характеризуются интенсификацией исследований в области разработки экономически эффективных и экологически безопасных методов и технологий синтеза наноструктурированных материалов, характеризующихся комплексом уникальных свойств, которые открывают перспективы широкого практического использования в самых различных областях хозяйственной деятельности.

Среди многообразия наноматериалов, в разной степени изученных к настоящему времени, особое место отводится наноструктурам – соединениям на основе углерода различной морфологии, включающим фуллерены, графены, наносферы, скроллы, нановолокна, углеродные нанотрубки (УНТ) и др. Представители этого ряда из-за их специфических свойств, являющихся функцией структуры, уже находят применение в электронике, медицине, энергетике, строительстве.

Реализация результатов многочисленных исследований по улучшению качественных и количественных показателей получаемых углеродных наноструктур (УНС) за счет оптимизации процессов получения привели к разработке ряда новых методов синтеза УНС, среди которых особого внимания заслуживает метод, связанный с использованием энергии СВЧ-электромагнитного излучения (микроволновой или МВ метод) для твердофазных процессов преобразования углеродных материалов [1].

В настоящее время микроволновые методы являются одним из перспективных направлений развития химических технологий и входят в число элементов стратегии зеленой химии. Уникальный объемный способ ввода энергии в обрабатываемый материал и специфическая реакция обрабатываемой среды на волновой характер воздействия микроволнового электромагнитного поля характеризуется значительным снижением энергопотребления, за счет чего МВ процессы могут быть отнесены к разряду энергосберегающих.

Авторы исследовали процесс синтеза углеродных наноструктур с использованием МВ излучения, как энергетического источника, твердых углеродных веществ-рецепторов, играющих, в основном, роль поглотителей-преобразователей микроволновой энергии в тепловую (графит, оксид графита, терморасширенный графит, активные угли

различных марок, сажа, углеродное волокно и др.) и ферроцена – распространенного реагента из группы металлоорганических соединений сэндвичевого типа (металлоценов), выступающего в качестве предшественника металлического (железного) катализатора и донора углерода для синтеза УНС [2].

**Основная часть.** В настоящей работе рассмотрены результаты МВ синтеза УНС с использованием в качестве микроволновых рецепторов окисленных углеродных материалов, склонных к терморасширению, которые представляют собой интеркалированные соединения, полученные путем обработки природного чешуйчатого графита азотной кислотой (оксид графита *ОГ1*) [3], серной кислотой (оксиды *ОГ2* и *ОГ3*) [4]. Вещества (*ОГ2*) и (*ОГ3*) отличаются различной степенью окисленности.

Эксперименты проводили путем кратковременной обработки микроволновым излучением частотой 2450 МГц и мощностью 1 кВт смесей ферроцена с углеродным рецептором, взятых в массовом соотношении 1:1 и помещенных в кварцевые пробирки. МВ обработка осуществлялась без защиты реакционной массы инертной атмосферой, циклически по 1 мин, в течение 3-5 минут. Продукты синтеза представляют собой пушистые порошки черного цвета.

По данным просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) в продуктах синтеза с использованием *ОГ1* обнаружена смесь многостенных углеродных нанотрубок (МУНТ) различной структурной упаковки (рис. 1а). ПЭМ-микрофотографии продукта МВ обработки ферроцена с оксидом графита *ОГ-2* демонстрируют малослойные графеновые частицы микронных размеров. На микроэлектронограмме (рис. 1б) дифракционная картина дает четкие рефлексы гексагональной структуры, при этом интенсивности рефлексов внутреннего круга выше, чем внешнего, что указывает на однослойную графеновую плёнку. При использовании в процессе оксида *ОГ3* на микрофотографиях продуктов синтеза (рис. 1в) идентифицированы разориентированные графеновые пакеты, имеющие слоистую структуру, образующие наноскроллы.

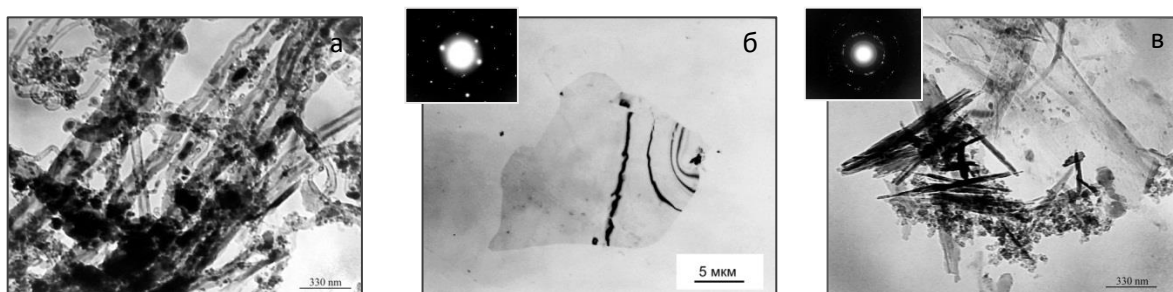


Рис. 1 – ПЭМ-микрофотографии и микроэлектронограммы продуктов МВ обработки смеси ферроцена и оксидов графита: а – *ОГ1*, б – *ОГ2*, в – *ОГ3*

Структуру и параметры элементарной ячейки рассчитывали по результатам рентгенофазового анализа (РФА). На дифрактограмме

продукта реакции с использованием в качестве МВ поглотителя-преобразователя *ОГ1* профили отражений от плоскостей *004* и *002* несимметричны, имеют наплыв и смещены в сторону меньших углов  $2\Theta$ , что свидетельствует, о присутствии в образцах других фаз. Установлено, что расчетное значение  $2\Theta$  для максимума пика *002* не совпадает с экспериментальным. По рассчитанному истинному положению максимума рефлекса *002* установлена основная фаза в структуре синтезированного наноуглеродного материала при  $2\Theta = 26,350^\circ$  ( $d_{002}(\text{расч.}) = 3,3822 \text{ \AA}$ ). С помощью программы Origin осуществлено разложение рефлекса *002* в интервале  $2\theta = 25,0 - 27,0^\circ$  на составляющие. По данным деконволюции пика *002* (рис. 2) в образце также присутствуют две фазы при  $2\Theta(\text{расч.}) = 26,307^\circ$  ( $d = 3,3877 \text{ \AA}$ ) и  $2\Theta(\text{расч.}) = 26,141^\circ$  ( $d = 3,4049 \text{ \AA}$ ). В первом приближении рассчитанные значения межплоскостных расстояний основной и первой фаз можно отнести к смеси углеродных нанотрубок различной структурной упаковки, второй фазы – к структуре турбостратного углерода.

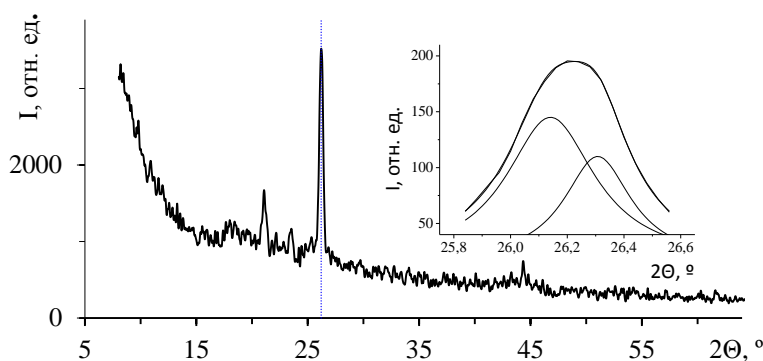


Рис. 2. – Дифрактограмма и деконволюция пика *002* продукта МВ обработки смеси ферроцена и *ОГ1*.

**Выводы.** В результате проведенных исследований показано, что кратковременная МВ обработка смесей ферроцена с окисленными углеродными материалами, представляющими собой интеркалированные кислотами соединения графита, приводит к образованию в качестве основного продукта, углеродных наноструктур различной морфологии.

Высказано предположение, что степень окисленности (способность к терморасширению) углеродных поглотителей-преобразователей МВ энергии оказывает влияние на протекание процесса и характер образующихся наноструктур.

### Список литературы

1. Schwenke A.M. Synthesis and Modification of Carbon Nanomaterials utilizing Microwave Heating / A.M. Schwenke, S. Hoeppeener, U.S. Schubert // *Adv. Mater.* – 2015. – V. 27. – P. 4113–4141.
2. Взаимодействие графита и его соединений с ферроценом в условиях микроволнового синтеза / А. Н. Заритовский, Е. Н. Котенко, Я. В. Демко, Т. А. Заритовская //

- Вестник Новгородского государственного университета. Серия : Технические науки. – 2021. – № 2. – С. 24–28.
3. Патент № 79387 Україна, МПК C01B 31/04 (2006.01). Спосіб одержання нітрату графіту, що терморозширюється : № а200512177 ; заявл. 19.12.2005 ; опубл. 11.06.2007, Бюл. N 8 / Ярошенко О.П., Савоськин М.В., Шологон В.І., Хрипунов С.В. – 5 с.
  4. Бондаренко А. В. Синтез, каталитические свойства слоистых соединений графита и закономерности их термодиструкции: автореф. дис... канд. хим. наук. – Донецк, 1990. – 122 с.

УДК 547.541.52:544.169:544.362.4

## QUANTUM CHEMICAL DESCRIPTORS OF THE INHIBITION PROCESS OF $\alpha$ -CARBONIC ANHYDRASE BY SULFONAMIDES

*Krylov E. N.*<sup>1</sup>, doct. chem. sci. doz.,

*Virzum L. V.*<sup>2</sup>, cand. chem. sci., doz.

<sup>1</sup> Ivanovo State University, Ivanovo, Russia,

<sup>2</sup> Ivanovo State Academy of Agricultural n.a. D.K. Belyaev, Ivanovo, Russia

*enk2000S@yandex.ru*

### Introduction.

The sulfonamide group of sulfonyl amides ( $\text{RSO}_2\text{NH}_2$ ) is a key structural fragment of these compounds that provides inhibition of the isomers of  $\alpha$ -carbonic anhydrases (CA). The sulfonyl amides in the anionic form bind the zinc cation in the active center of CA to the sulfamide nitrogen atom with high binding constants  $K_i$  ( $\log K_i = 4 \div 9$ ), which disrupts the coordination of  $\text{Zn}^{+2}$  with  $\text{H}_2\text{O}$ , which is necessary for the binding of  $\text{CO}_2$  according to the scheme  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$ .

The description of the interaction of inhibitors with the enzyme is of interest both theoretically and practically [1]. One of the areas developed within the framework of the conceptual DFT is the theoretical justification and verification of the possibility of practical application of molecular parameters – descriptors – to describe the reactivity and mechanisms of reactions [2]. Such descriptors include the rigidity of molecules, charges at reaction centers, various energy parameters (orbital energies), etc. The atomic electrostatic potential Vesp (AEP) also belongs to such descriptors [3]. A number of descriptors were used [4] to establish their correlation with the inhibition constants ( $K_i$ ) of the  $\alpha$ -carbonic anhydrase in the form of mathematical models based on QSAR-QSPR technologies. These models are multiparametric linear equations in which the heat of formation, molecular weight, electron density, quantum rigidity, a number of energies, and topology parameters in different combinations of descriptors were used with multiple correlation coefficients from 0.816 to 0.848.

### The main part.

In the presented work, a quantum chemical calculation at the level of the DFT theory M06/6-311++G\*\*, taking into account the influence of the solvent in the framework of the SMD method, revealed that a number of descriptors, such as the atomic electrostatic potential on the sulfamide nitrogen atom [Vesp(N)] (1), the Hirschfeld charge on this atom [Q(N)] (2), the quantum chemical rigidity of the inhibitor molecule ( $\eta$ ) (3) and its the effective volume (Veff) (4) associated with the effective surface appears to be adequate and, most likely, determining descriptors of the interaction of sulfonamides with various isomers of hCA II  $\alpha$ -carbonic anhydrase. At the same time, one-parameter mathematical models of high statistical quality are obtained, linking the specified descriptors and logKi values. These parameters are determined in accordance with [5].

$$\mu = 0.5 \cdot 27.2116 \cdot [E(\text{LUMO}) + E(\text{HOMO})], \text{ eV}, \eta = 0.5 \cdot 27.2116 \cdot [E(\text{LUMO}) - E(\text{HOMO})], \text{ eV}, \omega = 0.5 \cdot \mu^2 / \eta, \text{ eV}.$$

$$\log K_i = (-717.84 \pm 82.69) - (38.82 \pm 4.51) \cdot \text{Vesp}(\text{N}), R = -0.902, SD = 0.277, N = 19, P < 0.00 \quad (1)$$

$$\log K_i = (-6.26 \pm 0.14) - (13.13 \pm 1.041) \cdot Q(\text{N}), R = -0.985, SD = 0.080, N = 7, P < 10^{-4} \quad (2)$$

$$\log K_i = (-6.480 \pm 0.214) + (18.080 \pm 1.922) \cdot \eta, R = 0.973, SD = 0.106, P = 2 \cdot 10^{-4} \quad (3)$$

$$\log K = (6.12 \pm 0.21) + (0.01 \pm 0.01) \cdot V_{\text{eff}}, R = 0.982, SD = 0.153, N = 6, P = 5 \cdot 10^{-4} \quad (4)$$

This is indicated by the values of the correlation coefficients in the one-parameter ratios given below, which in all cases exceed the literary values of the correlation coefficients of the multi-parameter ratios [4].

Table 1  
Quantum chemical parameters of sulfonyl amides 4-XPhSO<sub>2</sub>NH<sub>2</sub>

X	E(HOMO)	E(LUMO)	Q(N)	Vesp(N)	Q(N) <sup>+</sup>
H	-0.28594	-0.04632	-0.1851	-18.354624	-0.1608
4-Me	-0.27647	-0.04326	-0.1866	-18.358902	-0.1430
4-Et	-0.27758	-0.04372	-0.1879	-18.359235	-0.1438
4-Pr	-0.27663	-0.04327	-0.1864	-18.358857	-0.1426
4-Bu	-0.27574	-0.04301	-0.1867	-18.359174	-0.1435
4-C <sub>5</sub> H <sub>11</sub>	-0.29230	-0.07343	-0.1828	-18.345252	-0.1474

Table 2  
Quantum chemical parameters of 4-XPhSO<sub>2</sub>NH<sub>2</sub> and their inhibition activity

X	FF(N)	$\mu$	$\eta$	$\omega$	$\omega(\text{lok})$	logK [4]
H	0.0243	-4.521	3.260	3.134	0.0762	6.69
4-Me	0.0436	-4.350	3.173	2.982	0.1300	7.09
4-Et	0.0441	-4.372	3.182	3.003	0.1324	7.53
4-Pr	0.0438	-4.352	3.175	2.983	0.1307	7.77
4-Bu	0.0432	-4.337	3.166	2.970	0.1283	8.30
4-C <sub>5</sub> H <sub>11</sub>	0.0354	-4.976	2.978	4.158	0.1472	8.86

**Note.** Here and further on, E(HOMO), E(LUMO) – Hartree = 27.2116 eV, Vesp – a. u., 1 a. u. Vesp =  $3.0277 \cdot 10^{-9}$  kl/m,  $\mu$ ,  $\eta$ ,  $\omega$ ,  $\omega(\text{lok})$  – eV, FF, Q – in electron charge units, logK – the logarithm of the sulfamide – carbonic anhydrase binding constant (also known as the inhibition constant).

However, the set of sulfonamides presented in Table 1 (1) is clearly an example of structures whose interaction with the catalytic center of carbonic anhydrase is determined not only, and apparently not so much by their acidic properties, but by the degree of hydrophobic interaction of alkyl substituents with the amino acid environment, which in this case for alkyl benzene sulfonyl amides can exceed the contribution of the acid-base interaction of the zinc cation and the sulfonamide anion.

The rigidity of the inhibitor molecules is a descriptor (3) of CA inhibition due to the need to achieve the maximum difference between the electronic chemical potentials ( $\mu$ ) of the inhibitor (nucleophile, Nu) and the zinc cation (electrophile, E) and the minimum possible rigidity (N) of these structures (5) in order to achieve (7) the maximum charge transfer (N) from the inhibitor to the zinc cation  $N = [\mu(\text{Nu}) - \mu(\text{E})]/[\eta(\text{Nu}) + \eta(\text{E})]$ ,

A linear relationship between the electrostatic potential on the nitrogen sulfamide atom and the pKa of sulfonamides was established previously, and a similar relationship between pKa and logK was established previously. The spread of the calculated values from the linear correlation dependences is caused by the superimposition of the interaction of the skeleton of the inhibitor molecule (scaffold) with the amino acid environment of the active center of the enzyme on the main interaction of  $\text{ArSO}_2\text{NH}_2$  and  $\text{Zn}^{+2}$ .

### **Conclusion.**

Thus, the one-parameter relationships found between the carbonic anhydrase binding constant and the electrostatic potential on the sulfamide nitrogen atom, the Hirschfeld charge on this atom, the effective volume of alkyl substituents, the number of carbon atoms in the substituent, the available surface of the substituent, the stiffness of the inhibitor molecules, and the relative nucleophilicity of aryl sulfonyl amides in  $\text{Zn}^{+2}$  are quite capable of predicting the result of  $\alpha$ -carbonic anhydrase inhibition by sulfamides different classes and indicate the relationship between different types of interactions in the inhibition of carbonic anhydrase is carried out both by the coordination of the unshared pair of electrons of the sulfamide nitrogen atom and the zinc cation in the enzymatic node of the carbonic anhydrase, and by hydrophobic interactions.

### **Literature**

1. Supuran C. T. How many carbonic anhydrase inhibition mechanisms exist? // *J. Enzyme Inhyb. Med. Chem.* – 2016. – Vol. 31, N 3. – P. 345–360. DOI: 10.3109/14756366.2015.1122001
2. Todeschini R. Consonni V. *Molecular descriptors for chemoinformatics*. Vol. 41. / Mannhold R., Kubinyi H., Timmerman H., Eds. 2nd, Revised and Enlarged Edition. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. – 2009. – 1257 p.
3. Politzer P., Murray J. S. *Molecular electrostatic potentials. Some observations.* / In: *Concepts and methods in modern theoretical chemistry* / Ghosh S. K., Chattaraj P. K., Eds. N.-Y.: CRC Press. – 2013. – P. 181–199.
4. Srivastava P., Srivastava Sh., Soni A. K., Singh R. K. Quantitative structure-activity relationship study of benzene sulfonamides as inhibitor of carbonic anhydrase based on

quantum chemical descriptor // J. Comp. Meth. Mol. Des. – 2012. – Vol. 2, N 3. – P. 99–106. DOI: 10.1038/s41598-017-19122-y

5. A matter of density. Exploring the electron density concept in the chemistry, biological and materials sciences / Sukumar N., Ed. Hoboken: J. Wiley and Sons Inc. – 2013. – 318 p.

УДК 544.463:532.612:631.4

## ПОЛУЧЕНИЕ ЭТОКСИЛАТОВ ПРОИЗВОДНЫХ БЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ МЕХАНОХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

*Макарова Р.А.*, канд. хим. наук.,

*Хилько С.Л.*, канд. хим. наук, ст. науч. сотр.,

*Семенова Р.Г.*, канд. хим. наук, *Невечера О.И.*, *Шелест В.С.*

ГБУ «Институт физико-органической химии и углехимии

им. Л.М. Литвиненко», г. Донецк, РФ

makarova.ra@yandex.ru

**Введение.** В настоящее время значительно возрос интерес к проведению твердофазных химических реакций при действии на реакционную смесь механических сил [1, 2]. Исследование закономерностей протекания реакций механохимического органического синтеза является важным, поскольку такие реакции протекают в одну стадию (механическая обработка порошкообразного материала), при отсутствии растворителей, катализаторов, нагревания и с сокращением общего времени получения продукта [3, 4].

Этоксילирование органических соединений с получением этоксилатов обычно проводят при продувке газообразного этиленоксида через соединения, содержащие активный водород. Применение химических методов синтеза достаточно трудоемко и требует выполнения ряда условий: работа с газообразным оксидом этилена под давлением, наличие катализатора (щелочной или кислотный), длительность процесса (часы), высокая температура (до 150<sup>0</sup>С).

Целью работы было проведение реакции этоксилирования замещенных бензойной кислоты (Рис., Табл. 1 и 2) с полиэтиленгликолем (ПЭГ 6000 и ПЭГ 1500) механохимическим методом в вибрационном аппарате и исследование продуктов реакции методом ИК-спектроскопии и кислотно-основного потенциометрического титрования, тензиометрии.

В результате реакции этоксилирования бензойных кислот возможно получение замещенных неионогенных поверхностно-активных веществ, которые будут обладать биологически активными и антикоррозионными свойствами.

**Основная часть** Механохимические твердофазные реакции проводили при соотношении кислота : ПЭГ = 1 : 1 по массе в



вибрационном аппарате 75Т-ДрМ при частоте вибрации  $\nu = 50$  Гц и амплитуде  $A = 3,0 \div 5,0$  мм. ИК спектры регистрировали на спектрометре Specord IR 75 в таблетках KBr.

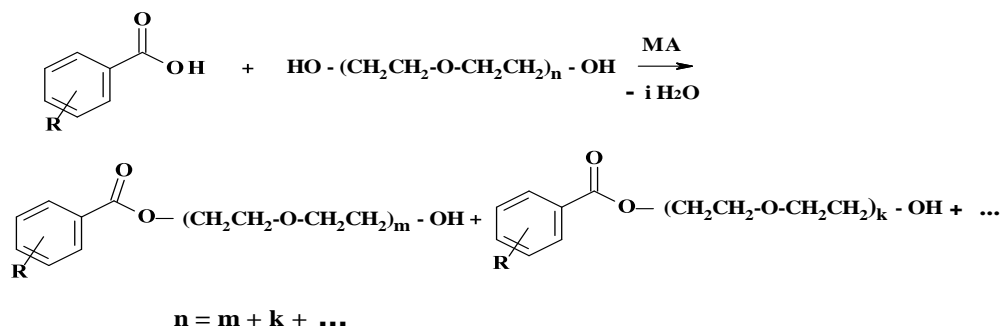


Рис. Схема реакции твердофазного этоксилирования замещенных бензойных кислот

Степень превращения исходных компонентов реакционной смеси в продукты реакции определяли как отношение разностей концентраций карбоксильных групп в растворах реакционной смеси до механохимической активации и в растворах продуктов реакции. Количество карбоксильных групп определяли методом кислотно-основного потенциометрического титрования. Значение рН растворов измеряли на прецизионном рН-метре (Metrohm 744 рН Meter, Швейцария).

Изучение продуктов реакции методом ИК спектроскопии показало, что в спектрах реакционных смесей после механоактивации присутствуют полосы поглощения исходных реагентов и новые полосы, которые можно отнести к продуктам реакции.

Таблица 1

Характеристики галогензамещенных бензойных кислот и продуктов их механохимического этоксилирования

Кислота		Степень превращения, %		Степень превращения, %	Частоты полос поглощения С=О-колебаний в ИК спектре, см <sup>-1</sup>	
					исходная кислота	продукт реакции
Бензойная	ПЭГ-6000	18	ПЭГ-1500	22	1688	1714
<i>орто</i> -хлорбензойная		25		37	1694	1727
<i>мета</i> -хлорбензойная		20		34	1698	1725
<i>орто</i> -бромбензойная		32		44	1690	1727
<i>мета</i> -бромбензойная		24		32	1688;1693	1721
<i>орто</i> -йодбензойная		35		48	1688	1722

Степень превращения исходных компонентов реакционной смеси в продукты реакции этоксилирования выше для *орто*-галогензамещенных бензойных кислот, при этом она возрастает при переходе от *хлор*- к *йод*-замещенным (табл. 1). Все исследованные галогензамещенные кислоты взаимодействуют с ПЭГ-1500 с бóльшей степенью превращения в

продукты реакции по сравнению с ПЭГ-6000. Это может быть связано с большей деструкцией ПЭГ-1500 за счет перераспределения механической энергии в макромолекулах с меньшей молекулярной массой.

В ряду нитропроизводных бензойных кислот степень превращения в продукты реакции также выше для *орто*-замещенной кислоты (табл. 2). Можно отметить, что при замещении в *орто*-положение в случае нитробензойной кислоты (электроноакцепторный заместитель) наблюдается большая степень превращения исходных компонентов в продукты реакции по сравнению с электронодонорными заместителями (ОН-, NH<sub>2</sub>-) (табл. 2).

Таблица 2

Характеристики органических кислот и продуктов их механохимического этоксилирования при взаимодействии с ПЭГ-6000

Кислота	Степень превращения, %	Частоты полос поглощения С=О-колебаний в ИК спектре, см <sup>-1</sup>	
		исходная кислота	продукт реакции
<i>орто</i> -нитробензойная	40	1683	1728
<i>мета</i> -нитробензойная	32	1694	1726
<i>пара</i> -нитробензойная	19	1697	1727
3,5-динитробензойная	25	1705	1729
<i>орто</i> -оксибензойная	17	1662	1666
<i>орто</i> -аминобензойная	28	1676	1689

**Заключение.** Предложено твердофазное механохимическое получение этоксилированных производных бензойной кислоты в реакциях с ПЭГ в качестве альтернативы более сложным и трудоемким химическим методам получения.

Методами ИК спектроскопии и кислотно-основного потенциометрического титрования установлено, что степень превращения исходных компонентов реакционной смеси в этоксилированные производные зависит от их строения.

Методами тензиометрии и дилатационной реологии показано, что этоксилированные производные ароматических кислот обладают выраженными поверхностно-активными свойствами. Взаимодействие производных бензойных кислот с полиэтиленгликолем приводит к получению смеси ПАВ с разным механизмом адсорбции на границе раздела фаз, что может иметь практическое значение.

### Список литературы

1. Болдырев В. В. Механохимия и механохимическая активация твердых тел / В. В. Болдырев // Успехи химии. – 2006. – Т. 75, № 3. – С. 203–216.
2. Фундаментальные основы механической активации, механосинтеза и механохимических технологий / отв. ред. Е. Г. Авакумов. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. – 343 с.

3. James S. L. Mechanochemistry: fundamentals and applications in synthesis / S. L. James, T. Friscic // Chem. Commun. – 2013. – Vol.49. – P. 5349–5365.
4. Gratz S. Mechanochemical polymerization – controlling a polycondensation reaction between a diamine and a dialdehyde in a ball mill / S. Gratz, L. Borchardt // RSC Adv. – 2016. – Vol. 6. – P. 64799–64802.

УДК 547.781.1

## ОКИСЛЕНИЕ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ КАРБЕНОВ ДИМЕТИЛСУЛЬФОКСИДОМ

*Орлов М.А., Глиняная Н.В.*, канд. хим. наук  
ГБУ «Институт физико-органической химии и углехимии  
им. Л.М. Литвиненко», г. Донецк, РФ  
nvg83@mail.ru

В современной химии одним из перспективных и активно развивающихся направлений является изучение соединений двухвалентного углерода – карбенов. Карбены и их аналоги участвуют во многих химических реакциях, а также важных для практики процессах. Например, карбеновые комплексы переходных металлов предложены в качестве эффективных катализаторов многих органических реакций, а продукты реакции карбенов с различными соединениями могут применяться в качестве биологически активных веществ. В связи с этим представляют интерес, как фундаментальные исследования соединений данного класса, так и поиск новых прикладных аспектов использования карбенов и их комплексов с переходными металлами.

Реакции окисления карбенов и их комплексов с переходными металлами позволяют получать сложные азолоны, однако данное направление реакций еще мало изучено, поэтому необходимо вести дальнейшие исследования, чтобы четко понять механизм реакции и границы ее применения.

Ранее [1, 2] было показано, что барботирование триплетного кислорода в растворы стабильных 1,2,4-триазол-5-илиденов в различных ароматических растворителях протекает в течение 6-10 часов с образованием соответствующих азолонов. Другие стабильные карбены (1,3-димезитил- и диадамантилимидазол-2-илидены, 1,3-димезитил-4,5-дигидроимидазол-2-илиден) – также относительно устойчивы к кислороду.

Окисление карбенов возможно не только кислородом. В работе [3] сообщалось, что имидазол-2-илидены при нагревании под действием  $N_2O$  окисляются до имидазолинонов с выделением азота.

Еще ранее [4] проводились исследования окисления простейших карбенов полярным растворителем диметилсульфоксидом. Продуктами реакций окисления были соответствующие кетоны.

Авторы [5] сообщили о нескольких успешных методах окисления карбеновых комплексов с солями меди при использовании диметилсульфоксида. Реакция была проведена на стабильных имидазолилиденах в присутствии хлорида меди, однако выходы целевых имидазолинонов были малы.

Нами предложен новый способ окисления в мягких условиях 1-метил-3-арил-карбамоилметил-бензимидазол-2-илиденов (полученных *in situ*) полярным кислородсодержащим растворителем диметилсульфоксидом (рис.). Окисление протекает при депротонировании соответствующих *мезо*-незамещенных солей с применением в качестве депротонирующих агентов гидрида натрия или димсила натрия. Установлено, что результатом реакции является образование функционально-замещенных азолонов, содержащих в своей структуре амидную группу.

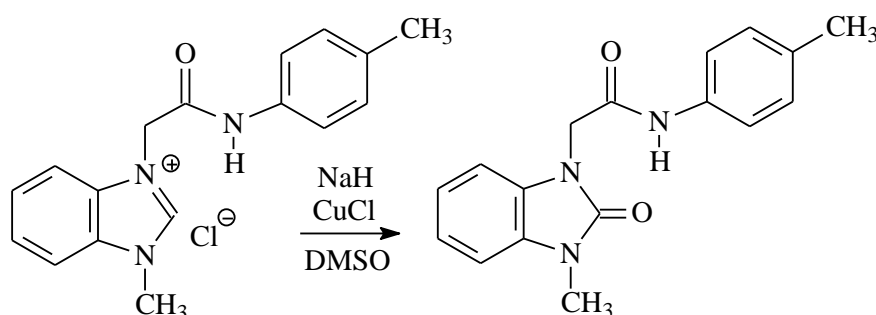


Рис. Схема реакции депротонирования на примере 1-метил-3-(*n*-метилфенил)-карбамоилметилбензимидазолий хлорида в присутствии хлорида меди (I) в диметилсульфоксиде

Таким образом, найден новый вариант окисления гетероциклических карбенов апротонным кислородсодержащим растворителем в мягких условиях.

### Список литературы

1. Preparation, structure, and reactivity of 1,3,4-triphenyl-4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-ylidene, a new stable carbene / D. Enders, K. Breuer, G. Raabe [et al.]. – Text: direct // *Angew. Chem. Int. Ed.* – 1995. – Vol. 34, № 9. – P. 1021–1023.
2. Tandem transformation of 1,2,4-triazol-5-ylidenes into 5-amidino-1,2,4-triazoles / N. I. Korotkikh, N. V. Glinyayaya, A. H. Cowley [et al.]. – Text : electronic // *ARKIVOC* – 2007 – Vol. 16. – P. 156–172. – URL: <http://www.arkat-usa.org/arkivoc-journal/browse-arkivoc/2007/16>.
3. Covalent capture of nitrous oxide by N-heterocyclic carbenes / A. G. Tskhovrebov, E. Solari, M. D. Wodrich [et al.]. – Text : direct // *Angew. Chem. Int. Ed.* – Vol. 51. – 2012. – P. 232–234.
4. Oda R. Oxidation of carbenes by dimethyl sulfoxide / R. Oda, M. Mieno, Y. Hayasi. – Text: direct // *Tetrahedron Letters*. – 1967. – № 25. – P. 2363–2365.
5. Trifluoromethyl-promoted oxidation of fischer N-heterocyclic carbene complexes by DMSO / W. Zeng, R. Qiu, E. Wang, F. X. Chen. – Text : direct // *Advanced Materials Research*. – 2013. – Vol. 788. – P. 164–167.

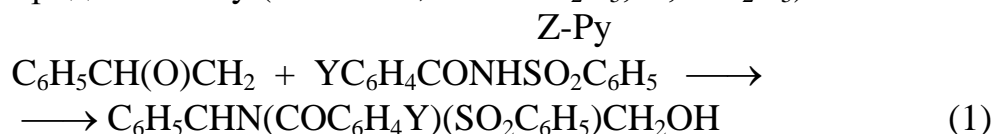
**ПЕРЕКРЕСТНЫЕ ЭФФЕКТЫ СТРУКТУРЫ  
В КАТАЛИЗИРУЕМЫХ ПИРИДИНАМИ РЕАКЦИЯХ  
ФЕНИЛОКСИРАНА С N-АРОИЛБЕНЗОЛСУЛЬФОАМИДАМИ**

*Садовая И.В.*, канд. хим. наук, с.н.с.

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

*sadovaya@bk.ru*

Изучено перекрестное влияние структуры (заместители Y и Z) на скорость реакций фенолоксирана (S) с Y-замещенными (Y = 4-CH<sub>3</sub>, H, 3-F, 4-NO<sub>2</sub>) N-ароилбензолсульфонамидами (NH) в ацетонитриле при 293 К в присутствии пиридинов Z-Рy (Z = 3-CN, 3-COOC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>, H, 4-C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>):



Реакцию проводили при значительном избытке S относительно начальных концентраций NH. В этих условиях выполняются первые частные порядки по S, NH и катализатору (*m*), так что скорость процесса описывается уравнением:

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

Во всех случаях наблюдаемые константы скорости псевдопервого порядка *k*<sub>1</sub> сохраняли постоянство значений по ходу процесса. Между величинами *k*<sub>1</sub>/[S]<sub>0</sub> и *m* выполнялись линейные зависимости (*r* ≥ 0.998), откуда находили константы скорости третьего порядка *k*<sub>3</sub> (л<sup>2</sup>·моль<sup>-2</sup>·с<sup>-1</sup>). Их значения обрабатывали по уравнениям Гаммета.

Коэффициенты чувствительности  $\rho_Y$  и  $\rho_Z$  в уравнениях Гаммета зависят соответственно от заместителей Z в пиридинах [ $\rho_Y(\text{Z}) = 1.12 \pm 0.05$  (4-C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>),  $1.21 \pm 0.04$  (H),  $1.35 \pm 0.05$  (3-COOC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>),  $1.47 \pm 0.04$  (3-CN)] и заместителей Y в N-ароилбензолсульфонамидах [ $\rho_Z(\text{Y}) = -1.00 \pm 0.05$  (4-CH<sub>3</sub>),  $-0.85 \pm 0.02$  (H),  $-0.73 \pm 0.02$  (3-F)  $-0.53 \pm 0.03$  (4-NO<sub>2</sub>)]. Это указывает на неаддитивность совместных эффектов структуры в реакциях (1).

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

$$\lg k_3 = (-5.21 \pm 0.01) + (1.20 \pm 0.03)\sigma_Y + (-0.89 \pm 0.03)\sigma_Z + (0.46 \pm 0.08)\sigma_Y\sigma_Z, \\ s = 0.033, R = 0.997, n = 15, F = 1324. \quad (3)$$

Благодаря статистически значимому коэффициенту при перекрестном члене регрессия (3) проявляет изопараметрические свойства. Ее атрибутами являются изопараметрические точки по константе заместителя Z в пиридине  $\sigma_Z^{\text{ИП}} = -2.61$  и по константе заместителя Y в N-ароилбензолсульфонамиде  $\sigma_Y^{\text{ИП}} = 1.93$ .

## ОСОБЕННОСТИ СИНТЕЗА АРОМАТИЧЕСКИХ И ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ ПОЛИМЕРОБРАЗУЮЩИХ МОНОМЕРОВ НА ОСНОВЕ 4,4'-ДИАЦЕТИЛДИФЕНИЛОКСИДА

*Санакоева М.О.<sup>1</sup>*, канд. хим. наук, *Кожеева К.Р.<sup>2</sup>*, канд. хим. наук,  
*Мусаева Э.Б.<sup>2</sup>*, канд. хим. наук., доц, *Мусаев Ю. И.<sup>2</sup>*, д-р хим. наук, проф.

<sup>1</sup>Юго-Осетинский государственный университет им А.А. Тибилова,  
г. Цхинвал, Республика Южная Осетия

<sup>2</sup>ФГБОУ «Кабардино-Балкарский государственный университет  
им. Х.М. Бербекова», г. Нальчик, РФ.

*maradonna.kbr@mal.ru*

**Введение.** Оксимы и производные оксимов достаточно часто применяются при синтезе органических соединений, таких, как амины, гидроксилламины, нитрилы, амиды, кетоны, аминокетоны и многих гетероциклических соединений, в том числе пирролов, имидазолов, пиридинов и их производных. Многогранность использования оксимов связана с возможностью легкого введения оксиматной функции в молекулу органического соединения в таких реакциях, как оксимирование гидроксиламином карбонильной группы, углеводородное нитрозование, окисление аминов, восстановление нитросоединений и т.п. [1].

Наиболее важным свойством оксимов является нуклеофильность, проявляющаяся в среде оснований. Оксиматная группа содержит три реакционных центра нуклеофильной природы: атомы С, N, O. В результате  $\alpha$ -эффекта оксимат-анион выступает в роли O-нуклеофила. С-нуклеофильность углеродного атома связана с равновесием нитрозного таутомера [2].

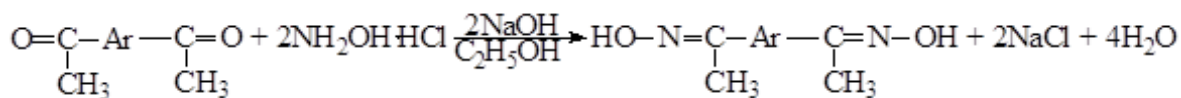
В связи с вышеизложенным, **объектом** наших исследований является синтез новых мономеров различной структуры и синтез на их основе (со)полимеров и блоксополиэфирпирролоксиматов с определенным спектром ценных свойств.

**Целью** является синтез мономеров, содержащих оксиматные, кето-группы, пиррольные циклы и установление их строения, для дальнейшего использования их в реакции полигетероциклизации.

Нами были синтезированы исходные полимеробразующие премономеры и мономеры: 4,4'-диацетилдифенилоксид, дикетоксим 4,4'-диацетилдифенилоксида, 4,4'-диацетилдифенилсульфид, дикетоксим 4,4'-диацетилдифенилсульфида. Наличие единой сопряженной системы в молекулах дикетоксимов может привести к образованию гомо- и гетерокоординационных систем, влияющих на поликонденсационные процессы.

4,4'-Диацетилдифенилсульфид был получен при взаимодействии *n*-бромацетофенона и пятиводного сульфида калия по модифицированной нами методике, что позволило увеличить выход серусодержащего

дикетона с 40 % до 64 %. Дикетоксимы 4,4'- диацетилдифенилоксида и 4,4'-диацетилдифенилсульфида (ДКО 4,4'-ДАцДФО, ДКО 4,4'-ДАцДФСд), далее использовались в качестве исходных мономеров, т.к. оба этих мономера имеют метильную группу в  $\alpha$ -положении к оксимному фрагменту, что является необходимым условием для получения пирролов по реакции Трофимова.



где Ar =  $-\text{C}_6\text{H}_4-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-$ ;  $-\text{C}_6\text{H}_4-\text{S}-\text{C}_6\text{H}_4-$ ;

#### Схема 1. Синтез дикетоксимных мономеров

Данные элементного анализа и ИК-, ПМР-спектроскопии синтезированных мономеров: ДКО 4,4'-ДАцДФО ( $\text{C}_{16}\text{H}_{16}\text{N}_2\text{O}_3$ ): Найдено, %: C, 67,93; H 5,53; N 10,1. Вычислено %: C 67,61; H 5,63; N 9,86. ИК-спектры  $\nu$ ,  $\text{cm}^{-1}$  1242 (Ar-O-Ar); 1406–1412 (C=N); 3000–3300 (OH). Спектры ПМР  $\delta$ , м.д. DMSO- $d_6$ : 2,25 (–N=C–CH<sub>3</sub>); 7,05; 7,7; 7,95 (Ar–H); 11,05 (–OH). ДКО 4,4'-ДАцДФСд ( $\text{C}_{16}\text{H}_{16}\text{N}_2\text{O}_2\text{S}$ ): Найдено, %: C 67,91; H 5,55; N 10,2. Вычислено %: C 67,60; H 5,64; N 9,87. ИК-спектры  $\nu$ ,  $\text{cm}^{-1}$  1235 (Ph–O–Ph); 1416, 1433 (>C=N–O); 3200 (–OH); 588  $\text{cm}^{-1}$  (–S–C), 1107  $\text{cm}^{-1}$  (Ph–S–). Спектры ПМР  $\delta$ , м.д. DMSO- $d_6$ : 11,27 с (2H, OH), 7,65 д, 7,33 д (8H, H<sub>o</sub>, H<sub>m</sub>), 2,13 с (6H, CH<sub>3</sub>).

Реакцией гетероциклизации нами были синтезированы дикетоксимные мономеры, содержащие пиррольные циклы. Данные мономеры за счет наличия реакционноспособных концевых групп могут легко вступать в реакции поликонденсации и полигетероциклизации, с целью получения полимеров с высокой термостойкостью и электропроводностью.

В качестве примера приведем синтез модельного соединения, содержащего 4 пиррольных цикла. Данная реакция проводилась при взаимодействии 1,4-диэтинилбензола и дикетоксима 4,4'-диацетилдифенилоксида в апротонном диполярном растворителе (ДМСО) (мольное соотношение 2:1), концентрация по дикетоксиму 0,4 моль/л.

Необходимо отметить, что при увеличении концентрации раствора дикетоксиматного дианиона 4,4'-ДАцДФО более чем 0,4 моль/л, в реакционной системе наблюдается образование гетерогенной фазы, негативно влияющей на протекание процесса гетероциклизации [3]. Варьируя мольное соотношение исходных дикетоксимов и диэтиниларенов, при соблюдении установленных условий реакции гетероциклизации (Т, °С, С\* моль/л) нами были получены новые пирролсодержащие мономерные соединения.

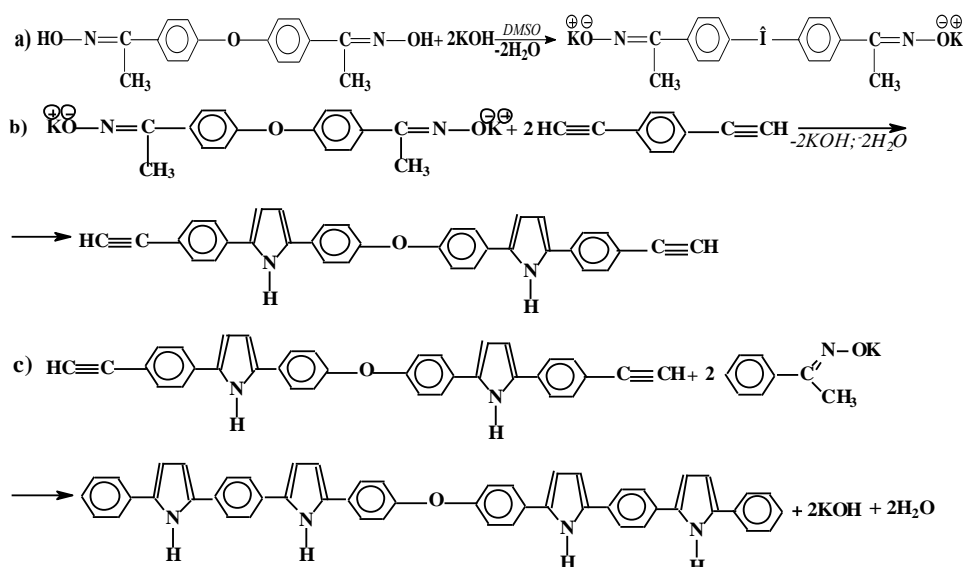


Схема 2. Синтез пирролсодержащего мономера (ТПСМ)

Данные синтезированных пирролсодержащих мономеров (модельных соединений). ДКОДПСМ ( $\text{C}_{42}\text{H}_{34}\text{N}_4\text{O}_4$ ) Элементный анализ. Найдено, %: С 76,58; Н 5,20; N 8,50. Вычислено %: С 76,49; Н 5,23; N 8,51. ИК – спектры  $\nu$ ,  $\text{cm}^{-1}$ : 1242(Ar–O–Ar); 1406–1412 (C=N); 3000–3300 (OH), 1416,1433(C=N–O); 3443 ( $\nu\text{N–H Pyr}$ ). ПМР-спектры  $\delta$ ,  $^1\text{H}$  м.д. DMSO- $d_6$  2,25(–N=C–CH<sub>3</sub>); 7,05;7,7;7,95 (Ar–H);11,05 (–OH). ДЭСДПМ ( $\text{C}_{28}\text{H}_{22}\text{N}_2\text{O}$ ). Найдено, %:С 83,55; Н 5,50; N 6,95. Вычислено, %:С 83,01; Н 5,05; N 6,37. ИК – спектры  $\nu$ ,  $\text{cm}^{-1}$ : 1235(Ph–O–Ph); 1416, 1433(>C=N–O); 3429 ( $\nu\text{N–H Pyr}$ ). ПМР-спектры  $\delta$ ,  $^1\text{H}$  м.д. DMSO- $d_6$  6,65,6,57 (Pyr–H); 7,05;7,95(Ar–H); 8,03(N–H); 2,65(–C≡CH). ТПСМ ( $\text{C}_{52}\text{H}_{52}\text{N}_4\text{O}$ ). Найдено, %:С 83,38; Н 6,9; N 97,48 Вычислено, %:С 83,72; Н 6,54; N 7,74. ИК – спектры  $\nu$ ,  $\text{cm}^{-1}$ : 735,926,1309,1502,1593, (–Pyr–, –Ph–); 1240 (Ar–O–Ar); 3440 ( $\nu\text{N–HPyr}$ ); ПМР-спектры  $\delta$ ,  $^1\text{H}$  м.д. DMSO- $d_6$  6,65,6,57 (Pyr–H); 8,03(N–H); 11.23 (с, 2H, NH).

**Заключение.** Таким образом, полученные результаты показывают оптимальные условия синтеза мономеров, содержащих оксиматные, кето-группы и пиррольные фрагменты.

### Список литературы

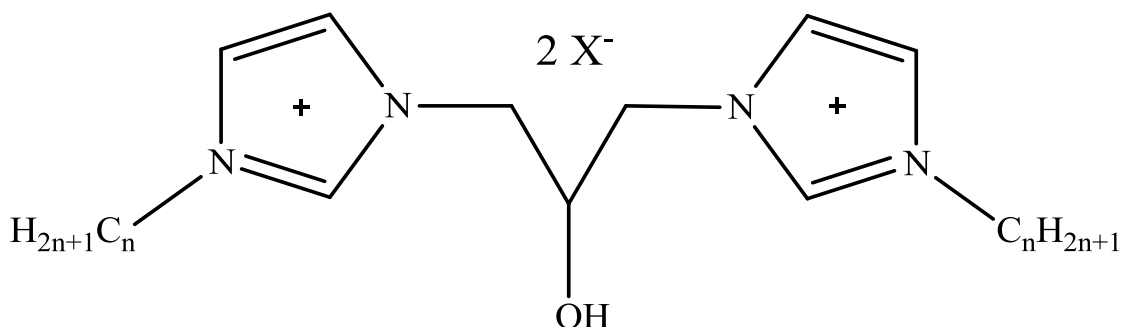
1. Михалева А. И. Оксимы как реагенты / А. И. Михалева, А. Б. Зайцев, Б. А. Трофимов // Ж. Усп. хим.. – 2006. – Т. 75. – № 9. – С. 884–912.
2. Зайцев А. Б. 1,2-Диоксимы в реакции Трофимова / А. Б. Зайцев, Е. Ю. Шмидт, А. М. Васильцов, А. И. Михалева, О. В. Петрова, А. В. Афонин, Н. В. Зорина // ХГС. – 2006. – № 1. – С. 39–46.
3. Балаева М. О. Синтез и свойства полимеров, содержащих в основной цепи пиррольные фрагменты: дис... канд. хим. наук: 02.00.06. / Балаева Марина Олеговна. – Нальчик. – 2017. – 158 с.



## ТЕРМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДИГАЛОГЕНИДОВ БИС-ИМИДАЗОЛИЯ С КОРОТКИМИ ГИДРОКСИЛИРОВАННЫМИ МОСТИКАМИ

*Труш Е.Н., Михайлов В.А.*, канд. хим. наук  
ГБУ «Институт физико-органической химии и углехимии  
им. Л.М.Литвиненко», Донецк, РФ  
*v\_mikhailov@yahoo.com*

Соли имидазолия активно изучаются как предшественники ионных жидкостей и жидких кристаллов [1, 2] с целью создания устройств для преобразования и хранения тепловой и электроэнергии. Производные бис-имидазолия перспективны для подобных применений, однако их термические свойства (температуры плавления, устойчивость к воздействию высоких температур) мало изучены. С целью оценки таких свойств нами синтезированы ряд дигалогенидов бис-имидазолия (БИС) с функциональнозамещенными гидроксилсодержащими мостиками и длинными алкильными хвостами, их термические свойства сопоставлены с алкиленовыми аналогами.



$n = 8, 9, 10, 12, 14, 16$ ;  $X = \text{Cl}, \text{Br}$

Строение этих соединений подтверждено результатами элементного анализа, ИК-, ЯМР  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$ -спектроскопии. Все изученные дигалогениды кристаллизуются из органических растворителей в виде бесцветных кристаллов, содержащих значительные количества воды, легко удаляемой при незначительном нагревании в неглубоком вакууме. Все соединения выдерживают непродолжительное нагревание на воздухе как минимум до  $200^\circ\text{C}$  без изменения углеродного скелета. Свежеперекристаллизованные и высушенные образцы представляют собой скопление очень мелких частиц неопределенного габитуса (см. пример на рис. 1а, в). При нагревании до  $50$ - $60^\circ\text{C}$  отмечается скачкообразное увеличение светопропускания, однако природа фазового перехода пока неясна. Кристаллизация расплава происходит медленно, в течение часов или суток (рис. 1б, г).

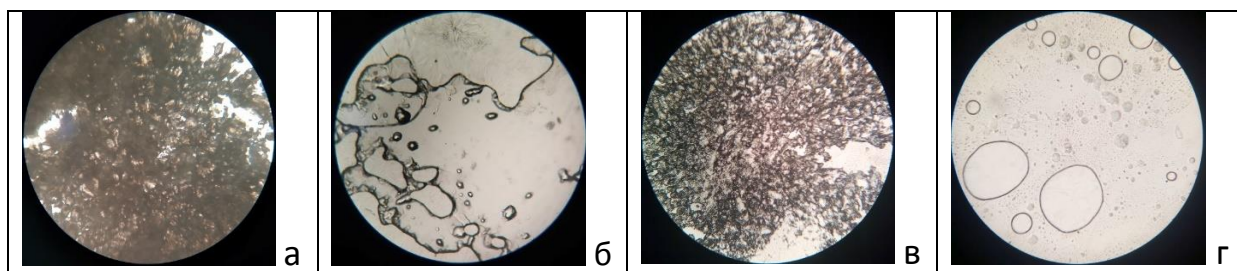


Рис. 1. Микрофотографии кристаллов дихлорида 1,3-бис(3'-нонимидазолий-1'-ил)-2-оксипропана при 25°C (а) и после нагревания выше температуры плавления (187°C)/охлаждения (б); твердой фазы дибромиды 1,3-бис(3'-нонимидазолий-1'-ил)-2-оксипропана при 25°C (в) и после нагревания выше температуры плавления (190,5°C) /охлаждения в течение 3-х часов (г), увеличение  $\times 21.25$

Температуры плавления изученных дихлоридов и дибромидов 1,3-бис(3'-алкилимидазолий-1'-ил)-2-оксипропана мало зависят от длины алкильного хвоста (рис.2) (кроме нонилзамещенного); этим они резко отличаются от монокатионных имидазолиевых солей, для которых температуры плавления существенно возрастают [2] с удлинением заместителя.

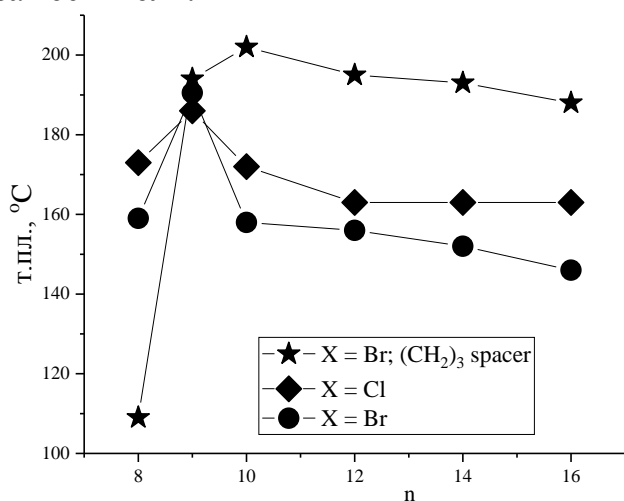


Рис. 2. Зависимость температур плавления дихлоридов и дибромидов 1,3-бис(3'-алкилимидазолий-1'-ил)-2-оксипропана и дибромидов 1,3-бис(3'-алкилимидазолий-1'-ил)-пропана от длины алкильного хвоста (числа атомов углерода)

Введение гидроксильного заместителя в мостик приводит к заметному снижению температуры плавления, что может представлять интерес для синтеза ионных жидкостей. Бромиды ожидаемо плавятся ниже хлоридов.

Полученные результаты открывают ранее неизвестные возможности создания новых материалов.

### Список литературы

1. Kapernaum N. Current Topics in Ionic Liquid Crystals / N. Kapernaum, A. Lange, M. Ebert, M.A. Grunwald, C. Haege, S. Marino, A. Zens, A. Taubert, F. Giesselmann, S. Laschat // ChemPlusChem. – 2022. Vol. 87, No 1. e202100397 – doi.org/10.1002/cplu.202100397
2. Hayes R. Structure and nanostructure in ionic liquids / R. Hayes, G.G. Warr, R. Atkin // Chem. Rev. – 2015. – Vol.115, iss.13. – P. 6357–6426. – doi: 10.1021/cr500411q

**ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ ОРГАНИЗОВАННЫЕ  
МИКРОГЕТЕРОГЕННЫЕ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ  
 $\alpha$ -НУКЛЕОФИЛОВ ДЛЯ РАЗЛОЖЕНИЯ ЭКОТОКСИКАНТОВ.  
ПЕРОКСИГИДРОЛИЗ**

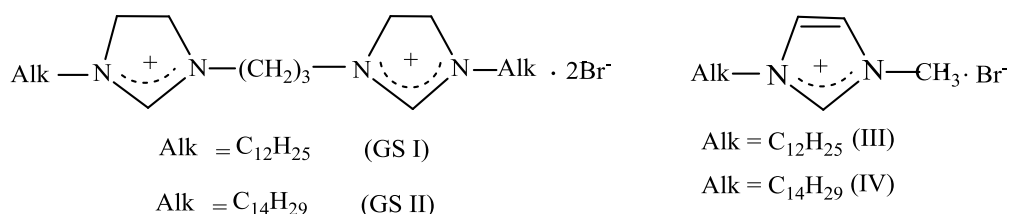
**Туровская М.К.**, канд. хим. наук, **Прокопьева Т.М.**, канд. хим. наук, с.н.с.,  
**Разумова Н.Г.**, **Гайдаш Т.С.**

ГБУ «Институт физико-органической химии и углехимии  
им. Л. М. Литвиненко», г. Донецк, РФ  
*ninarazumova45@gmail.com*

В водных растворах одним из наиболее простых путей разложения экотоксикантов, в том числе и ФОС, может служить щелочной гидролиз. Тем не менее, наблюдаемые скорости разложения эфиров фосфора невелики и на практике требуют использования концентрированных растворов щелочей – крайне агрессивных сред. Неорганические  $\alpha$ -нуклеофилы – гидропероксид- и гипогалогенит-анионы, проявляя аномально высокую реакционную способность, представляют особый интерес как основа организованных микрогетерогенных систем (ОМС) для разложения экотоксикантов. Нуклеофильная атака пероксид-аниона на атом фосфора приводит к быстрому разрушению ФОС с образованием пероксикислот и их последующему гидролизу. В последние годы основное внимание исследователей было уделено созданию универсальных систем на основе перекиси водорода. В таких системах  $\text{HOO}^-$ -ион выступает нуклеофильным реагентом, а  $\text{H}_2\text{O}_2$  – окислителем.

Современные подходы получения эффективных реагентов базируются на использовании ОМС (мицеллы, ламеллы, микроэмульсии и др.). Системы такого типа имеют ряд очевидных преимуществ и удовлетворяют требованиям «зеленой» химии. Внимание исследователей сосредоточено на изучении реакций разложения ФОС в присутствии ПАВ. Во-первых, в мицеллярных растворах удается достичь скоростей реакции в  $\sim 10^2$ – $10^3$  раз больших, чем в воде. Во-вторых, изменяя условия эксперимента, удается регулировать скорость процесса. В третьих, использование ОМС позволяет солубилизировать труднорастворимые в воде ФОС. И, наконец, наблюдаемое увеличение скорости за счет реализации мицеллярного «катализа» имеет место при крайне низких концентрациях ПАВ ( $10^{-3}$ – $10^{-2}$ , М).

В настоящей работе исследованы кинетические закономерности пероксигидролиза 4-нитрофениловых эфиров фосфоновой (NPDEPN), фосфорной (NPDEP) и толуолсульфоновой (NPOTos) кислот в ОМС на основе димерных катионных ПАВ (GS I, GS II) и мономерных (III, IV), проанализированы факторы, ответственные за мицеллярный катализ.



Сравнительный анализ закономерностей кинетического поведения «нормального» (HO<sup>-</sup>-ион) и α-нуклеофила (НОО<sup>-</sup>-ион) в реакциях щелочного гидролиза и пероксигидролиза свидетельствует о том, что они являются общими для этих реакций нуклеофильного замещения. Прежде всего, следует отметить, что, как и в случае гидролиза, димерные ПАВ заметно ускоряют пероксигидролиз субстратов. Заметим, что в случае пероксигидролиза эффективность катализа мицеллами димерных ПАВ возрастает в том же порядке, как и в реакции гидролиза: NPDEPN > NPOTos > NPDEP, и аналогично поведению мономерных детергентов (см. рис.).

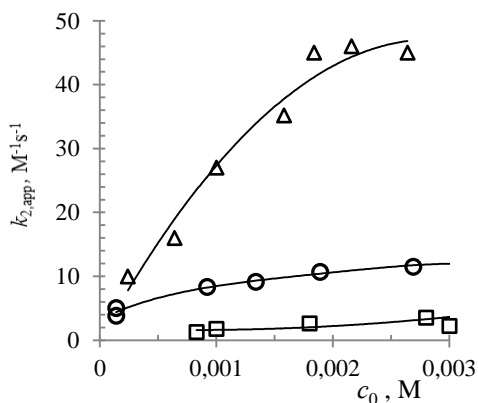


Рис. Зависимость величин  $k_{2,app} = k_{obs}/[\text{HOO}^-]$ ,  $\text{M}^{-1}\text{s}^{-1}$  от концентрации GS I для пероксигидролиза ацилсодержащих субстратов: NPDEPN – Δ, NPOTos – o, NPDEP – □; pH 11,0, вода 25 °C.

Близкие значения наблюдаемых констант скорости в мицеллах GS I, GS II достигаются при значительно меньших концентрациях  $c_0$  по сравнению с мономерными аналогами. Так величина  $k_{obs} = 1,0 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$  при  $c_0 = 1,0 \times 10^{-3} \text{ M}$  для GS I и  $1,0 \times 10^{-2} \text{ M}$  для ПАВ III (пероксигидролиз NPDEPN). Именно это обстоятельство может играть существенную роль при выборе ПАВ для ОМС, разрушающих ФОС.

В реакциях пероксигидролиза и гидролиза NPDEP, NPDEPN, NPOTos нуклеофильность HOO<sup>-</sup>-иона, как и HO<sup>-</sup>-иона, в присутствии GS I, GS II и ПАВ III–IV уменьшается по сравнению с их нуклеофильностью в воде в 2–3 раза. Следовательно, увеличение скорости реакций пероксигидролиза в присутствии ПАВ обусловлено концентрированием реагентов мицеллами.

Однако реакционная способность нуклеофила – не единственный фактор, определяющий направление (ингибирование или катализ) и величину мицеллярных эффектов ПАВ.

Одним из важнейших факторов, оказывающих влияние на мицеллярные эффекты ПАВ, являются структура и физико-химические свойства субстрата. Выбор субстратов обусловлен следующими

обстоятельствами. С одной стороны, в воде нуклеофильности как иона  $\text{HO}^-$ , так и иона  $\text{HO}_2^-$  в реакциях с NPDEP и NPOTos близки и в  $\sim 10$  раз уступают таковым в процессах расщепления NPDEPN. С другой – исследование ряда реакций нуклеофильного замещения в микрогетерогенных организованных системах на основе функционализированных и катионных ПАВ с участием NPDEP, NPDEPN и NPOTos однозначно показывает, что NPOTos солюбилизируется мицеллами детергентов примерно на порядок более эффективно, чем эфиры фосфорных кислот – NPDEP и NPDEPN.

Таблица

Физико-химические характеристики пероксигидролиза субстратов в ОМС; вода, 25°C

ПАВ	Субстрат	$K_S, \text{M}^{-1}$	$K_{\text{HO}_2^-}, \text{M}^{-1}$	$k_{2,\text{HO}_2^-}^m, \text{M}^{-1}\text{s}^{-1}$	$k_{2,\text{HO}_2^-}^m / k_{2,\text{HO}^-}^w$
GS I	NPDEPN	$160 \pm 50$	40	2,40	61
	NPOTos	$1450 \pm 280$	30	0,25	38
GS II	NPDEPN	$1250 \pm 480$	20	1,80	19
	NPDEP	$1580 \pm 170$	20	0,15	27
	NPOTos	$1620 \pm 350$	30	0,77	128

Аналогичная тенденция имеет место и в изученных системах. В ряду NPDEP, NPDEPN и NPOTos константы  $K_S$  связывания субстрата детергентами GS I и GS II возрастают. В случае пероксигидролиза наиболее гидрофобного NPOTos происходит практически полное связывание субстрата, о чем свидетельствует существование плато на зависимостях « $k_{2,\text{app}} - c_0$ ». Эти результаты подтверждают определяющую роль гидрофобных взаимодействий в концентрировании субстрата и мицеллярных эффектах ПАВ. Характер влияния структуры ПАВ на скорость взаимодействия гидроксид- и гидропероксид-ионов с изученными субстратами остается одним и тем же: во всех случаях  $k_{2,\text{HO}_2^-}^m > k_{2,\text{HO}_2^-}^w$ .

В ОМС на основе димерных и мономерных ПАВ для всех изученных субстратов гидропероксид-ион в процессах переноса ацильных групп ведет себя как типичный  $\alpha$ -нуклеофил. Величина  $\alpha$ -эффекта, характеризуемая отношением  $k_{2,\text{HO}_2^-}^m / k_{2,\text{HO}^-}^m$ , достигает для ацилсодержащих субстратов  $\leq 100$  раз (см. табл.). Следовательно, такие ОМС представляют особый интерес при создании рецептур для детоксикации/утилизации экотоксикантов.

## РЕАКЦИИ 2-КАРБОКСИАЛКИЛПИРАЗОЛА С ОКСИРАНАМИ

*Харанеко А.О.*, канд. хим. наук, *Пехтерева Т.М.*, канд. хим. наук,  
*Харанеко О.И.*, канд. хим. наук

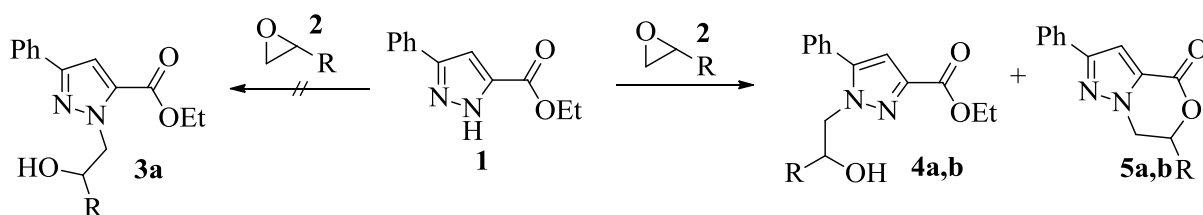
ГУ "Институт физико-органической химии и углехимии  
им. Л.М. Литвиненко", г. Донецк, РФ  
*antonhar08@rambler.ru*

Ранее мы показали [1], что эпоксиметилирование 2-карбонил-2*H*-гетероциклов, таких как пиррол, индол, бензимидазол протекает с образованием соответствующих 1,4-эпокси[1,4]оксазепинов и эпоксидов. Авторы [2] установили, что в реакции диметил имидазол-4,5-дикарбоксилата с оксиранами образуется 4-метоксикарбонил-1-эпоксиимидазол-5-карбоновая кислота или производное имидазо[5,1-*c*]-[1,4]оксазин-1-карбоксилата. Пирроло-2-карбоксилат в реакции с эпоксидами может быть трансформирован в 3,4-дигидро[2,1-*c*][1,4]оксазин-1-он [3].

Цель настоящей работы – изучить реакцию 3-карбоксиэтил-5-фенилпиразола **1** с 2-(феноксиметил)оксираном **2a** и 2-фенилоксираном **2b**. Интерес к соединению **1** связан с его возможностью к прототропной (азольной) таутомерии и, соответственно, образованию изомерных продуктов.

Реакция пиразола **1** с оксираном **2** протекает с образованием продуктов по обоим атомам азота пиразольного кольца (схема 1), причем образуется не только продукт присоединения с раскрытой формой оксирана **4**, но и циклический пиразолооксазинон **5**.

Схема 1



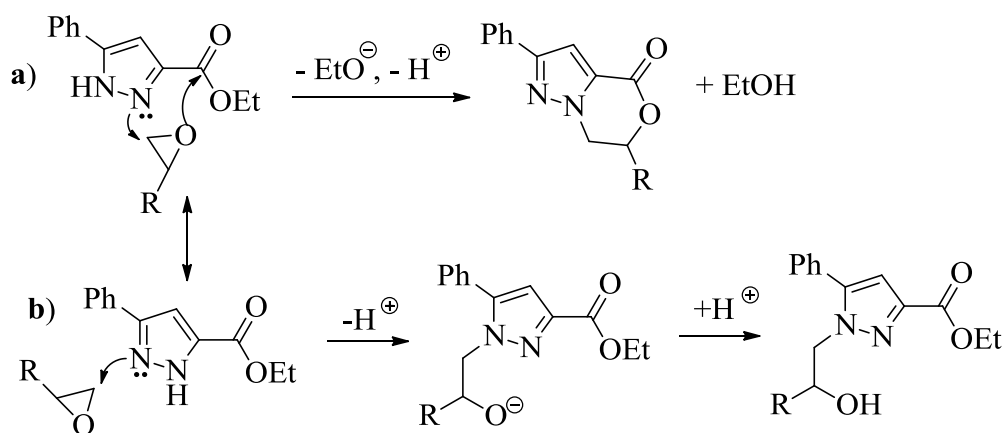
a: R = CH<sub>2</sub>OPh; b: R = Ph

Кипячение **1** и **2** в ацетонитриле в присутствии K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> или без него, а также в этилцеллозольве в течение 20 ч даёт смесь этил 1-(2-гидрокси-3-феноксипропил)-5-фенил-1*H*-пиразол-3-карбоксилата **4a** и 6-(феноксиметил)-2-фенил-6,7-дигидро-4*H*-пиразоло[5,1-*c*][1,4]оксазин-4-она **5a** или этил 1-(2-гидрокси-2-фенилэтил)-5-фенил-1*H*-пиразол-3-карбоксилата **4b** и 2,6-дифенил-6,7-дигидро-4*H*-пиразоло[5,1-*c*][1,4]оксазин-4-она **5b**. Оптимальным режимом для проведения этой реакции является нагревание эквимолекулярной смеси **1** и **2** при 150°C без растворителя с

периодическим перемешиванием в течение 4 часов. При перекристаллизации из метанола смеси **4** и **5** был выделен с выходом 30 % – 50 % оксазинон **5** в виде бесцветных кристаллов, а также некристаллизующая слабо жёлтая смола, состоящая из продуктов **4** и **5** в соотношении 5/1. К сожалению, полностью избавиться от соединения **5** в образцах **4a, b** нам не удалось. Таким образом, основным продуктом реакции являются оксазиноны **5**.

На схеме 2 представлен предположительный механизм реакции 3-карбокسيэтил-5-фенилпиразола с оксиранами, который согласуется с продуктами реакции.

Схема 2



В силу прототропной (азольной) таутомерии пиразолов возможны два параллельных маршрута взаимодействия оксирана с пиразолом **1**. Маршрут **a** (схема 2), ведущий к образованию соединений **5**, реализуется за счёт координации кислорода оксирана по атому углерода карбоксильной группы, имеющему частичный положительный заряд, в соединении **1** и одновременной координацией оксирана с неподеленной парой электронов азота пиразольного цикла, расположенного рядом с карбоксильным заместителем. Маршрут **b**, ведущий к образованию соединений **4**, реализуется за счёт координации оксирана с неподелённой парой азота, удалённого от карбоксильной группы. Соотношение продуктов **4** и **5** имеет вероятностный характер и может зависеть от объёма заместителей в положениях  $\text{C}^3$  и  $\text{C}^5$  пиразольного ядра.

Гидролиз оксазинона **5a** даёт 1-(2-гидрокси-3-феноксипропил)-3-фенил-1*H*-пиразол-5-карбоновую кислоту **6a**. А гидролиз пиразола **4a** – 1-(2-гидрокси-3-феноксипропил)-5-фенил-1*H*-пиразол-3-карбоновую кислоту **7a**. Кипячение кислоты **6a** в уксусном ангидриде приводит к исходному оксазинону **5a** (схема 3).

Оксазиноновый цикл является устойчивым к действию таких окислителей как элементарная сера или палладиевая чернь при  $200\text{ }^\circ\text{C}$  в плаве. Кипячение **5a** с никелем Ренея в абсолютном метаноле привело к

метиловому эфиру **8a** (схема 4). Устойчивость оксазинонового цикла к действию окислителей также отмечали авторы [2].

Схема 3

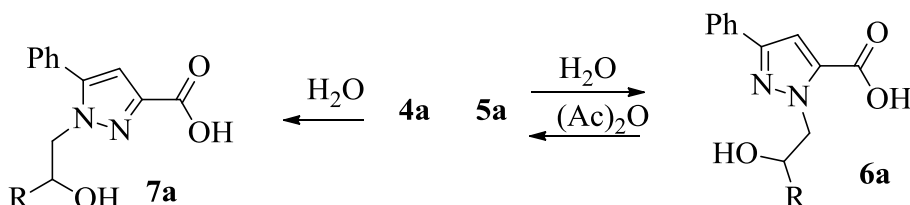
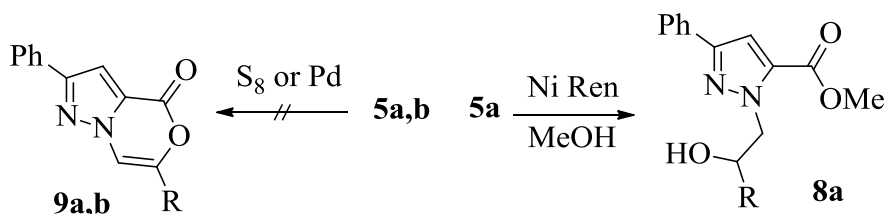


Схема 4



Оксазины **5** не реагируют с формамидом при кипячении в течение часа.

#### Список литературы

1. Харанеко А. О. Особенности эпoxиметилирования 2-карбонилзамещённых NH-гетероциклов. Свойства продуктов эпoxиметилирования / А. О. Харанеко, Т. М. Пехтерева, О. И. Харанеко // Журнал органической химии. – 2020. – Т. 56, № 10. – С. 1485–1494.
2. Cooper G. Reaction of dimethyl imidazole-4,5-dicarboxylate with styrene oxide / G. Cooper, W. J. Irwin // J. Chem. Soc. Perkin Trans 1. – 1975. – № 9. – P. 798–803.
3. Irwin W. J. The reaction of methyl pyrrole-2-carboxylate with epoxides / W. J. Irwin, D. L. Wheeler // Tetrahedron. – 1972. – V. 28. – P. 1113–1121.



# Неорганическая химия

УДК 666.11.01:543.422.4

## ИК-СПЕКТРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПОЛУЧЕНИЯ, МОДИФИЦИРОВАНИЯ И КРИСТАЛЛИЗАЦИИ МНОГОКОМПОНЕНТНОГО СТЕКЛА

*Лозинский Н.С.*, канд. техн. наук, с.н.с.

*Мороз Я.А.*, канд. хим. наук, с.н.с.,

ГБУ «Институт физико-органической химии и углехимии  
им. Л.М. Литвиненко», г. Донецк, РФ

*lozinsky58@mail.ru*

**Введение.** Метод инфракрасной спектроскопии (ИК, IR) широко использовался для исследования структуры стекол для толстопленочных резисторов, полученных в системах:  $\text{PbO-SiO}_2$ ,  $\text{PbO-B}_2\text{O}_3$ ,  $\text{PbO-SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CdO-SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3$ ,  $\text{PbO-SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3$  [1]. Однако в отношении перспективных стекол состава:  $\text{PbO-CdO-SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3$  этот метод не применялся. Поэтому целью данной работы является ИК-спектроскопическое исследование процессов получения, модифицирования и кристаллизации многокомпонентного стекла упомянутой системы.

**Основная часть.** Сведения об исходных материалах и процедуры получения и модифицирования базового стекла системы  $\text{PbO-CdO-SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3$  состава: мас. %: 60 PbO, 5 CdO, 20 SiO<sub>2</sub>, 10 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 5 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> приведены ранее [1]. Расстеклованный образец получен 200-часовой выдержкой базового стекла при температуре 500 °С. ИК-спектры: исходной шихты, базового стекла (CI), стекол, модифицированных CuO (CII) и Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (CIII), а также расстеклованного образца (CIV) в дисках KBr регистрировали на приборе UR-20 (табл., рис.).

ИК-спектр исходной шихты представляет собой суперпозицию характеристических полос поглощений ее компонентов, см<sup>-1</sup>: H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, – 1450, 1195, 883, 815, и 548; SiO<sub>2</sub> – 1250, 1095, 1025, 798 и 843; PbO – 462, 687, 700 и 1393; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 473, 607 и 700 CdO – 420.

На ИК-спектрах образцов CI–CIV наблюдаются, появляются или исчезают следующие полосы поглощения (табл. и рис.), см<sup>-1</sup>:

- CI: четыре основные области, расположенные в диапазонах: 407–554, 567–778, 791–1187 и 1213–1797 с минимумами: 467, 613, 697, 1025, 1063, 1103, 1323, 1380, 1479, 1609 и 1732;
- CII: появляются: 985–990, 1080, 1125, 1410, но исчезают: 1035 и 1380, а также возрастает интенсивность полосы 1470;
- CIII: появляются: 515, 695, 708, 1045, 1085 и 1350, но исчезают 615, 1060 и 1470;
- CIV: 437, 517, 567, 697, 787, 791, 921, 1116, 1187, 1466, 1654 и 1752.

## Полосы поглощения в ИК-спектрах образцов и их интерпретация

Полосы поглощения образцов, см <sup>-1</sup>				Отнесение полос колебаний по данным [2–5]
CI	СII	СIII	CIV	
–	–	–	437	B–O–Si, Al–O–Al, Si–O–Si
407–554 (467*)	–	515	517 567	Pb–O в [PbO <sub>4</sub> ] и деформационные Si–O–Si(Al)
567–778 (613, 697*)	–	695	697	Si–O–Si, O–Si(Al)–O, Al–O–Si, B–O, [PbO <sub>4</sub> ], [AlO <sub>6</sub> ], Si–O и Al–[OAlO <sub>4</sub> ]
–	–	708	–	валентные Nb–O в октаэдрах [NbO <sub>6</sub> ]
791–1187	–	–	787, 791, 921	валентные колебания различных силикатных единиц и Si–O–Pb
–	985– 990	–	–	[BO <sub>4</sub> ]
1025*	–	–	–	асимметричное растяжение Si–O в [SiO <sub>4</sub> ], комбинированные валентные Si–O–Si и B–O–B
1063*	–	1045	–	асимметричные валентные Si–O
–	1080	1085	–	симметричные валентные Si–O–Si с внедрением атомов B (B–O–Si) в [SiO <sub>4</sub> ]
1103*	–	–	–	асимметричные валентные Si–O–Si (BO) и асимметричные валентные [SiO <sub>4</sub> ]
–	1125	–	1116 1187	асимметричные валентные B–O с тетраэдрическими группами [BO <sub>4</sub> ]
1213–1797	–	–	–	Si–O–Si с наложением полос Si–O–Pb
1323*	–	1350	–	пироборат и ортоборат в группах [BO <sub>3</sub> ]
1380*	–	–	–	B–O–B, B–O в BO <sub>3</sub> и BO <sub>2</sub> O <sup>-</sup>
–	1410	–	–	[BO <sub>4</sub> ]
1479*	–	–	1466	B–O ортоборатных групп
1609*	–	–	1654	метаборатные группы цепочечного типа
1732*	–	–	1725	[BO <sub>4</sub> ] с одним или двумя немостиковыми атомами кислорода

\* – минимальное значение в соответствующем диапазоне.



Рис. ИК-спектры образцов:

- 1 – исходная шихта;
- 2 – базовое стекло (CI),
- 3 – стекло, модифицированное CuO (CII);
- 4 – стекло, модифицированное Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (CIII);
- 5 – образец CIV.

При этом по внешнему виду ИК-спектры образцов CI-CIII следует отнести к алюмоборосиликатным стеклам, а образца CIV, как и шихты базового стекла, – к кристаллическим соединениям, характеризующимися наборами более узких полос поглощения с характерными частотами колебаний.

Анализ данных таблицы позволил установить, что, во-первых, появление на ИК-спектрах образца CI полос поглощения B–O–Si, Al–O–Si, B–O–Pb и Si–O–Pb позволяет предположить, что данное стекло является индивидуальным веществом, а не механической смесью оксидов; во-вторых, введение оксидов основного характера вызывает накопление в стекле CI структур с не мостиковыми связями – NBO (Si–O<sup>–</sup>), а также групп [BO<sub>4</sub>] и [AlO<sub>6</sub>], а оксидов кислотного характера (стекло CIII) – структур с мостиковыми связями (BO), а также групп [BO<sub>3</sub>] и [AlO<sub>4</sub>], наконец, в третьих, процесс расстекловывания базового стекла (образец CIV) приводит к образованию многофазного вещества, содержащего самые разнообразные формы SiO<sub>2</sub> с наиболее высокой степенью полимеризации кремнекислородных тетраэдров [SiO<sub>4</sub>] и обедненное кремнием стекло, о чем свидетельствует сдвиг в высокочастотную область полосы 1080 см<sup>–1</sup>.

Полученные результаты не противоречат общим представлениям о структуре алюмоборосиликатных стекол [2–5].

**Заключение.** Таким образом, метод ИК-спектроскопии позволил исследовать процессы получения, модифицирования и кристаллизации многокомпонентного стекла системы: PbO–CdO–SiO<sub>2</sub>–B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>–Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

### Список литературы

1. Lozinskii N.S., Lopanov A.N., Moroz Ya.A. Compositions, Physical and Chemical Properties, and Compatibility of Lead–Boron–Silicate Glass with Ruthenium(IV) Oxide Compounds / N.S. Lozinskii, A.N. Lopanov, Ya.A. Moroz // *Glass Phys. Chem.* – 2021, Vol. 47, No. 2. – P. 154–165. – DOI: 10.1134/S1087659621020085.
2. Abdel-Wahab F., El-Diasty F., Abdel-Baki M., Abdel-Maksoud H. Variation of structure and optical material dispersion in lead borate glass containing multi valence Chromium and Germanium cations/ F. Abdel-Wahab [et. al.] // *Opt. Quantum. Electron.* – 2021. – Vol. 53, No. 10. – Article ID 564. – 35 p. – DOI: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-645450/v1>.
3. Alderman O.L.G., Hannon A.C., Holland D., Dupree, R., Lehr G., Vitale A., Feller S. Lead silicate glass structure: New insights from diffraction and modeling of probable lone pair locations / O.L.G. Alderman [et. al.] // *J. Am. Ceram. Soc.* – 2022– Vol. 105. – P. 938–957. – DOI: 10.1111/jace.18125.
4. Bruns S., Uesbeck T., Weil D., Möncke D., van Wüllen L., Durst K., de Ligny D. Influence of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Addition on Structure and Mechanical Properties of Borosilicate Glasses / S. Bruns [et. al.] // *Front. Mater.* – 2020. – Vol. 7. – Article ID 189. – 14 p. – DOI: 10.3389/fmats.2020.00189.
5. Ellerbrock R., Stein M., Schaller J. Comparing amorphous silica, short-range-ordered silicates and silicic acid species by FTIR / R. Ellerbrock, M. Stein, J. Schaller // *Sci. Rep.* – 2022. – Vol. 12, No. 1. – Article ID 11708. – 8 p. – DOI: 10.1038/s41598-022-15882-4.

## НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ ССVD – СИНТЕЗ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

*Прудченко А.П.*, канд. хим. наук, *Поляков О.Ю.*, *Протасевич Ю.С.*

ГБУ «Институт физико-органической химии и углехимии

им. Л.М. Литвиненко», г. Донецк, РФ

*prudchenko.a@yandex.ru*

**Введение.** Проблема повышения эффективности и селективности металлоксидных катализаторов (МОК) для различных гетерогенных каталитических процессов, в том числе получения углеродных наноматериалов (УНМ) – углеродных нанотрубок (УНТ), наноуглерода (НУ) и т.д.), снижение энергоемкости и увеличение выхода целевых продуктов является весьма актуальной [1]. Ранее нами было установлено, что наряду с каталитическим потоком ССVD – процесса синтеза УНТ с использованием МОК реализуется и некаталитический маршрут с образованием несовершенного НУ, причем образование таких продуктов с ростом температуры процесса увеличивается экспоненциально (рис.1. а). Недостатком большинства катализаторов этого процесса (в основном на основе Fe, Co) является тот факт, что они начинают работать в зоне высоких температур, где образование нецелевого продукта наиболее вероятно. По этой причине важной задачей остается дальнейшая разработка таких каталитических систем, которые бы работали в мягких условиях и позволяли бы получать УНТ с необходимыми параметрами качества.

**Целью** настоящей работы было исследование эффективности катализаторов общего состава  $Ni_2Co / CaCO_3 (CaO)$ , полученных методом полимеризованных комплексных предшественников (ПКП), в процессе получения УНТ методом осаждения углерода из газовой фазы (ССVD – процесс). Для проведения исследований использовались МОК с неизменным атомным соотношением металлов Ni : Co, равным 2 : 1.

**Результат и обсуждение.** Металлоксидные катализаторы общего состава  $Ni_2Co / CaCO_3 (CaO)$  с мольным соотношением Ni, Co /  $CaCO_3 (CaO)$  от 0,06 : 1 до 0,55 : 1 были получены методом ПКП по описанной ранее методике [2]. ССVD – синтез УНТ с использованием полученных катализаторов проводили в трубчатом реакторе при  $T = 500^{\circ} - 800^{\circ}C$  (газ – носитель – Ar, газ – прекурсор углерода – коммерческая пропан – бутановая смесь по ГОСТ 27578-87). Выделенные после удаления темплата углеродные продукты представляют собой клубки УНТ диаметром 20 – 40 нм (рис.1, г) однородного состава с малым содержанием аморфного углерода (АУ).

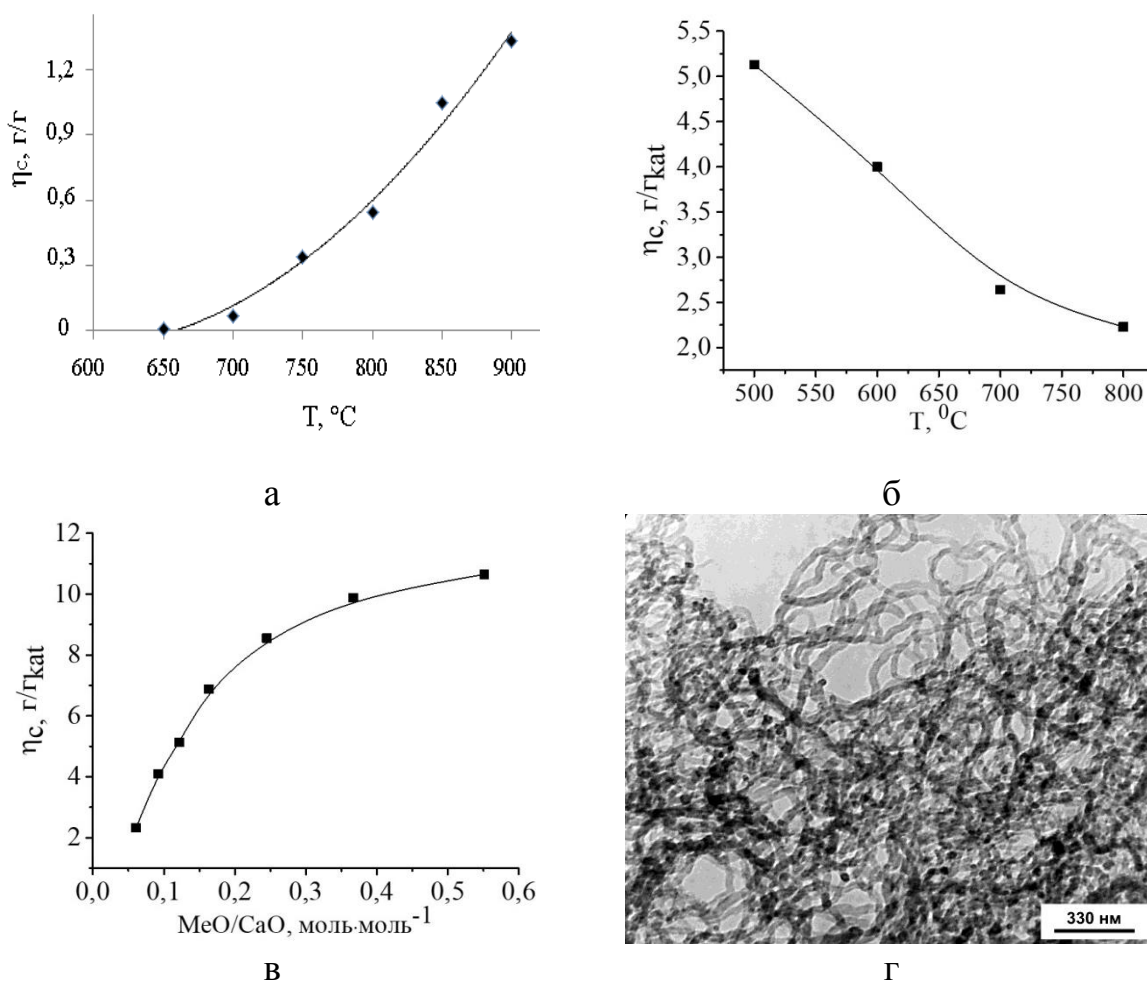


Рис. 1. Зависимость удельного выхода УНМ от температуры CVD – синтеза ( $\text{CaCO}_3$ , Pr-But = 30 см<sup>3</sup>/мин, Ar = 60 см<sup>3</sup>/мин, t = 8 ч) – а; зависимость удельного выхода УНТ от температуры CCVD – синтеза ( $\text{Ni}_2\text{Co} / \text{CaCO}_3$  (CaO), Pr-But = 30 см<sup>3</sup>/мин, Ar = 60 см<sup>3</sup>/мин, t = 1 ч) – б; зависимость удельного выхода УНТ в CCVD – синтезе от мольной доли активных металлов ( $\text{Ni}, \text{Co} / \text{CaCO}_3$  (CaO), моль·моль<sup>-1</sup>, Pr-But = 30 см<sup>3</sup>/мин, Ar = 60 см<sup>3</sup>/мин, T = 500 °C, t = 1 ч) – в; ПЭМ – изображения УНТ, полученных в низкотемпературном CCVD – синтезе – г.

Из полученных данных следует, что при использовании данной комбинации активных металлов в составе МОК процесс синтеза УНТ начинается уже при  $T^\circ = 450^\circ\text{C}$  и наиболее эффективно происходит при  $T^\circ = 500^\circ\text{C}$ . Повышение температуры процесса приводит к снижению удельного выхода УНТ (рис.1, б), а повышение мольной доли активных металлов в составе МОК при сохранении довольно высокого удельного выхода – к снижению относительной производительности процесса, что выражается в тенденции выхода зависимости  $\eta_c - \text{Ni}, \text{Co} / \text{CaCO}_3$  (CaO), моль·моль<sup>-1</sup> на плато (рис.1, в). В связи с тем, что растворимость углерода в металлах, как решающий фактор в процессе зарождения и образования УНТ, уменьшается в ряду  $\text{Fe} > \text{Co} > \text{Ni}$  (20,2 % > 13,9 % > 10,7 %), то вполне понятным становится вид температурной зависимости – быстрый рост количества пиролитического углерода при ограниченной растворимости и

скорости диффузии углерода в объеме каталитической частицы приводит к отложению углерода на внешней поверхности металлических частиц, их карбонизации и, как следствие, снижению производительности процесса. В отличие от МОК на основе Fe, Co, где на зависимости  $\eta_c$  – Fe, Co / CaCO<sub>3</sub> (CaO), моль моль<sup>-1</sup> фиксировался экстремум [3] с последующим снижением производительности МОК по мере увеличения мольной доли активных металлов, МОК на основе Ni, Co хотя и проявляют тенденцию к снижению эффективности (рис.1, в), но это происходит в умеренной степени и предсказуемо. Тем не менее, по нашему мнению, и в том и другом случае проявляется размерный эффект – по мере роста содержания активных металлов усиливаются процессы агломерации восстановленных частиц, их укрупнения до размеров с критическим радиусом кривизны, после чего образование УНТ становится невозможным. С другой стороны, уникальное снижение температуры CCVD – процесса синтеза УНТ может быть связано со способностью Ni, Co образовывать твердые растворы с неограниченной растворимостью друг в друге и возможностью восстановления по механизму спилловера водорода [4].

#### 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. CCVD – синтез углеродных нанотрубок: влияние состава металлоксидных катализаторов / А. П. Прудченко, М.В. Савоськин, С.В. Хрипунов, [и др] // Донецкие чтения 2020: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: материалы V Международной конференции (Донецк, ноября 2020 г.). – Т.2. – Донецк: ДонНУ, 2020. – С. 75–78.
4. Красников Д.В. Формирование активных центров катализаторов в процессах синтеза многослойных углеродных нанотрубок с контролируемыми свойствами: дис. канд. химических наук: 02.00.15: защищена 27.01.2016 / Красников Дмитрий Викторович. – Новосибирск, 2015. – 156 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАМЕЩЕНИЯ СВИНЦА ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ В СОЕДИНЕНИИ $Pb_8Pr_2(GeO_4)_4(VO_4)_2$ СО СТРУКТУРОЙ АПАТИТА

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

Несмотря на то, что соединения со структурой апатита активно исследуются уже более полувека, к ним не угасает научный интерес. Причина тому – большое разнообразие составов, которое реализуется на практике за счет вхождения в структуру различных элементов, то есть изоморфного замещения с образованием устойчивых твердых растворов.

Главная задача на сегодняшний день – синтез функциональных материалов с заданными свойствами, которые бы позволяли использовать их в различных областях науки и техники. Это реализуется за счет контролируемого введения дополнительных компонентов, что дает возможность регулировать их свойства. Многочисленные исследования показывают, что твердые растворы на основе апатитов разного состава обладают люминесцентными, сорбционными, каталитическими свойствами, могут применяться в качестве неорганических пигментов, ионных проводников, диэлектриков, ионообменников токсичных веществ.

В данной работе были изучены:

1) условия синтеза твердых растворов состава

$Pb_{8-x}M_xPr_2(GeO_4)_4(VO_4)_2$  со структурой апатита, где М – Ca, Sr;

2) область гомогенности в полученных системах;

3) электрофизические свойства твердых растворов.

Для проведения эксперимента образцы синтезировали твердофазным методом. В качестве исходных компонентов использовали оксиды элементов в соответствующих степенях окисления. Температуру синтеза подбирали на основании литературных данных для подобных составов, а также методом проб, выясняя, не начнется ли разложение закристаллизовавшейся структуры на той или иной стадии.

Полноту протекания синтеза контролировали методом рентгенофазового анализа с использованием ДРОН-3М дифрактометра. Этим же методом были рассчитаны периоды гексагональной ячейки, в которой кристаллизуются соединения со структурой апатита.

Измерения проводимости гомогенных образцов проводили на измерителе LCR Meter DE-5000 на переменном токе при частотах 1 кГц, 10 кГц, 100 кГц, 100 Гц, DCR.

# Физическая химия

УДК 541.128:546.92

## ПРИРОДА ОСНОВАНИЯ КАК ФАКТОР КОНТРОЛИРУЮЩИЙ ГЕНЕРИРОВАНИЕ АКТИВНОЙ ФОРМЫ ПЛАТИНЫ В РЕАКЦИЯХ КРОСС-СОЧЕТАНИЯ *n*-КСИЛОЛА И *n*-ИОДНИТРОБЕНЗОЛА

**Безбожная Т.В.**, канд. хим. наук, **Лобачев В.Л.**, д-р хим. наук, с.н.с.

ГУ "Институт физико-органической химии и углехимии

им. Л.М. Литвиненко", г. Донецк, РФ

*b.t.v.@i.ua*

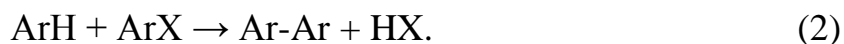
Структурная единица биарила является важным фрагментом биологически активных соединений, включая антибиотики, полимерных проводников, жидко-кристаллических материалов, соединения с бифенильными фрагментами рассматриваются в качестве кандидатов для производства молекулярных транзисторов, в области нанотехнологий – для получения нанопроводников, являются необходимой составляющей многих самоорганизующихся систем. В связи с этим особую значимость приобретает разработка высокоселективных простых и доступных методов синтеза соединений этого класса.

Классическими методами получения несимметричных бифенилов являются реакции кросс-сочетания по Кумада-Кори (1)



(M = Mg, X = Cl, Br, I, OTf, катализатор = Ni(PPh)<sub>3</sub>Cl<sub>2</sub>, Pd(PPh)<sub>3</sub>Cl<sub>2</sub>), Сузуки (M = B, катализатор = Pd<sup>0</sup>L<sub>n</sub>), Стилле (Sn, Pd<sup>0</sup>L<sub>n</sub>), Неджиши (Zn, Pd<sup>0</sup>L<sub>n</sub>) и др. [1]. Техника проведения таких реакций предполагает предварительный синтез и выделение ароматических металлоорганических соединений, что часто является весьма трудоемкой задачей.

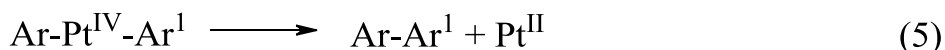
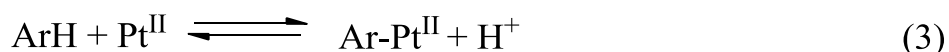
В последние годы активно исследуются методы, в которых арены (ArH) прямо кросс-сочетаются с арилгалогенидами (ArX) (реакция 2) без предварительного синтеза и выделения металлоорганического соединения [2]:



Мы нашли каталитическую систему, ArH – ArI – Pt<sup>II</sup> – основание – 18-краун-6, в которой "in situ" могут образовываться активные частицы ArPt<sup>II</sup>, дальнейшие превращения которых приводят к несимметричным бифенилам [3]. Реакция является лиганд-контролируемой. Наилучшие результаты получены при использовании фенантралинового, Pt(phen)Cl<sub>2</sub>, и бипиридилного, Pt(bipy)Cl<sub>2</sub>, комплексов платины. В отсутствие основания и краун-эфира реакция не идет.



Вероятный механизм образования несимметричных бифенилов в этой системе представлен уравнениями 3-5.



В соответствии с этим механизмом роль основания заключается в связывании ионов водорода, образующихся в реакции (3), что позволяет сдвинуть равновесие этой стадии в сторону образования каталитически активной формы платины  $\text{ArPt}^{\text{II}}$ .

В настоящей работе поставлена задача изучить влияние природы основания на выход 2,5-диметил-4'-нитробифенила в реакции С-С сочетания *n*-ксилола и *n*-иоднитробензола, катализируемой комплексом  $\text{Pt}(\text{phen})\text{Cl}_2$ . Изучено влияние водных растворов КОН, твердого КОН,  $\text{K}_2\text{CO}_3$  (тв.фаза), триэтиламина, ацетата натрия, добавок хлорида калия. Результаты представлены в таблице.

Таблица

Влияние основания на выход 2,5-диметил-4'-нитробифенила в системе *n*-ксилол – *n*-иоднитробензол<sup>а</sup> –  $\text{Pt}(\text{phen})\text{Cl}_2$ <sup>б</sup> – основание – 18-краун-6<sup>с</sup>

№ п/п	основание	среда	Время, ч	Выход на $\text{Pt}^{\text{II}}$ / исх. $\text{ArI}$
1	КОН	(50 %-ный водн. раствор КОН + <i>n</i> -ксилол) <sup>д</sup>	30	1000/25
2	$\text{K}_2\text{CO}_3$ ( $3,6 \cdot 10^{-3}$ моль)	<i>n</i> -ксилол	75	320/10
3	$\text{Et}_3\text{N}$	( $\text{Et}_3\text{N}$ + <i>n</i> -ксилол) <sup>д</sup>	30	Реакция не идет
4	$\text{CH}_3\text{COONa}$ ( $6,2 \cdot 10^{-3}$ моль)	<i>n</i> -ксилол	15	Реакция не идет
5	КОН + $\text{KCl}$ ( $6,7 \cdot 10^{-3}$ моль)	(50 %-ный водн. раствор КОН + <i>n</i> -ксилол) <sup>д</sup>	30	Реакция не идет
6	$\text{K}_2\text{CO}_3$ ( $3,6 \cdot 10^{-3}$ моль) + $\text{KCl}$ ( $6,7 \cdot 10^{-3}$ моль)	<i>n</i> -ксилол	70	700/23

<sup>а</sup> $1,6 \cdot 10^{-3}$  моль; <sup>б</sup>2,5 моль %; <sup>с</sup>0,1 г; <sup>д</sup>соотношение 1:1 по объему

Наилучшие результаты получены при использовании в качестве основания раствора 50 %-ного водного КОН, что объяснено высокой термодинамической активностью гидроксид-иона (55,4) и низкой термодинамической активностью воды (0,15) в этой системе [4].

Использование менее концентрированного, например, 30 %-ного водного КОН, является нецелесообразным, что связано с ростом коэффициента активности воды (до 0,6), уменьшением коэффициента активности гидроксид-аниона (до 5) [4] и, соответственно, его нуклеофильных свойств.

Твердый гидроксид калия также как и гидроксид-ион имеет большое сродство к протону –  $\text{P}A_{\text{KOH}} = 11,4$  эВ ( $\text{P}A_{\text{OH}^-} = 16,6$  эВ.) [3]. Однако

экспериментально установлено, что суспендированный твердый КОН в *n*-ксилоле неэффективен. Вероятная причина этого – низкая скорость диффузии кристаллического КОН в органическую фазу и слипание частиц твердого КОН в более крупные агрегаты по ходу реакции.

Менее эффективной, чем двухфазная система *n*-ксилол – 50 %-ный водный КОН, является система, содержащая твердую фазу безводного K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Однако эффективность карбонатной системы может быть существенно повышена за счет введения добавок KCl (ср. опыты 2 и 6). Этот синергетический эффект является, вероятно, наложением основных свойств карбоната калия и хлорид-ионов (P<sub>A<sub>Cl</sub></sub> = 14,00 эВ [4]).

Введение даже небольших добавок хлорида калия (ср. опыт 1 и 5) в систему *n*-ксилол – Pt(phen)Cl<sub>2</sub> – *n*-иоднитробензол – 50 %-ный водн. КОН – 18-краун-6 полностью подавляет реакцию. Наблюдаемый эффект может быть результатом преимущественной конкурентной экстракции более липофильных хлорид-ионов [5] из водной фазы в органическую и их меньшей основностью по сравнению с гидроксид-ионами.

Реакции в присутствии добавок триэтиламина как основания не идут, вероятно, из-за низкой растворимости арилиодида и исходного комплекса платины в этой системе.

Неэффективным оказался также плавленный ацетат натрия.

### Список литературы

1. Ли Дж. Именные реакции. Механизмы органических реакций / Дж. Ли. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 456 с.
2. Proch S. An efficient bimetallic rhodium catalyst for the direct arylation of unactivated arenes / S. Proch, Rh. Kempe // *Angew. Chem. Int. Ed.* – 2007. – V. 46, N 17. – P. 3135–3138.
3. Безбожная Т. В. Влияние координационной сферы платинового катализатора на направление прямого С-С сочетания в системах Pt<sup>II</sup>-ArH-ArI-основание. Экспериментальное и теоретическое (DFT) исследование / Т. В. Безбожная, С. Л. Литвиненко, А. О. Харанеко // *Журнал общей химии.* – 2016. – Т. 86, вып. 10. – С. 1653-1658.
4. Юфит С. С. Механизм межфазного катализа / С.С. Юфит. – М.: Наука, 1984. – 264 с.
5. Демлов Э. Межфазный катализ / Э. Демлов, З. Демлов. – М.: Мир, 1987. – 485 с.

## РЕГРЕССИОННО-КЛАССИФИКАЦИОННЫЙ АЛГОРИТМ СКРИНИНГА АНТИРАДИКАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ФЛАВОНОИДОВ И РОДСТВЕННЫХ СТРУКТУР

*Белый А.В.*, канд. хим. наук, доц.,

*Белая Н.И.*, д-р хим. наук, доц., *Тихонова Г.А.*

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

*belyj@donnu.ru*

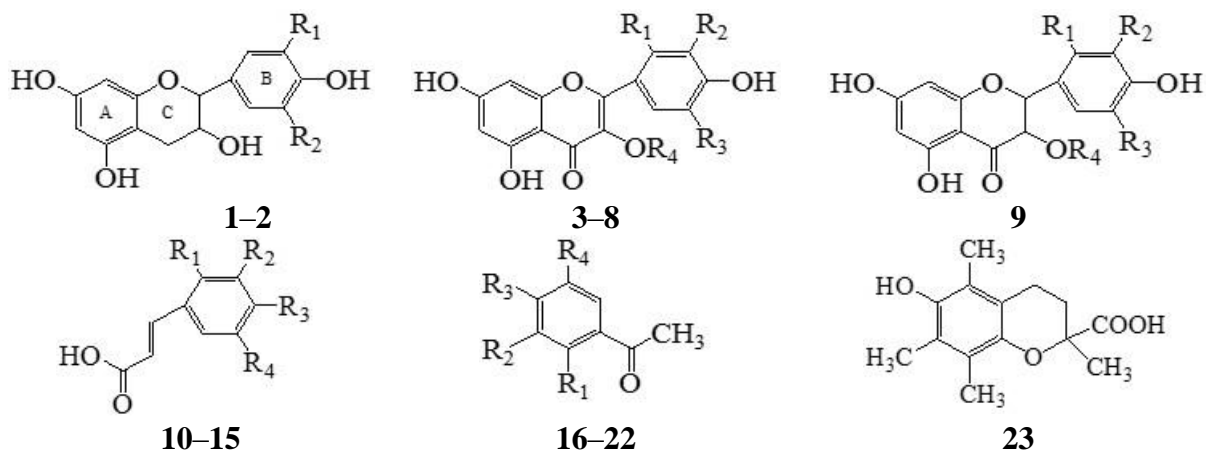
Среди фенольных соединений (ArOH) растений одно из первых мест по распространенности принадлежит флавоноидам. Интерес к исследованию флавоноидов учеными различных специальностей вызван многообразием биологических и фармакологических эффектов, которые они проявляют в организме человека и животных. Их биологическое действие объясняют регуляцией окислительно-восстановительных процессов, стабилизацией клеточных мембран, модуляцией активности ферментов и рецепторов.

В широком спектре биологической активности флавоноидов наиболее важное место занимает их способность дезактивировать активные формы кислорода ( $O_2^{\bullet-}$ ,  $HO_2^{\bullet}$ ,  $HO^{\bullet}$  и т.д.), которые являются участниками важнейших физиологических процессов в живых клетках, но при повышенной концентрации могут негативно влиять на организм человека. Для регулирования таких опасных последствий существует защитный механизм, в реализации которого важная роль отводится природным антиоксидантам (АО), в том числе флавоноидами и их производным.

В связи с вышесказанным создание прогностического регрессионно-классификационного алгоритма скрининга антирадикальной активности (АРА) флавоноидов на основе исследования кинетики их радикального окисления в физиологических средах и формирования системы регрессий «дескриптор – активность» является своевременной и актуальной задачей, на решение которой направлена данная работа.

На первом этапе создания прогностической модели проводился эмпирический отбор антиоксидантов (1–22) по антирадикальной активности в реакции с радикалом 2,2'-дифенил-1-пикрилгидразилом ( $DRPH^{\bullet}$ ) в смешанном растворителе диметилсульфоксид (ДМСО)–буфер с  $pH = 7.35$  методом фотоколориметрии и с активными формами кислорода – супероксид анион-радикалом кислорода и его протонированной формой ( $O_2^{\bullet-}/HO_2^{\bullet}$ ) методом хроновольтамперометрии. В качестве эталонного антиоксиданта использовался водорастворимый аналог витамина Е – тролокс (Тх) (23) (схема 1).

### Схема 1.



**1** – катехин ( $R_1=OH$ ,  $R_2=H$ ); **2** – галлокатехин ( $R_1=R_2=OH$ ); **3** – кемпферол ( $R_1=R_2=R_3=R_4=H$ ); **4** – кверцетин ( $R_2=OH$ ,  $R_1=R_4=R_3=H$ ); **5** – изорамнетин ( $R_2=OCH_3$ ,  $R_1=R_3=R_4=H$ ); **6** – морин ( $R_1=OH$ ,  $R_2=R_3=R_4=H$ ); **7** – мирицетин ( $R_2=R_3=OH$ ,  $R_1=R_4=H$ ); **8** – кверцитрин (3-рамнозид кверцетина) ( $R_2=OH$ ,  $R_1=R_3=H$ ,  $R_4=L$ -рамноза); **9** – дигидрокверцетин ( $R_2=OH$ ,  $R_1=R_4=R_3=H$ ); **10** – 2-гидроксикоричная кислота ( $R_1=OH$ ,  $R_2=R_3=R_4=H$ ); **11** – 3-гидроксикоричная кислота ( $R_2=OH$ ,  $R_1=R_3=R_4=H$ ); **12** – 4-гидроксикоричная кислота ( $R_3=OH$ ,  $R_1=R_2=R_4=H$ ); **13** – 3,4-дигидроксикоричная кислота ( $R_2=R_3=OH$ ,  $R_1=R_4=H$ ); **14** – 3-метокси-4-гидроксикоричная кислота ( $R_2=OCH_3$ ,  $R_3=OH$ ,  $R_1=R_4=H$ ); **15** – 3,5-диметокси-4-гидроксикоричная кислота ( $R_2=R_4=OCH_3$ ,  $R_3=OH$ ,  $R_1=H$ ); **16** – 2-гидроксиацетофенон ( $R_1=OH$ ,  $R_2=R_3=R_4=H$ ); **17** – 3-гидроксиацетофенон ( $R_2=OH$ ,  $R_1=R_3=R_4=H$ ); **18** – 4-гидроксиацетофенон ( $R_3=OH$ ,  $R_1=R_2=R_4=H$ ); **19** – 2,4-дигидроксиацетофенон ( $R_1=R_3=OH$ ,  $R_2=R_4=H$ ); **20** – 2,5-дигидроксиацетофенон ( $R_1=R_4=OH$ ,  $R_2=R_3=H$ ); **21** – 3,4-дигидроксиацетофенон ( $R_2=R_3=OH$ ,  $R_1=R_4=H$ ); **22** – 3-метокси-4-гидрокси-ацетофенон ( $R_2=OCH_3$ ,  $R_3=OH$ ,  $R_1=R_4=H$ ); **23** – тролокс (6-гидрокси-2,5,7,8-тетраметилхроман-2-карбоновая кислота).

Следующий этап разработки прогностической модели направлен на выбор молекулярных дескрипторов фенолов, связанных с лимитирующей стадией механизма реакции.

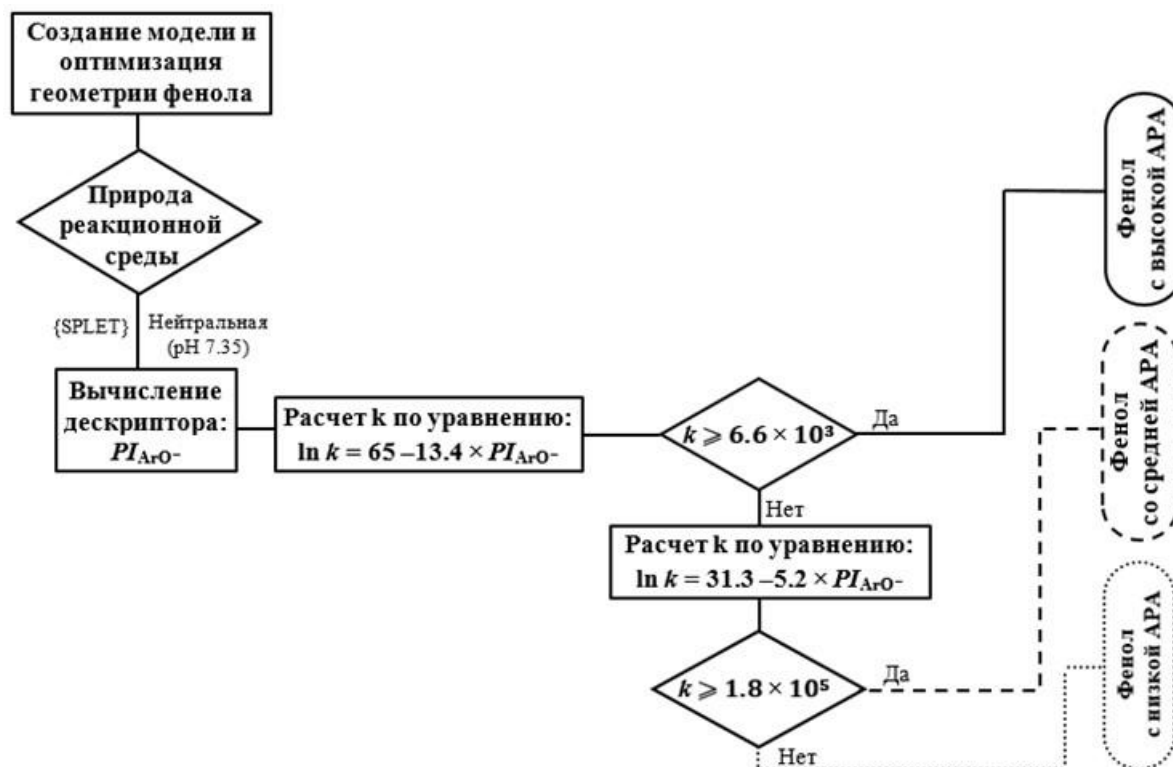
Исследование кинетики и механизма реакции фенольных антиоксидантов со свободными радикалами в нейтральных средах является наиболее сложным этапом, поскольку в системе присутствуют одновременно и молекулярные, и ионные формы фенолов. В этом случае стоит говорить о комбинации механизмов переноса электрона от иона (SPLET) и от молекулы (ET-PT) с возможным доминированием одного из них. ET-PT- и SPLET-зависимым дескриптором является, как правило, потенциал ионизации молекулярной и ионной форм фенольного антиоксиданта соответственно.

Поиск и расчет дескрипторов ионной формы осуществлялся путем комбинирования двух методов: вначале методом QSPR в программе Marvin 18.14 определялись ионы, доля которых в системе при заданном pH достаточно велика, чтобы влиять на скорость лимитирующей стадии. Затем для выбранных ионов методом DFT рассчитывались значения потенциалов ионизации фенолят-ионов ( $PI_{ArO^-}$ ). Квантово-химические

расчеты проводились с использованием пакета Gaussian 09 в рамках теории функционала плотности (DFT) с гибридным функционалом B3LYP.

В работе путем комбинирования методов DFT и QSPR проведен поиск и расчет механизм-зависимых дескрипторов ионных форм фенольных соединений. Получена готовая система полуэмпирических уравнений, связанная с кинетической схемой, и позволяющая одновременно количественно оценить АРА природных фенолов и разделить их на группы веществ с разной реакционной способностью.

Схема 2.



При создании регрессионно-классификационного алгоритма скрининга использовался комплексный подход «среда – механизм – дескриптор – активность» (схема 2), что позволяет учитывать данные о механизме проявления искомой активности вещества. Высокая прогностическая способность представленной модели подтверждена низкой относительной погрешностью аппроксимации констант скоростей реакций контрольной группы веществ (8, 9, 14, 15, 20–22) с азот- и кислород-центрированными радикалами (не более 15 %).

## КОНФОРМАЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ КОМПЛЕКСОВ N-ОКСИДОВ С $\text{BF}_3$

*Викторчук Н.А., Белова Н.В.*, д-р хим. наук, проф.,

*Слизнев В.В.*, д-р хим. наук

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет»,

г. Иваново, РФ

*n\_viktorchuk@mail.ru*

Уникальные биологические и физико-химические свойства N-оксидов обуславливают неослабевающий интерес к данному классу соединений. N-оксиды проявляют противогрибковую, антимикробную и противовирусную активность, не исключается возможность применения N-оксидов в качестве ингибиторов обратной транскриптазы при борьбе с различными вирусами, в том числе SARS и ВИЧ [1]. Результаты многочисленных исследований позволяют напрямую связать биохимическую активность гетероциклических N-оксидов с процессами комплексообразования в живых организмах, причем принято считать, что свойства семиполярной связи  $\text{N} \rightarrow \text{O}$  непосредственно влияют на комплексообразующие свойства, а в зависимости от типа заместителя в гетероцикле можно добиться заданных химических модификаций N-оксидов и повлиять на их комплексообразующие свойства.

В литературе обсуждается вопрос о природе взаимодействия N-оксидов с акцепторами различных типов. Авторы работы [2] связывают конформационное многообразие комплексов с возможностью перегибридизации атома кислорода. В комплексах N-оксидов предполагается возможность двух гибридных состояний атома кислорода:  $sp^3$  при котором заместитель располагается перпендикулярно плоскости пиридинового кольца и  $sp^2$ , когда заместитель расположен в плоскости гетероцикла. Так, по данным рентгеноструктурного анализа для 4-MePyO- $\text{BF}_3$  установлено, что в кристаллической фазе  $\nu$ -акцептор  $\text{BF}_3$  располагается практически перпендикулярно плоскости гетероцикла, в то же время  $^1\text{H}$  ЯМР исследования позволяют сделать вывод, что в растворах  $\text{CDCl}_3$  и  $\text{DMCO-d}_6$  тот же комплекс существует в виде конформера, в котором группа  $\text{BF}_3$  расположена в плоскости пиридинового кольца. Авторы [2] отмечают, что в случае комплекса 4-MeOPyO- $\text{BF}_3$  данные  $^1\text{H}$  ЯМР согласуются с результатами рентгеноструктурного анализа. В связи с чем, авторами [2] обсуждается возможность взаимосвязи между состоянием атома кислорода в N-оксидной группе и природой заместителя (донорный или акцепторный).

В рамках данной работы изучены конформационные особенности трех комплексов N-оксидов с  $\text{BF}_3$ : 4-метилпиридин-N-оксид с  $\text{BF}_3$  (4-

MePyO-BF<sub>3</sub>), 4-метоксипиридин-N-оксид с BF<sub>3</sub> (4-MeOPyO-BF<sub>3</sub>) и 4-нитропиридин-N-оксид с BF<sub>3</sub> (4-NO<sub>2</sub>PyO-BF<sub>3</sub>). Квантово-химические расчеты выполнялись в рамках теории функционала электронной плотности, применялся функционал M062-X, с базисными наборами aug-cc-pVTZ с использованием программного пакета GAUSSIAN 03.

Конформационные особенности комплексов N-оксидов с BF<sub>3</sub> изучались посредством выполнения расчётов зависимости энергии молекулярной системы как функции постоянного параметра (торсионного угла C<sub>1</sub>-N<sub>1</sub>-O<sub>1</sub>-B<sub>1</sub>) при варьировании всех остальных геометрических параметров комплексов. Для стационарных точек на ППЭ выполнялась полная оптимизация параметров и расчет частот колебаний с целью установления вида стационарной точки.

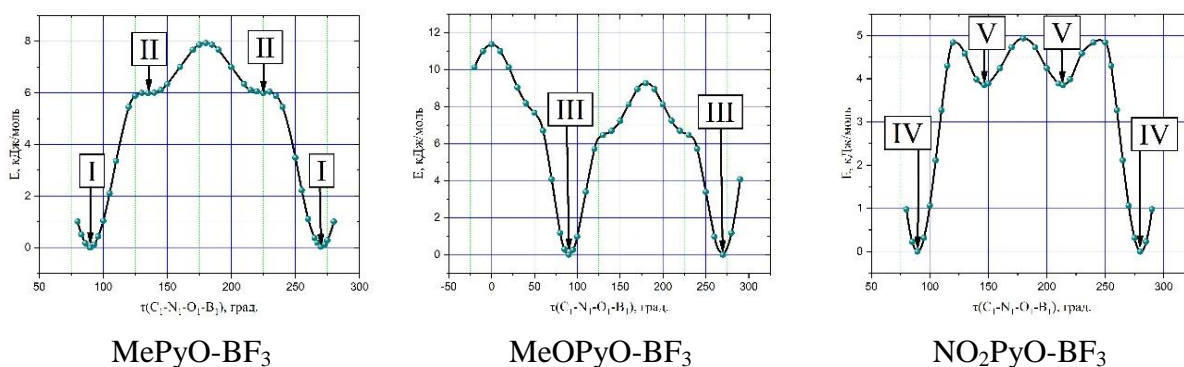


Рис. 1. Потенциальные кривые внутреннего вращения вокруг связи N<sub>1</sub>-O<sub>1</sub> в комплексах N-оксидов

Структуры устойчивых конформеров исследованных комплексов представлены на рис. 2. Согласно результатам расчетов, комплекс 4-MePyO-BF<sub>3</sub> способен существовать в двух устойчивых конформациях. В случае конформера I координационная связь между атомом кислорода в N-оксидной группе и атомом бора в составе BF<sub>3</sub> располагается практически перпендикулярно плоскости гетероциклического кольца, а в другом конформере эта связь «скошена» (конформер II). В случае же комплекса 4-MeOPyO-BF<sub>3</sub> установлено существование единственного устойчивого конформера (III). Для комплекса 4-NO<sub>2</sub>PyO-BF<sub>3</sub> установлено наличие двух устойчивых конформеров (IV и V), подобных конформерам комплекс 4-MePyO-BF<sub>3</sub>.

В табл. приведены некоторые геометрические параметры полученных устойчивых конфигураций комплексов. Отметим, что, если в конформерах I, III и IV валентный угол при атоме кислорода близок к 109,5 град., т.е. формально можно считать, что кислород находится в sp<sup>3</sup>-состоянии, то значение данного угла в конформерах II и V не позволяет говорить о sp<sup>2</sup> или sp<sup>3</sup> гибридном состоянии атома кислорода. Анализ полученных данных также показывает, что явной зависимости конформационных свойств комплекса от донорных (акцепторных) свойств заместителя, по всей видимости, не существует.

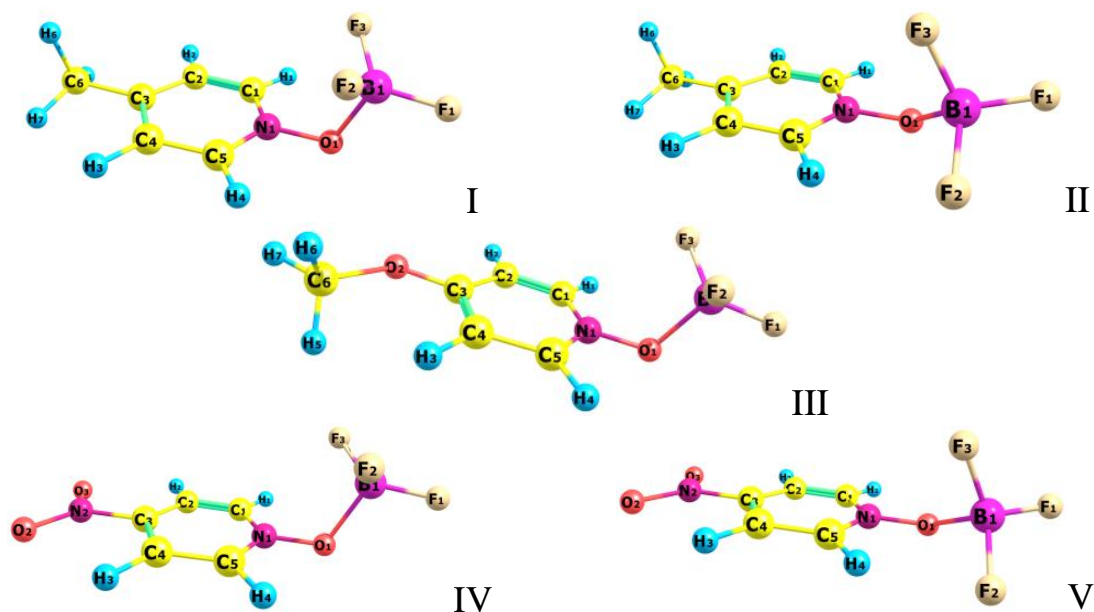


Рис. 2. Структура конформеров комплексов 4-МеPyO-BF<sub>3</sub> (I и II), 4-МеOPyO-BF<sub>3</sub> (III) и 4-NO<sub>2</sub>PyO-BF<sub>3</sub> (IV и V)

Анализ распределения электронной плотности в терминах QТАИМ показал присутствие слабой водородной связи, которая образуется в результате сближения атомов Н<sub>4</sub> и F<sub>2</sub> при вращении вокруг связи N–O. При этом отклонение связи N–O от цилиндрической симметрии, вероятно, приводит к сопряжению атома кислорода с гетероароматической системой, что может способствовать дополнительной стабилизации конформеров II и V.

Таблица 1

Геометрические параметры устойчивых конформаций молекулярных комплексов N-оксидов с BF<sub>3</sub>

Конформер	I	II	III	IV	V
r(N <sub>1</sub> -O <sub>1</sub> ), Å	1.339	1.334	1.343	1.329	1.320
r(N <sub>1</sub> -C <sub>1</sub> ), Å	1.339	1.340	1.344	1.341	1.346
∠C <sub>1</sub> -N <sub>1</sub> -C <sub>5</sub> , град.	122.2	121.7	122.0	123.0	122.2
∠N <sub>1</sub> -O <sub>1</sub> -B <sub>1</sub> , град.	109.4	114.7	109.2	109.2	116.4
∠C <sub>1</sub> -N <sub>1</sub> -O <sub>1</sub> -B <sub>1</sub> , град.	89.7	135.6	90.1	89.5	146.5

*Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (грант FZZW-2020-0007)*

### Список литературы

- Balzarini J., Keyaerts E., Vijgen L., Fandermeer F., Stevens M., E. De Clercq, Egberick H., van Ranst M. Pyridine N-oxide derivatives are inhibitory to the human SARS and feline infectious peritonitis coronavirus in cell culture // J. Antimicrobial Chemother. – 2006. – V. 57. – P. 472.
- Андреев В. П., Тафеенко В. А., Ивашевская С. Н. Молекулярные комплексы гетероароматических N-оксидов с трифторидом бора // ЖОХ. – 2014. – Т. 84. – С. 262–265.

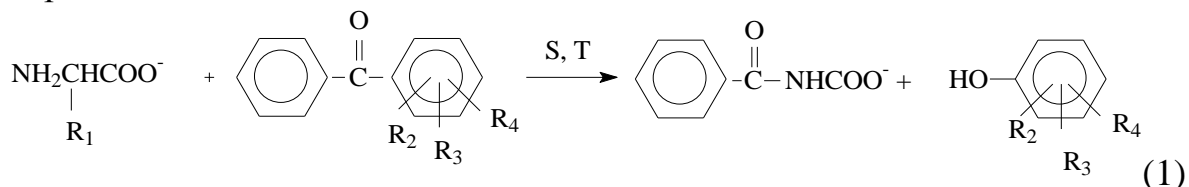


## КИНЕТИКА РЕАКЦИИ N-АЦИЛИРОВАНИЯ $\alpha$ -АМИНОКИСЛОТ ЗАМЕЩЕННЫМ ФЕНИЛБЕНЗОАТОМ В СРЕДЕ ВОДА – ЭТАНОЛ

*Дорофеева Ю.С.*, канд. хим. наук, доц., *Притулина А.В.*  
ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет», г. Иваново, РФ  
*dorofeevays@bk.ru*

Ациламинокислоты за счет своей физиологической активности, широко используются в биологических исследованиях, являясь действующим веществом множества соединений. Промышленный синтез данных объектов осуществляют при взаимодействии аминокислот с замещенными фенилбензоатами, активированными нитрогруппами [1] в водно-органических растворителях. Показано, что ацилированные  $\alpha$ -аминокислоты не обладают токсичностью, легко разрушаются микроорганизмами природной среды не являясь экологическими токсикантами [5]. Поэтому данное исследование, которое в течение ряда лет проводится на кафедре фундаментальной и прикладной химии ИВГУ направлено на расширение кинетических данных реакции N-ацилирования  $\alpha$ -аминокислот замещенными фенилбензоатами в водно-органических средах.

Взаимодействие  $\alpha$ -аминокислот с ацилирующими агентами протекает по уравнению (1). Данная реакция, а именно ацилирование анионной формы  $\alpha$ -аминокислоты замещенными фенилбензоатами, является реакцией нуклеофильного замещения у карбонильного атома углерода.



где  $R_1$  – радикал соответствующей  $\alpha$ -аминокислоты;  $R_2, R_3, R_4$  – H или  $\text{NO}_2$ , в соответствующем положении; S – растворитель; T – температура

Наряду с реакцией (1) в водно-органической среде возможно протекание гидролиза замещенного фенилбензоата (2,4-динитрофенилового эфира бензойной кислоты). Экспериментальным путем было установлено, что при соблюдении определенных условий постановки эксперимента ацилирующий агент не гидролизует [4]. Кинетические исследования изучаемой реакции (1) проводили спектрофотометрическим методом в видимой области спектра, при значительном избытке  $\alpha$ -аминокислоты (в  $10^2 - 10^3$  раз) по сравнению с концентрацией замещенного фенилбензоата. Расчет констант скорости первого порядка  $k_1$  выполняли методом Гуттенгейма, расчет константы скорости второго порядка (k) проводили по уравнению:

$$k=k_1/C_1 \quad (2)$$

где  $C_1$  – концентрация анионной формы  $\alpha$ -аминокислоты.

Значения энергии и энтропии активации реакции рассчитывали по уравнениям Аррениуса и Эйринга соответственно. Кинетические характеристики реакции N-ацилирования L- $\alpha$ -Ala, L-VIa 2,4-динитро-фениловым эфиром бензойной кислоты в водном этаноле приведены в таблице 1.

Таблица

$X_{H_2O}$	$(k \pm S_k t \alpha)$ , л/(моль·с), 298K	$E_{акт}$ , к Дж/моль	$-\Delta S^\ddagger_{,298}$ Дж/моль·К
L- $\alpha$ -Ala			
0.52	$0,546 \pm 0,01$	$48,4 \pm 0,7$	$95 \pm 2$
0,58	$0,521 \pm 0,01$	$46,2 \pm 0,9$	$104 \pm 3$
0.63	$0,575 \pm 0,01$	$44,8 \pm 0,2$	$107 \pm 1$
0.72	$0,597 \pm 0,01$	$43,4 \pm 0,4$	$112 \pm 1$
0.79	$0,858 \pm 0,01$	$39,3 \pm 0,2$	$123 \pm 1$
0.86	$1,138 \pm 0,01$	$35,6 \pm 0,9$	$132 \pm 3$
L-VIa			
0.52	$0,490 \pm 0,01$	$44,4 \pm 1,6$	$110 \pm 5$
0.63	$0,496 \pm 0,01$	$43,4 \pm 1,2$	$114 \pm 4$
0.72	$0,586 \pm 0,01$	$42,4 \pm 1,2$	$116 \pm 4$
0.79	$0,820 \pm 0,01$	$40,3 \pm 0,5$	$120 \pm 1$
0.86	$1,051 \pm 0,01$	$37,7 \pm 0,7$	$127 \pm 2$

Из таблицы видно, что состав растворителя вода–этанол оказывает существенное влияние на кинетические закономерности реакции. При изменении состава растворителя от 0,52 м.д. (30 масс.%) до 0,86 м.д. (70 масс.%) воды в растворителе вода-этанол константа скорости реакции N-ацилирования L- $\alpha$ -Ala и L-VIa замещенным фенилбензоатом увеличивается в 2 раза. Полученные в работе данные согласуются с результатами исследований, представленными в работе [2-4] и объясняются с позиции существования молекулярных комплексов с различной реакционной способностью, превалирование которых определяется термодинамикой комплексообразования в соответствии с природой и составом среды. Рассчитанные величины энергии активации изучаемой реакции имеют достаточно низкие значения, а величины энтропии активации реакции характеризуются большими отрицательными значениями. Между указанными величинами существует линейная зависимость (компенсационный эффект), которая описывается уравнением:

$$\Delta H^\ddagger = A + T_{изо} \Delta S^\ddagger, \quad (3)$$

где  $A$  – постоянная величина,  $T_{изо}$  – изокинетическая температура.

Для изученной реакции (1) уравнение (3) имеет значения:

$$\Delta H^\ddagger = (73130 \pm 99,41) + (311 \pm 10)\Delta S^\ddagger, \quad r = 0,999 \quad (4)$$

Полученные результаты могут быть использованы при решении проблемы влияния строения реагентов и среды на скорость химических реакций, в частности для технологии синтеза ацилпроизводных  $\alpha$ -аминокислот.

### Список литературы

1. Акимова А. А. Ациламинокислоты синтез и свойства / А. А. Акимова, О. И. Галахов // Изв. Вузов. Химия и химическая технология. – 1987. – Т. 30, № 6.
2. Кочетова Л. Б. Амиды и сульфонамиды: кинетические закономерности синтеза и механизмы реакций / Л. Б. Кочетова, Т. П. Кустова, Л. В. Курицын. – Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2020. – 282 с.: Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=597539>. (дата обращения: 21.05.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-4499-1515-3. – DOI 10.23681/597539. – Текст: электронный.
3. Курицын Л. В., Кустова Т. П., Садовников А. И., Калинина Н. В., Клюев М. В. Кинетика реакций ацильного переноса. – Иваново: Иван. гос ун-т. – 2006.
4. Курицын Л. В., Лебедухо А. Ю., Садовников А. И. Влияние состава водно-органического растворителя на кинетику реакции *N*-ацилирования  $\alpha$ -аминокислот 4-нитрофениловым эфиром 4-нитробензойной кислоты // ЖОХ. – 2004. – Т. 74, вып. 2.
5. Михалкин А. П. Получение, свойства и применение *N*-ацил- $\alpha$ -аминокислот // Успехи химии. – 1995. – Т. 64. – №3.

УДК 544.42 : (54.052 + 54.057)

## ВЛИЯНИЕ ИНИЦИИРУЮЩИХ СИСТЕМ НА СВОЙСТВА ГИДРОГЕЛЕЙ ПОЛИВИНИЛОВОГО СПИРТА И СОПОЛИМЕРА МАЛЕИНОВОГО АНГИДРИДА

*Завязкина Т.И., Тюрина Т.Г.*, д-р хим. наук.

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

г. Донецк, РФ

*tatzavyazkina@gmail.com*

Гидрогели на основе поливинилового спирта (ПВС) широко используются в медицине благодаря биосовместимости, биоразлагаемости и низкой токсичности. Они являются базой для создания раневых покрытий, систем адресной доставки лекарственных препаратов и др. [1–4]. Вследствие низких деформационно-прочностных характеристик индивидуальных гидрогелей ПВС его используют в составе смесей с другими полимерами, в том числе с биосовместимыми сополимерами малеинового ангидрида (МА) [5]. Актуальным методом получения сшитых гидрогелей медицинского назначения является радикальная сшивка, инициаторами которой могут выступать как пероксиды, так и иницирующие системы (ИС) амин–пероксид [5, 6].

В настоящей работе были получены гидрогелевые пленки на основе ПВС и сополимера МА с винилацетатом (МА–ВА) (ПВС:МА–ВА = 4:1, массовая доля полимеров в поливочном растворе ~6%) с использованием ИС триэтаноламин/персульфат аммония (ТЭА/ПСА) и аскорбиновая кислота/персульфат аммония (АК/ПСА) ([ПСА] = 0,75 мас.%, [ТЭА] = 0,15–1,6 мас.%, [АК] = 0,65 мас.% относительно массы полимеров). После отверждения пленки выдерживали при 100 °С в течение 15, 30 или 60 мин, после чего определяли их степень набухания (DS), массовую долю геля (G) и водопоглощение (WC) в воде и физрастворе (рис. 1, 2).

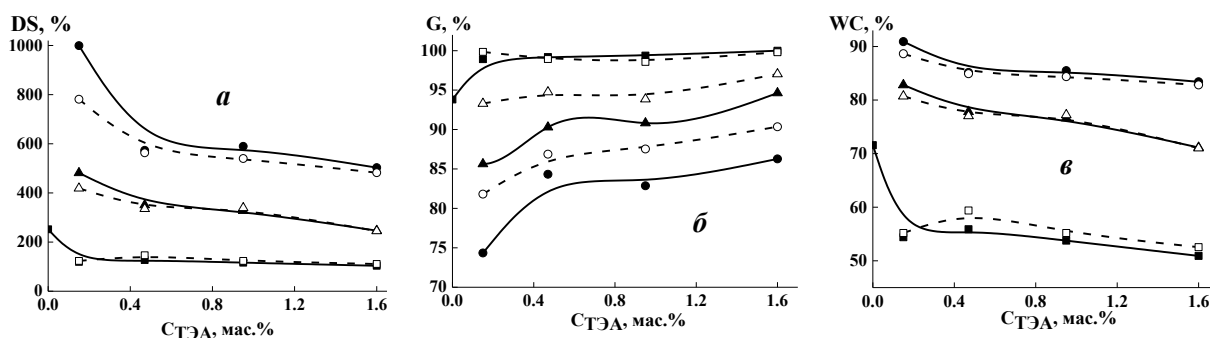


Рис. 1. Зависимость степени набухания (а), массовой доли геля (б) и водопоглощения (в) от содержания ТЭА для пленок, прогретых при 100 °С в течение 15 (●, ○), 30 (▲, △), 60 мин (■, □), при набухании в воде (сплошная линия) и физрастворе (пунктир).

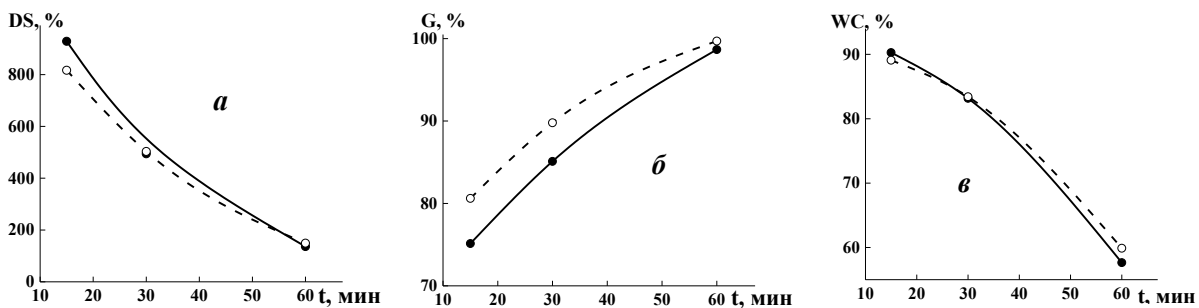


Рис. 2. Зависимость степени набухания (а), массовой доли геля (б) и водопоглощения (в) от времени выдержки при 100 °С пленок, полученных с использованием ИС АК/ПСА, при набухании в воде (сплошная линия) и физрастворе (пунктир).

Доля геля в пленках, полученных с использованием ТЭА/ПСА, после их выдержки при 100 °С в течении 60 мин приближается к 100% независимо от концентрации ТЭА, однако вместе с этим наблюдается существенное снижение степени набухания (рис. 1а, б). Эта закономерность выполняется и для ИС АК/ПСА (рис. 2а, б). Пленки, полученные с выдержкой 30 мин при 100 °С и содержанием ТЭА 0,47 и 0,95 мас.%, имели достаточно высокие значения степени набухания в воде (350 и 328%, соответственно) при доле геля 90–91%. Использование АК/ПСА позволило при тех же условиях изготовить пленки с более

высокими значениями  $DS = 494\%$ , однако одновременно снизилась и доля геля:  $G = 85\%$  (рис. 2).

Полученные данные свидетельствуют о том, что в сравнении с ПСА иницирующие системы, включающие дополнительно триэтаноламин или аскорбиновую кислоту, позволяют за счет варьирования их состава получать сшитые гидрогели с регулируемыми параметрами при меньших затратах энергии.

### Список литературы

1. Polyvinyl alcohol based-drug delivery systems for cancer treatment / G. Rivera-Hernández, M. Antunes-Ricardo, P. Martínez-Morales [et al.] // J. Pharm. – 2021. – Т. 600. – С. 120478. – DOI: 10.1016/j.ijpharm.2021.120478
2. A review on various maleic anhydride antimicrobial polymers / A. Nagaraja, M.D. Jalageri, Y. M. Puttaiahgowda [et al.] // J. Microbiol. Methods. – 2019. – Т. 163. – С. 105650. – DOI: 10.1016/j.mimet.2019.105650
3. Kamoun E.A. A review on polymeric hydrogel membranes for wound dressing applications: PVA-based hydrogel dressings / E.A. Kamoun, E.R.S. Kenawy, X. Chen // J. Adv. Res. – 2017. – Т. 8. №. 3. – С. 217–233. – DOI: 10.1016/j.mimet.2019.105650
4. Optimizing the tensile properties of polyvinyl alcohol hydrogel for the construction of a bioprosthetic heart valve stent / W.K. Wan, G. Campbell, Z.F. Zhang [et al.] // J. Biomed. Mater. Res. – 2002. – Т. 63, №. 6. – С. 854–861. – DOI: 10.1002/jbm.10333
5. Hennink W.E. Novel crosslinking methods to design hydrogels / W.E. Hennink, C.F. van Nostrum // Advanced drug delivery reviews. – 2012. – Т. 64. – С. 223–236. – DOI: 10.1016/j.addr.2012.09.009
6. Moszner N. Recent developments of new components for dental adhesives and composites / N. Moszner, U. Salz // Macromol. Mater. Eng. – 2007. – Т. 292, №. 3. – С. 245–271. – DOI: 10.1002/mame.200600414

УДК 544.43

## КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ГАЗОВОФАЗНОЙ РЕАКЦИИ БЕНЗГИДРАЗИДА С 4-НИТРОБЕНЗОЛСУЛЬФОНИЛХЛОРИДОМ

*Кочетова Л.Б.*, д-р хим. наук, доц.,

*Кустова Т.П.*, д-р хим. наук, проф., *Двойникова А.В.*

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет», г. Иваново, РФ

*kochetova\_lb@mail.ru*

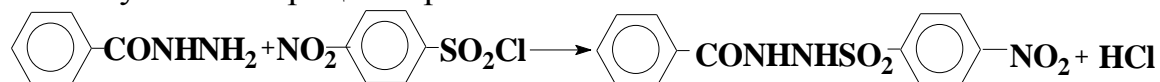
На протяжении ряда лет нашей группой проводятся комплексные исследования кинетических закономерностей и механизмов реакций ацилирования соединений, содержащих аминогруппу, карбонильными и сульфонильными ацилирующими агентами. В проводимых исследованиях в качестве нуклеофильных участников реакций нами рассматривались

ароматические, алифатические и жирноароматические амины, аммиак, аминокислоты, дипептиды, аренкарбо- и аренсульфонилгидразиды; в частности, ранее нами был исследован ряд реакций с участием бензгидразида. В продолжение проводимых исследований в настоящей работе нами проведено квантово-химическое моделирование механизма реакции бензгидразида с 4-нитробензолсульфонилхлоридом (4-НБСХ) в газовой фазе.

Ранее механизмы взаимодействия аренкарбогидразидов с сульфонилирующими агентами изучались только в работах [1, 2] где, на основании квантово-химических расчетов поверхностей потенциальной энергии ряда реакций, а также характеристик молекул реагентов было показано, что указанные процессы протекают в соответствии с механизмом  $S_N2$ . Следует отметить, что для ацилирования соединений, содержащих аминогруппу, наиболее вероятными считаются неразличимые кинетически бимолекулярный согласованный механизм нуклеофильного замещения и стадийный механизм присоединения-отщепления [1].

Расчеты проводились методом RHF/6-31G(d) с помощью программного пакета Firefly 7.1G [3].

Исследуемый процесс протекает в соответствии со схемой:



Моделирование проводили посредством построения трехмерной поверхности потенциальной энергии реакции (ППЭ) при варьировании двух наиболее изменяющихся при протекании процесса внутренних координат системы. В качестве таковых были выбраны расстояние между атомами серы сульфонилхлорида и азота первичной аминогруппы гидразида, образующими сульфамидную связь в продукте реакции  $r(\text{S-N})$ , и угол атаки молекулы нуклеофила (бензгидразида) на сульфонильный реакционный центр ( $\angle \text{C}_{\text{Ar}}\text{SN}$ ). При проведении моделирования расстояние S-N изменяли от 4,5 до 1,5 Å с шагом 0,1 Å, а угол  $\text{C}_{\text{Ar}}\text{SN}$  – от 90 до 180° с шагом 10°. В каждой точке ППЭ указанные координаты «замораживали» и проводили полную оптимизацию геометрии системы.

Расчитанная ППЭ представлена на рис. 1 в виде контурной карты (а) и трехмерного изображения (б).

Из данных рис. 1 следует, что на ППЭ изучаемого процесса присутствует единственный путь минимальной энергии, ведущий от реагентов к продуктам через единственную седловую точку, соответствующую переходному состоянию реакции. Минимумы, соответствующие промежуточным продуктам, на ППЭ отсутствуют. Полученная форма ППЭ свидетельствует о протекании изучаемого процесса в одну стадию по механизму  $S_N2$ .

Структуру активированного комплекса реакции рассчитывали с помощью команды SADPOINT, результаты приведены на рис. 2 и в табл.

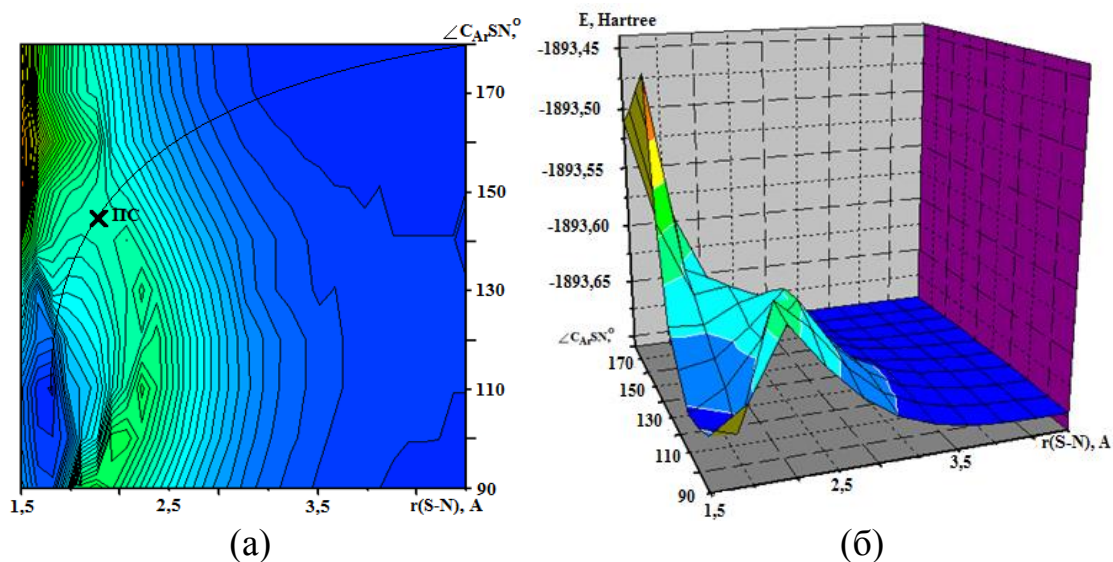


Рис. 1. ППЭ реакции бензгидрида с 4-НБСХ в газовой фазе

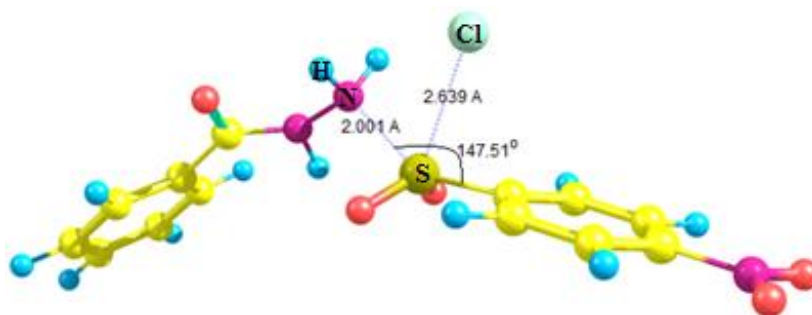


Рис. 2. Структура активированного комплекса реакции бензгидрида с 4-НБСХ в газовой фазе

В табл. для сравнения приведены также результаты расчетов активированных комплексов реакций бензгидрида с 4-метилбензолсульфонилхлоридом (4-МБСХ), бензолсульфонилхлоридом (БСХ) и 3-нитробензолсульфонилхлоридом (3-НБСХ), полученные нами ранее [2].

Таблица  
Геометрические характеристики активированных комплексов газофазных реакций бензгидрида с аренсульфонилхлоридами

Параметр	Значение			
	4-МБСХ [2]	БСХ[2]	3-НБСХ[2]	4-НБСХ
Длина связи S-N, Å	2,071	2,056	2,010	2,001
Порядок связи S-N	0,37	0,38	0,42	0,43
Длина связи S-Cl, Å	2,680	2,669	2,642	2,639
Порядок связи S-Cl	0,43	0,44	0,46	0,46
Длина связи N-H, Å	1,004	1,005	1,010	1,011
Расстояние H-Cl, Å	2,466	2,469	2,471	2,665
$\angle C_{Ar}SN, ^\circ$	147,4	147,5	147,0	147,5
$\angle CISNH, ^\circ$	50,2	51,0	65,8	66,4

Данные табл. свидетельствуют о том, что в изучаемой реакции образуется «синхронное» переходное состояние, т.к. порядки рвущейся (S-Cl) и образующейся (S-N) связей близки. Сопоставление результатов расчета активированного комплекса реакции с участием 4-НБСХ с геометрическими характеристиками активированных комплексов реакций с участием других сульфонилхлоридов показывает существование тенденций в их изменении при переходе от 4-МБСХ, содержащего электронодонорный заместитель к нитробензолсульфонилхлоридам, содержащим электроноакцепторную нитрогруппу. В ряду 4-МБСХ, БСХ, 3-НБСХ, 4-НБСХ длины связей S-N и S-Cl уменьшаются, а длины связей H-Cl и N-H увеличиваются, что согласуется с представлениями об электронном влиянии заместителей в бензольном кольце сульфонилхлорида на его реакционную способность в ацилировании [1].

### Список литературы

1. Кинетика реакций ацильного переноса: моногр. / Л. В. Курицын, Т. П. Кустова, А. И. Садовников [и др.]; Иваново: Иван. гос. ун-т, 2006. – 260с. – ISBN 5-7807-0557-7. – Текст: непосредственный.
2. Кочетова Л. Б. Квантово-химическое изучение влияния строения аренсульфонилхлорида на механизм сульфонилирования бензгидразида в газовой фазе / Л. Б. Кочетова, Т. П. Кустова, А. В. Двойникова // Бутлеровские сообщения. – 2022. – Т.69, №1. – С.24–33. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/22-69-1-24
3. Granovsky A. A. Firefly version 7.1.G. www <http://classic.chem.msu.su/gran/firefly/index.html>.

УДК 620.197.3

## ИНГИБИТОРЫ КОРРОЗИИ ОКРУЖАЮЩИЕ НАС

*Курьято Н.А.<sup>1,2</sup>, Князева Л.Г.<sup>1</sup>, д-р хим. наук, доц.,  
Дорохов А.В.<sup>1</sup>, канд. хим. наук*

<sup>1</sup>ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», г. Тамбов, РФ

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов, РФ  
*cska-sparta@yandex.ru*

**Введение.** Углеродистые стали используются в большинстве важных отраслей промышленности, таких как строительство, атомная и нефтяная, благодаря их высокой прочности и простоте изготовления. Кислотные растворы используются во многих промышленных процессах для очистки, травления и удаления накипи. Одним из эффективных методов снижения коррозионного воздействия на металлы является использование ингибиторов. Ингибиторы в целом подразделяются на две категории, а



именно: органические и неорганические, которые встречаются в продаже и используются в промышленных зонах. Традиционные неорганические ингибиторы коррозии, такие как хроматы, нитриты, соли ртути и т. д., ограничены или запрещены из-за высокой токсичности и загрязнения окружающей среды. Органические соединения используются в качестве ингибиторов коррозии в кислых растворах, в основном содержат такие соединения как полисахариды, аминокислоты, полифенолы и т.д. Эти вещества могут адсорбироваться на поверхности металла через такие гетероатомы, как N, S, P и O [1]. Таким образом предотвращается реакция между агрессивной средой и активной поверхностью металла. Несмотря на то, что многие органические ингибиторы обладают хорошими антикоррозионными свойствами, они также имеют недостатки, например, могут представлять опасность для здоровья человека, обладают высокой стоимостью, следовательно, необходимо обратить внимание на поиск более дешевых, экологически безопасных ингибиторов природного происхождения.

Например, экологически чистые вещества, такие как растительные экстракты, содержащие определенные органические молекулы, могут послужить в качестве альтернативы традиционным ингибиторам коррозии. Экстракты растений, обычно, действуют как смешанные ингибиторы [2]. Натуральные экстракты могут быть эффективны в качестве экологически безопасных ингибиторов коррозии, они предлагают простую и практичную рецептуру, а также применение их в кислых средах. Благодаря достижениям в изучении данного типа ингибиторов, встречающиеся в природе химические вещества, такие как катехин, кофейная кислота, галловая кислота и дубильная кислота, были изучены как ингибиторы коррозии для углеродистой стали [3]. Натуральные экстракты биоразлагаемы, не представляют опасности для здоровья и являются возможным решением для переработки некоторых отходов агропроизводства. Использование растительных экстрактов в качестве ингибиторов коррозии, полученных из различных частей растений, включая листья и корни, является экономичной и экологически чистой стратегией.

Целью данной работы было изучение защитных свойств отваров некоторых распространенных в повседневной жизни натуральных продуктов.

**Основная часть.** Исследования показали, что скорости коррозии стали Ст3 в воде могут отличаться в зависимости от ее качества. Наибольшие скорости коррозии наблюдали для водопроводной воды (таблица 1), в дистиллированной и кипяченой воде при комнатной температуре скорости коррозии на 4-5 % меньше.

Так как мы использовали в наших исследованиях кипяченую воду, защитная эффективность рассчитывалась относительно неё. В таблице 2 приведены результаты исследования полученных отваров.

Таблица 1

Полученные результаты скоростей коррозии стали Ст3 после гравиметрических исследований в воде

Скорость коррозии, г/м <sup>2</sup> ·ч	Вода		
	водопроводная	кипячая	дистиллированная
	0,0273	0,0260	0,0258

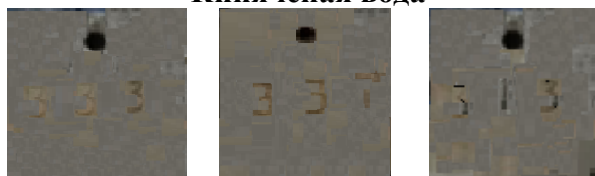
Таблица 2

Защитное действие исследуемых отваров на стали Ст3. Время выдержки: 14 суток

Природное вещество в отваре	K, г/м <sup>2</sup> ·ч	Z, %
Черный чай «Император»	0,0255	2
Зеленый чай «Японская липа»	0,0250	4
Кофе черный	0,0127	51
Кора дуба (аптечная)	0,0190	27
Лавровый лист	0,0143	45
Чёрный перец молотый	0,0146	44
Табак из сигареты «Bond»	0,0170	35
Сахар	0,0230	10
Соль	0,1090	Стимулирование
Кожура банана	0,0680	Стимулирование
Полевой мёд	0,0350	Стимулирование



**Кипячая вода**



**Кофе растворимый «Nescafe Classic»**



**Лавровый лист**

**Молотый черный перец**

Рис. Фотографии внешнего вида образцов стали Ст3 после эксперимента в отварах природных веществ

Ожидаемо стимулирует коррозию раствор соли. Также ускоряет процессы коррозии отвар кожуры банана и взятый нами образец меда по отношению к углеродистой стали Ст3 в наших условиях. Наибольшее защитное эффективность наблюдается у образца, находившегося в растворе чёрного кофе ( $Z = 51\%$ ). Защитная эффективность отваров лаврового листа и черного молотого перца на 5-6 % ниже. Незначительное защитное действие у табака – 35 %, коры дуба – 27 %, сахара – 10 % и чая 2-4 %. Внешний вид образцов после проведения опыта представлен на рисунке.

**Заключение.** Следует отметить, что по данным проведенных исследований для эффективной защиты углеродистой стали от

атмосферной коррозии на непродолжительный срок можно рекомендовать использовать распространенные натуральные продукты, такие как кофе, лавровый лист, черный молотый перец.

### Список литературы

1. Sajad Eftekhari, Hamed Shooshtari Gugtapeh, Milad Rezaei Effect of meat extract as an eco-friendly inhibitor on corrosion behavior of mild steel: Electrochemical noise analysis based on shot noise and stochastic theory // Construction and Building Materials. 2021. – Vol. – 292. – P. 123–423. (<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.123423>)
2. Mohammad Ramezanzadeh, Ghasem Bahlakeh, Zahra Sanaei, Bahram Ramezanzadeh Studying the Urtica dioica leaves extract inhibition effect on the mild steel corrosion in 1 M HCl solution: Complementary experimental, ab initio quantum mechanics, Monte Carlo and molecular dynamics studies // Journal of Molecular Liquids. – 2018. – Vol. 218. – P. 120–136.
3. Kumar H, Yadav V. Highly efficient and eco-friendly acid corrosion inhibitor for mild steel: Experimental and theoretical study // Journal of Molecular Liquids. – 2021. – Vol. 335. – P. 116–220. (<https://doi.org/10.1016/j.molliq.2021.116220>)

УДК 541.13, 542.9526:547.551.1

## ИССЛЕДОВАНИЕ УГЛЕРОДНОГО НАНО-ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В УСТРОЙСТВАХ НАКОПЛЕНИЯ ЗАРЯДА МЕТОДОМ МОТТ-ШОТТКИ АНАЛИЗА

*Левин К.Л.*, канд. хим. наук, доц.

ФГКВОУ ВО «Военная академия связи им. маршала Советского Союза С.М. Буденного»,  
ФГБ УН «Институт высокомолекулярных соединений академии наук РАН»,  
г. Санкт-Петербург, РФ  
*levinkl@hotmail.com*

**Введение.** Создание устройств накопления электрического заряда является важной задачей отечественной промышленности в условиях импортозамещения. Одной из составляющих решения данной проблемы является создание компактных энергоемких аккумуляторов, в том числе механически гибких, используя экологически безопасные и доступные материалы. Углерод является альтернативой дорогостоящих металлов, таких как платина и золото, и может применяться в качестве токосъемного электродов в батареях, использующих экологически безопасные электролиты на водной основе, служащие альтернативой щелочным или кислотным электролитам. В данной работе в качестве токосъемных пленок исследовали наноуглеродные покрытия на основе лако-сажевой суспензии (ЛСС) с целью установления их пригодности в качестве токосъемников.

**Основная часть.** В качестве нанокompозитного углеродного материала использовали суспензию, состоящую из лака на основе

терефталевой смолы и сажеграфитовой электропроводной композиции, в состав которой входит, кроме отожженного графита, входит отожженная сажа и просушенная сажа. Данный материал, любезно предоставленный заводом «Мезон», хорошо себя зарекомендовал в качестве катодного токосъемника в оксидно-полупроводниковом конденсаторе [1].

В отличие от метода электрохимической импедансной спектроскопии (ЭИС), в которой снимается частотная зависимость поверхности образца, помещенного в раствор, содержащий ионы электролиза, при фиксированном потенциале, метод Мотт-Шоттки анализа (МША), напротив, заключается в измерении импеданса при фиксированном значении частоты, при значениях потенциала, меняющихся в некоторых пределах, как правило содержащих так называемый «плоский» потенциал (*flat band potential*,  $U_{FB}$ ). Физический смысл этого потенциала таков: при контакте электрода с раствором электролита равенство уровней Ферми в обоих материалах вынуждает границы зон деформироваться в месте контакта. Таким образом, плоский потенциал это потенциал, необходимый для выпрямления зон на границе исследуемого материала и раствора. Метод МША может с успехом применяться для исследования зонной структуры материалов на основе углерода в контакте с раствором электролита [2].

Для проведения эксперимента, ЛСС наносили на электрод методом растекания, высушивали при комнатной температуре и проводили эксперимент в однокамерной электрохимической ячейке, заполненной 0,01 М раствором сульфата натрия. Потенциал измеряли относительно хлорсеребряного электрода сравнения.

Измерение на каждой частоте проводили 3 раза. Графики МШ показаны на рис.

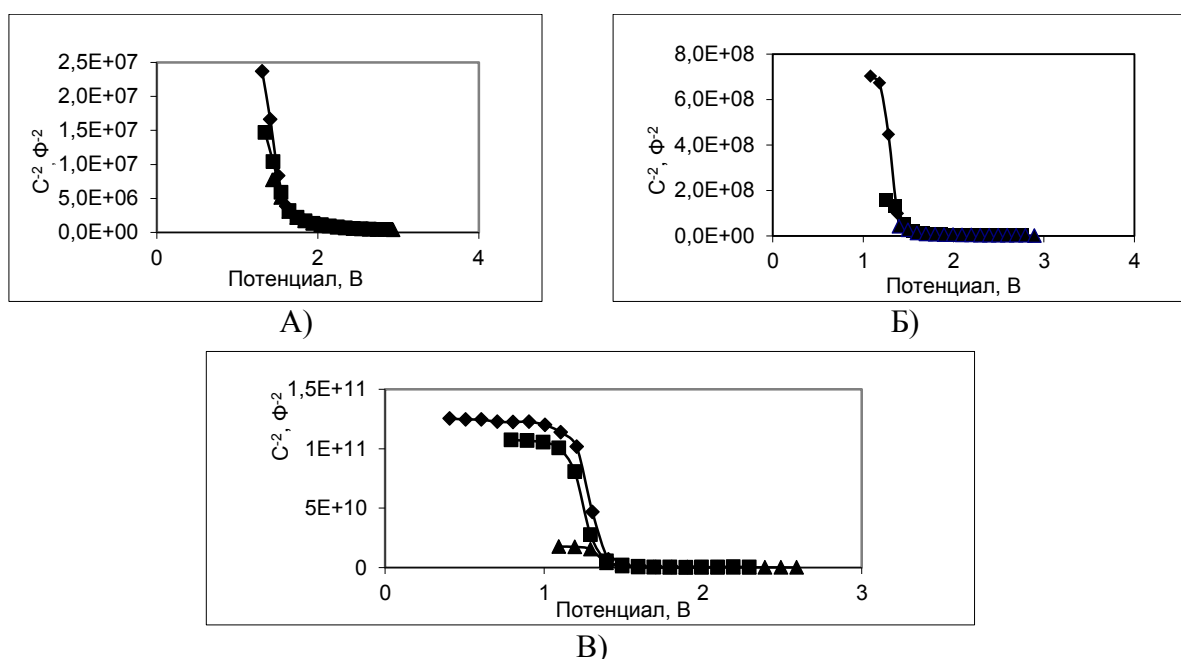


Рис. Графики Мотт-Шоттки на частотах А) 5 Гц, Б) 10 Гц, В) 100 Гц. Значки  $\diamond$ ,  $\square$ ,  $\Delta$  обозначают последовательность экспериментов 1, 2, 3

Потенциал Мотт-Шоттки, определенный на частотах 5, 10 и 100 Гц, составлял 1.71, 1.50 и 1.40 В, соответственно. Увеличение  $U_{FB}$  по мере уменьшения частоты говорит о существовании разноразмерных энергетических электронных состояний на границе ЛСС/раствор. По мере уменьшения частоты, по-видимому, в процесс электронного обмена с раствором вовлекаются более глубоко залегающие состояния в ЛСС, время релаксации которых связано с изменением размера пор. Последний, в свою очередь, связан с изменением толщины двойного электрического слоя (ДЭС) под действием электродиффузии ионов электролита в данной электрохимической системе [3].

Показательно что на всех частотах обратный квадрат емкости уменьшался с номером эксперимента (табл.), то есть емкость возрастала, что говорит об уменьшении толщины диэлектрика конденсатора, образованного за счет ДЭС на границе ЛСС/раствор. Заполнение пор ЛСС, по-видимому, происходит за счет электроосмотических процессов при сканировании до верхних границ потенциалов. Выход раствора из пор при повторных сканированиях оказывается затруднен, с чем и связано уменьшение толщины ДЭС и, соответственно, увеличение емкости.

Таблица

Номер опыта	$C^{-2} \cdot 10^{11}, \Phi^{-2}$		
	5 Гц	10 Гц	100 Гц
1	2.36	7.01	1.25
2	1.47	1.58	1.07
3	0.77	0.418	0.17

**Заключение.** В электрохимической системе ЛСС/раствор существенное влияние на электронную кинетику оказывает толщина двойного электрического слоя на границе твердой фазы и раствора. Толщина этого слоя также влияет на степень заполненности электролитом пор ЛСС и, возможно размеров этих пор. Полученные данные не противоречат возможности использования ЛСС в качестве токоємника в электрохимических устройствах накопления и хранения электрического заряда. Детали процесса электронного переноса в электрохимической системе ЛСС/раствор требуют дополнительных исследований.

#### Список литературы

1. Патент № 2290709 С2 Российская Федерация, МПК H01G 9/032, H01G 9/052. Способ получения переходного катодного слоя в оксидно-полупроводниковом конденсаторе: № 2005109737/09: заявл. 04.04.2005: опубл. 27.12.2006 / В. И. Бочарова, Л. Н. Цыплакова, В. Н. Кыров [и др.]; заявитель Открытое акционерное общество "Элеконд". – EDN VJJWXE.
2. Многослойные графены как электродный материал для источников хранения электроэнергии / К. Л. Левин, Д. В. Рябоконт, С. Д. Ханин [и др.] // Нанопфизика и Наноматериалы: Сборник научных трудов Международного семинара, Санкт-

Петербург, 25–26 ноября 2020 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский горный университет, 2020. – С. 199–206. – EDN DMIVWA.

3. Антропов Л.И., Теоретическая электрохимия. – М.: Высшая школа, 1984, 4-е изд. – 509 с.

УДК 533.16

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ВЯЗКОСТИ ГАЗОВ. ЧАСТЬ 2

*Лихачев Е.Р.*, канд. физ.-мат. наук, доц., *Засимский Д.А.*  
ВУНЦ ВВА «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского  
и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, РФ  
*lih73@mail.ru*

**Введение.** В предыдущей работе [1] было проведено моделирование температурной зависимости вязкости газов с помощью эмпирических формул Сазерленда

$$\eta = \frac{k_1 T^{1,5}}{T + S}, \quad (1)$$

и Фроста

$$\eta = k_2 T^m \quad (2)$$

для 56 газов. В (1) и (2)  $k_1$ ,  $k_2$ ,  $S$  и  $m$  постоянные параметры.

В [1] вычисленные по формулам (1) и (2) значения вязкости при различных температурах сравнивались с соответствующими экспериментальными данными. Обе формулы показали хорошее согласие теоретических и экспериментальных значений вязкости не для всех газов. Плохое согласие с экспериментом (средняя ошибка больше 4 %) при моделировании с помощью формулы (1) было получено для трех газов (водорода, неона и гелия), а при использовании формулы (2) – для 13 газов. При этом для водорода и неона плохое согласие получается и при использовании (1), и при использовании (2).

**Основная часть.** В настоящей работе для моделирования температурной зависимости вязкости газов предлагается использовать новую формулу, являющуюся комбинацией формул (1) и (2)

$$\eta = \frac{k_3 T^m}{T + S}, \quad (3)$$

где  $k_3$ ,  $S$  и  $m$  постоянные параметры.

Значения параметров  $k_3$ ,  $S$  и  $m$  были рассчитаны с помощью метода наименьших квадратов из условия наилучшего совпадения экспериментальных значений вязкости  $\eta_э$  с значениями вязкости  $\eta_т$ ,

вычисленными по формуле (3) при различных температурах. В расчете использовались такие значения температуры, для которых в справочниках приведены экспериментальные значения вязкости. Экспериментальные данные взяты из тех же справочников, что и в работе [1]. Следует отметить, что параметры формулы (3) вычислялись по тем же наборам экспериментальных данных, что и параметры формул (1), (2).

Рассчитанные значения параметров  $k_3$ ,  $S$  и  $m$  приведены в табл. 1. В табл. также приведены температурный интервал  $\Delta T$ , в котором проводилось моделирование, и средняя относительная ошибка  $\delta$  вычисления вязкости по формуле (3)

$$\delta = \left| \frac{\eta_{\text{э}} - \eta_{\text{т}}}{\eta_{\text{э}}} \right| \cdot 100\% . \quad (4)$$

Таблица

Значения постоянных параметров формулы (3) при давлении 1 бар

Газ	$S$ , К	$k_3$ , $10^{-7}$ Па·с·К $^{1-m}$	$m$	$\Delta T$ , К	$\delta$ , %
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
Водород	9	2,3	1,648	21–1273	0,53
Дейтерий	11	3,11	1,657	60–500	0,23
Гелий	0	4,52	0,665	60–2273	0,57
Неон	14	8,23	1,647	26–1300	0,70
Аргон	76	8,45	1,617	90–1300	0,42
Криптон	82	7,89	1,653	120–1300	0,57
Ксенон	89	5,88	1,693	170–1300	0,44
Азот	91	12	1,520	80–2500	0,27
Аммиак	18	0,48	1,953	303–523	0,44
Кислород	112	15,2	1,514	95–2000	0,28
Оксид углерода (II)	116	15,5	1,484	73–1273	0,40
Оксид углерода (IV)	257	17,9	1,481	258–2500	0,21
Вода	1170	26,33	1,497	373–1073	0,16
Оксид серы (IV)	370	16,72	1,498	273–1273	0,54
Ртуть	3	0,95	2,006	473–1073	0,09
Фтор	92	11,44	1,579	90–900	0,37
Хлор	210	8,47	1,581	300–800	0,10
Бром	3	0,73	1,941	300–800	0,13
Оксид азота (I)	235	14,68	1,509	200–1500	0,09
Оксид азота (II)	130	15,61	1,504	150–1500	0,14
Соляная кислота	114	2,62	1,762	250–600	0,12
Фторид бора (III)	22	2,23	1,773	200–600	0,14
Иодоводород	5	0,89	1,943	250–600	0,24
Метан	103	5,38	1,583	120–560	0,24
Этан	55	1,37	1,77	173–873	0,54
Пропан	6	0,49	1,901	273–873	0,30
<i>n</i> -Бутан	108	1,22	1,777	273–873	0,30

Продолжение таблицы 1

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
<i>изо</i> -Бутан	21	0,37	1,946	273–573	0,15
<i>n</i> -Пентан	19	0,35	1,936	273–873	0,35
<i>изо</i> -Пентан	1	0,32	1,945	273–573	0,13
<i>n</i> -Гексан	120	1,58	1,715	300–1000	0,65
<i>n</i> -Гептан	91	0,58	1,854	373–548	0,17
<i>n</i> -Октан	181	1,3	1,735	423–569	0,10
Этилен	187	7,55	1,544	223–773	0,36
Пропилен	322	9,81	1,509	273–573	0,09
Бутен-1	19	0,37	1,949	273–573	0,09
Бутен-2	349	10,3	1,487	273–573	0,11
<i>изо</i> -Бутилен	1	0,27	2	273–573	0,14
Ацетилен	0	0,62	1,898	273–423	0,06
Бензол	26	0,24	2,002	375–700	0,17
Толуол	407	9,59	1,5	298–873	0,33
Фреон-40	0	0,48	1,954	253–323	0,22
Фреон-11	116	9,18	1,5	248–373	0,31
Фреон-12	–8	2,11	1,71	253–373	0,25
Фреон-21	0	1,24	1,793	253–373	0,10
Фреон-22*	1	1,36	1,802	273–473	0,13
Фреон-113	0	2,12	1,681	243–323	0,05
Четыреххлористый углерод	1	0,57	1,909	273–873	0,26
Метанол	5	0,28	2,029	273–873	0,20
Этанол	–1	0,25	2,024	273–873	0,11
Пропанол-1	25	0,4	1,94	273–773	0,42
Пропанол-2	–1	0,28	1,989	273–773	0,19
<i>n</i> -Бутанол	4	0,29	1,97	273–873	0,33
Диэтиловый эфир	5	0,32	1,96	273–873	0,29
Этилацетат	0	0,25	2,003	273–873	0,38
Ацетон	0	0,21	2,032	273–873	0,23

\* при давлении 2 бар

**Заключение.** Как видно из табл. 1 моделирование температурной зависимости вязкости с помощью формулы (3) дает хорошие результаты для всех газов. Таким образом, формула (3) согласуется с экспериментом лучше, чем формулы (1) и (2).

### Список литературы

1. Лихачев Е. Р. Моделирование температурной зависимости вязкости газов / Е. Р. Лихачев, Д. А. Засимский // Донецкие чтения 2021: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: матер. VI Междунар. научн. конф. (Донецк, 26–27 октября 2021 г.). – Т. 1: Механико-математические, компьютерные и химические науки, управление. – Донецк: ДонНУ, 2021. – С. 269–271. – URL: <https://donnu.ru/public/files/Том 1 – Мех-математические и химические науки. pdf> (дата обращения: 30.06.2022).



## ВЛИЯНИЕ КРЕМНЕЗЕМА НА УСТОЙЧИВОСТЬ ЭПОКСИДНЫХ КОМПОЗИТОВ К ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНОЙ ДЕГРАДАЦИИ

*Лыга Р.И.*, канд. хим. наук, доц.,

*Михальчук В.М.*, д-р хим. наук, проф., *Могила Т.Н.*, *Рудяк В.В.*

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

*lygarita@mail.ru*

**Введение.** Перспективным направлением химии и технологии полимерных материалов является получение нанокомпозитов. Неорганические наполнители позволяют в широких пределах варьировать свойства полимерных композитов. Например, при введении наноразмерного диоксида кремния в сетчатую полимерную матрицу повышаются ее прочность и модуль упругости на 24 и 38 % соответственно [1]. Получены покрытия для защиты металлических поверхностей от коррозии, каменных и мраморных сооружений от биоповреждений [2]. Разработано антикоррозионное гидрофобное покрытие для алюминиевого сплава, обладающее стойкостью к истиранию и механической прочностью. В указанных выше и многих других работах использовали классический способ золь-гель синтеза с предварительным гидролизом и последующей поликонденсацией алкоксида кремния. Авторами данного исследования реализован упрощенный вариант проведения золь-процесса. Осуществлен способ проведения золь-гель синтеза эпоксидных композитов аминного отверждения, наполненных диоксидом кремния, при котором образование золя частиц кремнезема происходило непосредственно в смеси смолы и амина. При этом использовали циклоалифатический эпоксидный олигомер и циклоалифатический полиамин, что позволило исключить введение органического растворителя в систему.

**Основная часть.** Для получения эпоксидных композитов использовали циклоалифатический триэпоксид – смолу УП-650Т, очищенную молекулярной дистилляцией при давлении ниже  $1 \cdot 10^{-4}$  мм рт. ст., циклоалифатический полиамин Ancamine 2579, а также тетраэтоксисилан. Количество используемого алкоксида кремния рассчитывали на массовую долю чистого  $\text{SiO}_2$  в композитах от 0,5 до 10 %.

Термомеханический анализ полученных композитов проводили на автоматической лабораторной установке с цифровой регистрацией данных, состоящей из термокриокамеры ТК-500 и измерителя-регулятора программного ТРМ251 фирмы ОВЕН. Газовольнометрическим методом изучали окисление композитов кислородом при 180 °С. Термогравиметрические исследования проводили в динамическом режиме на дериватографе Q 1500 D системы Paulik–Paulik–Erdey в среде кислорода воздуха при 20–850 °С и скорости нагревания  $10 \text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{мин}^{-1}$ . Математическую обработку

данных термомеханического анализа проводили с использованием программы SciDAVis, а данных дериватографического метода – программы для аппроксимации кривых и анализа данных Fityk 1.3.1.

Установлено, что введение кремнеземного наполнителя в композиты в количестве 0,5–3 % практически не влияет на термомеханические свойства композитов, а при более высоком содержании SiO<sub>2</sub> наблюдается его пластифицирующее влияние на эпоксидную полимерную матрицу: температура стеклования образцов снижается на 12 °С. Полимерная матрица композитов неоднородна по молекулярной подвижности, и в целом наблюдается увеличение температурного интервала основного  $\alpha$ -релаксационного перехода при высоком содержании SiO<sub>2</sub> в системе. В то же время образование пространственной сетки из частиц кремнезема приводит к армированию полимерной составляющей композитов и ограничивает деформацию образцов, уменьшая его относительное удлинение на 1–2 порядка.

Образование пространственной кремнеземной сетки оказывает влияние на все стадии термоокислительной деструкции композитов. Установлено, что с увеличением массовой доли кремнезема основная стадия деструкции начинается при более высоких температурах. Температура, при которой теряется половина массы образцов композитов, повышается от 280 до 359 °С. Присутствие кремнезема в составе композитов увеличивает также температурный интервал завершающей стадии выгорания коксового остатка. Кремнеземный наполнитель оказывает ингибирующее влияние на термоокислительную деструкцию композитов, и при его содержании 10 % максимальная скорость автоокисления полимерной матрицы снижается в 5 раз.

**Заключение.** Кремнеземный наполнитель в изученных композитах одновременно оказывает и пластифицирующее, и армирующее действие на полимерную матрицу, что зависит от степени наполнения образцов. Влияние нанонаполнителя на теплофизические свойства композитов отражается также на их устойчивости к высокотемпературному окислению и термоокислительной деградации в целом.

#### Список литературы

1. Jumahat A. Tensile properties of nanosilica/epoxy nanocomposites / A. Jumahat, C. Soutis, S. Abdullah // *Procedia Engineering*. – 2012. – No 41. – P. 1634–1640.
2. Corrosion Resistance of Epoxy Coatings Modified by Bis-Silane Prepolymer on Aluminum Alloy / D. Zeng, Z. Liu, L. Zou, H. Wu // *Coatings*. – 2021. – Vol. 11, No 842. – 11 p. – DOI: 10.3390/coatings11070842.

## ОКИСЛЕНИЕ ДИЭТИЛСУЛЬФИДА ПЕРОКСОБОРАТОМ НАТРИЯ В СИСТЕМЕ ВОДА – АЦЕТОНИТРИЛ

*Любимова А.К., Лобачев В.Л.*, д-р хим. наук, с.н.с.,

*Безбожная Т.В.*, канд. хим. наук

ГБУ “Институт физико-органической химии и углехимии им. Л.М. Литвиненко”,

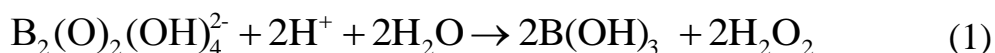
г. Донецк, РФ

*annasigaeva14@gmail.com*

Проблема селективного окисления тиоэфиров, широко используемого для разложения активных компонентов отравляющих веществ, обесщелачивания углеводородного сырья, синтеза биологически активных соединений включает решение двух основных задач: 1) поиск новых экологически чистых окислителей и 2) выбор систем растворителей, позволяющих повысить растворимость практически нерастворимых в воде сульфидов.

Среди многочисленных окислителей, используемых для окисления тиоэфиров, наиболее экологически чистым и дешевым является пероксид водорода (РН), который, однако, в этих реакциях проявляет низкую активность, что требует его активации – превращение в более активные пероксокислоты. Кроме того, хранение и использование концентрированных растворов  $\text{H}_2\text{O}_2$  является нежелательным с точки зрения безопасности.

Натриевая соль пероксобората  $\text{Na}_2[\text{B}_2(\text{O}_2)_2(\text{OH})_4] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (РВ), являясь дешевым, нетоксичным, стабильным и простым в использовании соединением, способна заменять РН в окислительных реакциях. В водных растворах РВ распадается с образованием  $\text{H}_2\text{O}_2$  и борной кислоты:



Ранее было найдено [1, 2], что борная кислота является эффективным активатором РН в реакции окисления диэтилсульфида ( $\text{Et}_2\text{S}$ ) в водных и водно-спиртовых средах при рН 8–12. Этот эффект связан с образованием активных анионов монопероксобората  $\text{B}(\text{OH})_3(\text{OOH})^-$  (МРВ) и дипероксобората с  $\text{B}(\text{OH})_2(\text{OOH})_2^-$  (ДРВ), для которых константы скорости второго порядка в реакциях с  $\text{Et}_2\text{S}$  соответственно в 2,5 и 100 раз выше, чем с  $\text{H}_2\text{O}_2$ .

Для повышения растворимости сульфидов чаще всего используют водно-органические смеси [1, 3]. В этом плане особый интерес представляют растворы вода-ацетонитрил (MeCN) приводящие к значительному увеличению растворимости тиоэфиров по сравнению с водой. Известно также, что в щелочных средах нитрилы (RCN) взаимодействуют с  $\text{H}_2\text{O}_2$  с образованием пероксиимидатов (PI),  $\text{RC}(\text{O}_2\text{H})=\text{NH}$  или  $\text{RC}(\text{O}_2\text{H})=\text{N}^-$ , которые эффективно окисляют сульфиды в сульфоксиды и сульфоны [4].

С целью установления механизма реакции и природы активной частицы в настоящей работе изучена кинетика окисления  $\text{Et}_2\text{S}$  пероксобо́ратом в растворах  $\text{H}_2\text{O}/\text{MeCN}$  в широкой области изменения кислотности среды.

По данным [1, 2] в водных растворах окисление  $\text{Et}_2\text{S}$  пероксобо́ратом в области  $\text{pH}=8-12$  протекает по четырем параллельным маршрутам с участием  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{HOO}^-$ ,  $\text{MPB}$  и  $\text{DPB}$ :

$$-d[\text{Et}_2\text{S}]/dt = (k_{\text{HOOH}}[\text{HOOH}] + k_{\text{HOO}^-}[\text{HOO}^-] + k_{\text{M}}[\text{MPB}] + k_{\text{D}}[\text{DPB}])[\text{Et}_2\text{S}]. \quad (2)$$

Наблюдаемая колоколообразная зависимость скорости от кислотности среды (рисунок, линия 1) с максимумом при  $\text{pH} \approx 10$  хорошо описывается уравнением (2) со значениями  $k_{\text{HOOH}}=2,7 \times 10^{-2}$  л/(моль·с),  $k_{\text{HOO}^-}=0,41 \times 10^{-2}$  л/(моль·с),  $k_{\text{M}}=0,05$  л/(моль·с) и  $k_{\text{D}}=2,4$  л/(моль·с) [2].

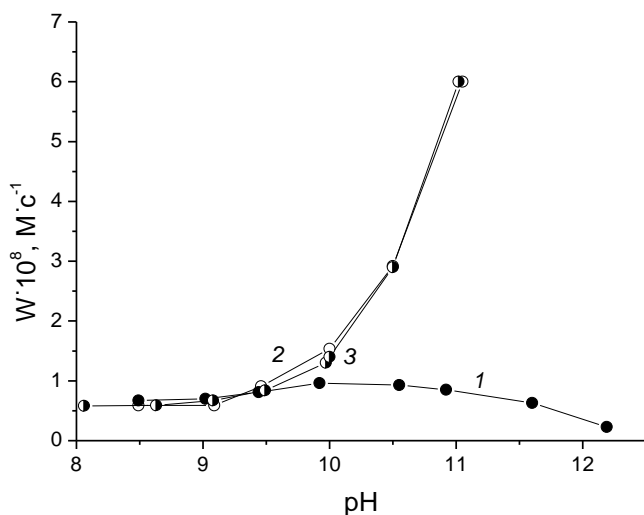


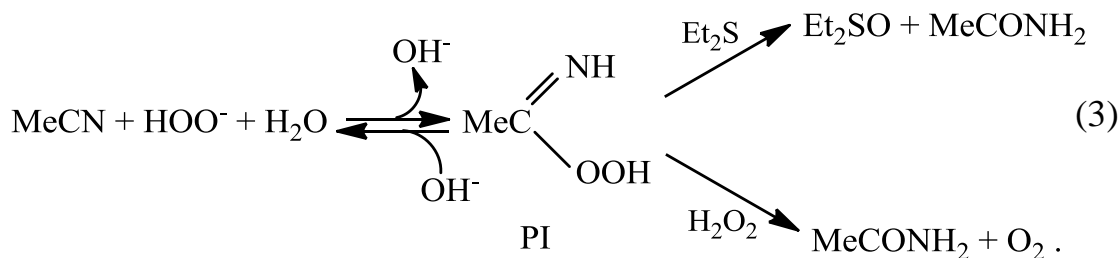
Рис. pH зависимости наблюдаемых скоростей окисления  $\text{Et}_2\text{S}$  ( $3,5 \cdot 10^{-5}$  моль/л);  $25^\circ\text{C}$ .

1 – пероксобо́ратом (0,002 моль/л) в воде; 2 – в смеси  $\text{H}_2\text{O}/\text{MeCN}$  (1 об. %).  
3 – пероксидом водорода (0,004 моль/л) в растворах  $\text{H}_2\text{O}/\text{MeCN}$  (1 об. %).

В смеси  $\text{H}_2\text{O}/\text{MeCN}$  (1 об. %), в отличие от водных растворов, порядок реакции по субстрату для окисления  $\text{Et}_2\text{S}$  пероксобо́ратом, как и пероксидом водорода [5], близок к нулевому, а скорости экспоненциально растут с уменьшением кислотности (рисунок, линии 2 и 3) и при  $\text{pH} \approx 11$  более чем в 10 раз превышают скорость окисления в воде. Эти данные свидетельствуют о том, что в изученной системе с ростом pH возрастает концентрация активных частиц, участвующих в окислении  $\text{Et}_2\text{S}$ . Отметим, что при  $\text{pH} 8 - 9$  скорость окисления в растворах  $\text{H}_2\text{O}/\text{MeCN}$  слабо зависит от кислотности среды и близка к соответствующим значениям в воде.

Полученные результаты позволяют заключить, что в системе  $\text{H}_2\text{O}/\text{MeCN}$  в изученной области кислотности окисление  $\text{Et}_2\text{S}$  пероксобо́ратом протекает с участием  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{HOO}^-$ ,  $\text{MPB}$ ,  $\text{DPB}$  и активированной формы пероксида. При  $\text{pH} < 9$  основной вклад в скорость окисления  $\text{Et}_2\text{S}$  вносят маршруты реакций с пероксидом водорода. Об этом свидетельствуют постоянство скоростей в этом интервале pH и их близость к соответствующим значениям для реакции с  $\text{PB}$  и  $\text{PH}$  в воде. Рост скорости

реакции с уменьшением кислотности указывает на то, что в области  $\text{pH} = 9 - 10$  возрастает вклад маршрутов с МРВ, ДРВ и активированной формой пероксидов ( $\text{H}_2\text{O}_2$ , МРВ или ДРВ). Одинаковый характер зависимостей скорости от кислотности среды при  $\text{pH} > 10$  для реакций  $\text{Et}_2\text{S}$  с РВ и РН в растворах  $\text{H}_2\text{O}/\text{MeCN}$  (рисунок, линии 2 и 3) и данные работ [1, 2, 5] позволяют заключить, что в обеих системах активной частицей  $\text{H}_2\text{O}_2$  – продукта распада РВ по уравнению (1) – являются пероксиимидная кислота  $\text{MeC}(\text{O}_2\text{H})=\text{NH}$  или пероксиимидат  $\text{MeC}(\text{O}_2\text{H})=\text{N}^-$ , которые образуются при взаимодействии  $\text{HOO}^-$  с  $\text{MeCN}$  [4, 5].



Нельзя исключить, что МРВ и ДРВ также могут взаимодействовать  $\text{MeCN}$  с образованием борпероксиимидатов, которые обладают такой же активностью в реакциях с  $\text{Et}_2\text{S}$  как и РИ. Порядок реакции по субстрату близкий к нулевому указывает на то, что лимитирующей стадией процесса является реакция пероксидов с  $\text{MeCN}$ , приводящая к образованию активного пероксиимидата РИ, который затем в быстрой стадии взаимодействует с  $\text{Et}_2\text{S}$ , уравнение (3). При значении  $\text{pH} \approx 11$  скорость убыли  $\text{Et}_2\text{S}$  в системе  $\text{MeCN}/\text{H}_2\text{O}$  более чем в 10 раз превышает скорость окисления диэтилсульфида пероксидом в воде. Отсюда следует, что ацетонитрил является одним из наиболее эффективных активаторов пероксидов в реакции окисления тиоэфиров.

### 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. Лобачев В. Л. Кинетика и механизм окисления диэтилсульфида пероксиборатом натрия в водных растворах / В. Л. Лобачев, Л. М. Дятленко, М. Ю. Зубрицкий // Кинетика и катализ – 2016. – Т. 57, № 6. – С. 751–758.
3. Richardson, D.E. Equilibria, Kinetics and Mechanism in Bicarbonate Activation of Hydrogen Peroxide: Oxidation of Sulfides by Peroxomonocarbonate [Text] / D.E. Richardson, H. Yao, K.M. Frank, D.A. Bennett // J. Amer. Chem. Soc. – 2000. – Vol. 122, № 8. – P. 1729–1739.
4. 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.
5. Любимова, А.К. Активация пероксида водорода ацетонитрилом в окислении тиоэфиров. Кинетика и механизм реакций / А.К. Любимова, Т.В. Безбожная, В.Л. Лобачев // Кинетика и катализ – 2021. – Т. 62, № 3. – С. 296–304.

## АНТИРАДИКАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ХЛОРЗАМЕЩЕННЫХ 2-N-АРИЛАМИНО-4-(3',4'-ДИГИДРОКСИФЕНИЛ)ТИАЗОЛОВ

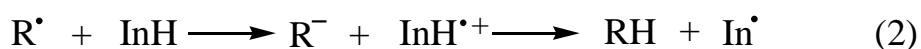
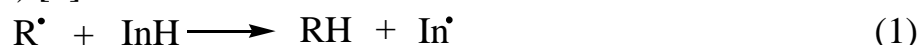
*Одарюк В.В.*<sup>1</sup>, канд. хим. наук, *Одарюк И.Д.*<sup>2</sup>, канд. хим. наук, доц.

<sup>1</sup>ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет  
имени М. Горького», г. Донецк, РФ

<sup>2</sup>ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, РФ  
*v.odaryuk@gmail.com*

Тиазольный фрагмент представлен в молекулах целого ряда биологически активных соединений. Некоторые производные тиазола проявляют антиоксидантные свойства в процессах окисления органических соединений. В частности, замещенные аминотиазолы эффективно ингибируют окисление кумола за счет взаимодействия с кумилпероксирадикалами [1]. Их антиоксидантная активность (АОА) обусловлена присутствием NH<sub>2</sub>-группы. Ранее нами было показано, что 4-(3',4'-дигидроксифенил)тиазолы являются антиокислителями [2,3]. АОА последних связана с фенольным фрагментом молекулы. Представляется вероятным, что сочетание в одной молекуле таких структурных фрагментов, как пирокатехин и аминотиазол, приведет к получению еще более эффективных антиоксидантов.

Исследование антиоксидантных свойств индивидуальных соединений обычно включает определение антирадикальной активности. Антирадикальная активность (АРА) – это функция антиоксиданта (InH), обусловленная способностью отдавать атом водорода в реакции с радикалами органических соединений (R·) или последовательно передавать электрон и протон по реакции (2) с образованием радикала-антиоксиданта (In·) [4]:



АРА соединений обычно определяют в модельных реакциях со стабильными радикалами и численно характеризуют соответствующими константами скорости реакций. Одним из наиболее известных стабильных радикалов, используемых для этой цели, является 1,1-дифенил-2-пикрилгидазил ( $\cdot DPPH$ ).

Цель настоящей работы состояла в исследовании антирадикальных свойств ряда хлорзамещенных 2-N-ариламино-4-(3',4'-дигидроксифенил)-тиазолов в реакции с  $\cdot DPPH$ . Для оценки АРА экспериментально определяли константу скорости реакции взаимодействия тиазола с  $\cdot DPPH$ . Дополнительно находили стехиометрический коэффициент ингибирования, который равен количеству радикалов  $\cdot DPPH$  взаимодействующих с одной молекулой исследуемого соединения.

Изучение кинетики взаимодействия производных тиазола с  $\cdot\text{DPPH}$  проводили в 96 % (об.) этаноле при добавлении 0,1 мМ хлороводородной кислоты при 298 К. В присутствии HCl взаимодействие между потенциальным антиоксидантом, содержащим фенольный фрагмент, и  $\cdot\text{DPPH}$  протекает по механизму передачи атома водорода (реакция 1), а механизм последовательной передачи электрона и протона (реакция 2) практически не реализуется [3]. Кинетику реакции с  $\cdot\text{DPPH}$  изучали в условиях псевдопервого порядка по тиазолу. Для этого его начальная концентрация не менее чем в 10 раз превышала начальную концентрацию  $\cdot\text{DPPH}$ . Для нахождения константы скорости псевдопервого порядка ( $k_{ef}$ ) использовался метод Гуггенгейма, позволяющий избежать влияния окрашенного продукта на величину константы скорости реакции [5]. Из прямолинейной зависимости  $k_{ef}$  от концентрации субстрата определяли значение константы скорости реакции взаимодействия замещенного тиазола с  $\cdot\text{DPPH}$  ( $k_{\cdot\text{DPPH}}$ , л·(моль·с)<sup>-1</sup>). Для определения стехиометрического коэффициента ингибирования ( $f_{\cdot\text{DPPH}}$ ) к раствору  $\cdot\text{DPPH}$  (75 мкМ) добавляли аликвоту испытуемого вещества с концентрацией 7,5–50 мкМ и через 30 мин определяли убыль оптической плотности раствора в максимуме поглощения. Тангенс наклона линейной зависимости количества прореагировавшего радикала от концентрации добавленного антиоксиданта равнялся стехиометрическому коэффициенту ингибирования. Полученные значения кинетических параметров приведены в таблице:

Таблица

Параметры взаимодействия пирокатехина и 2-(N-ариламино)-4-(3',4'-дигидроксифенил)тиазолов с  $\cdot\text{DPPH}$

№ п/п	Субстрат	$k_{\cdot\text{DPPH}}$ , М <sup>-1</sup> с <sup>-1</sup>	$f_{\cdot\text{DPPH}}$
1	Пирокатехин	6±1	2,0±0,2
2	2-N-(3'-хлор-2'-метилфениламино)-4-(3'',4''-дигидроксифенил)тиазол	36±5	0,81±0,08
3	2-N-(5'-хлор-2'-метилфениламино)-4-(3'',4''-дигидроксифенил)тиазол	48±3	1,4±0,2
4	2-N-(4'-хлорфениламино)-4-(3'',4''-дигидроксифенил)тиазол	109±23	1,4±0,3
5	2-N-(3'-хлорфениламино)-4-(3'',4''-дигидроксифенил)тиазол	107±30	1,3±0,1
6	2-N-(3'-хлор-4'-метилфениламино)-4-(3'',4''-дигидроксифенил)тиазол	140±50	1,2±0,2

Как видно, хлорзамещенные 2-N-ариламино-4-(3',4''-дигидроксифенил)тиазолы эффективно взаимодействуют с радикалом  $\cdot\text{DPPH}$ . Для изученных тиазолов величины констант  $k_{\cdot\text{DPPH}}$  существенно превышают константу скорости реакции между пирокатехином и  $\cdot\text{DPPH}$ . Вероятно, тиазольный фрагмент обеспечивает повышение стабильности

радикала антиоксиданта, образующегося по реакции (1), за счет  $\pi$ -конъюгации фенольного фрагмента с тиазольным циклом, что положительно влияет на АОА изученных соединений. Необходимо отметить, что  $k_{\cdot\text{DPPH}}$  для большинства изученных в работе соединений превышают константы скорости реакции между  $\cdot\text{DPPH}$  и дигидроксифенилтиазолами, не содержащими N-ариламиногруппу. Также обращает на себя внимание то, что замещенные 2-N-ариламино-4-(3',4'-дигидроксифенил)тиазолов, содержащие  $\text{CH}_3$ -группу в *орто*-положении относительно аминогруппы, проявляют меньшую реакционную способность, по сравнению с соединениями, не содержащими метильный заместитель в этом положении.

Для большинства изученных тиазолов величина стехиометрического коэффициента стремится к 1,5. Это свидетельствует в пользу того, что взаимодействие изученных соединений с  $\cdot\text{DPPH}$  происходит через несколько последовательных реакций. Первая реакция – непосредственное взаимодействие между тиазолом и  $\cdot\text{DPPH}$  с образованием радикала антиоксиданта. Такой радикал способен прореагировать еще с одним радикалом  $\cdot\text{DPPH}$  или же исчезнуть в реакциях димеризации или диспропорционирования. Конкуренция реакций с участием радикала антиоксиданта обуславливает дробный коэффициент ингибирования.

Таким образом, полученные результаты исследования кинетики реакции между хлорзамещенными 2-N-ариламино-4-(3',4'-дигидроксифенил)тиазолами и стабильным радикалом  $\cdot\text{DPPH}$  свидетельствуют о высокой антирадикальной активности изученных производных тиазола и о перспективности их применения в качестве ингибиторов окисления органических соединений.

### Список литературы

1. Синтез и исследование антиокислительной активности различных производных 2-амино-4-фенил-1,3-тиазола / И. А. Рзаева, С. Э. Садигова, Т. М. Векилова и др. // Нефтехимия. – 2005. – Т. 45, № 6. – С. 470-475.
2. Синтез, антирадикальная и антибактериальная активность производных 4-(3',4'-дигидроксифенил)тиазола / В. В. Одарюк, Н. И. Бураков, Л. В. Каниболоцкая и др. // Хим.-фарм.ж. – 2015. – Т. 49, № 2. – С. 26–28.
3. Антирадикальная активность ряда 4-(1,3-тиазол-4-ил)-1,2-дигидроксибензолов / В. В. Одарюк, Н. М. Хлестов, Н. И. Бураков и др. // Ж. общ. химии. – 2014. – Т.84, № 2. – С. 275–279.
4. Niki E. Assesment of antioxidant capacity in vitro and in vivo / E. Niki // Free Radical Biology & Medicine. – 2010. – Vol. 49. – P. 503–515.
5. Варфоломеев С. Д. Биокинетика / С. Д. Варфоломеев, К. Г. Гуревич – М.: ФАИР-ПРЕСС, 1999. – 720с.



## МЕТОДЫ СТАТИСТИКИ В ОПРЕДЕЛЕНИИ ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ НАЧАЛЬНОЙ СТАДИИ ГИДРОГЕНИЗАЦИИ ДЛИННОПЛАМЕННОГО УГЛЯ ДОНБАССА

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

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

**Введение.** Сложность состава и строения как исходного сырья (собственно ископаемого угля), так и вторичных продуктов и полупродуктов обуславливает необходимость привлечения различных способов переработки и исследования (например, пиролиза, экстракции органическими растворителями, их сочетания и т. д.). Возможность растворения, вероятно, имеет особую ценность, так как обычно наличие растворов позволяет значительно расширить выбор химических и физических приемов для получения дополнительной информации.

Целью работы был подбор наиболее мягких условий (давления водорода и температуры) гидрооживления ископаемого угля для получения твердых при комнатной температуре продуктов, но с максимальной растворимостью в подходящих органических растворителях.

Предполагалось, что выполнение указанных требований необходимо для наилучшего сохранения структуры и состава органической массы исходного угля (ОМУ). Для достижения заданной цели было решено привлечь методы статистики, позволяющие получить математическое описание процесса [1, 2].

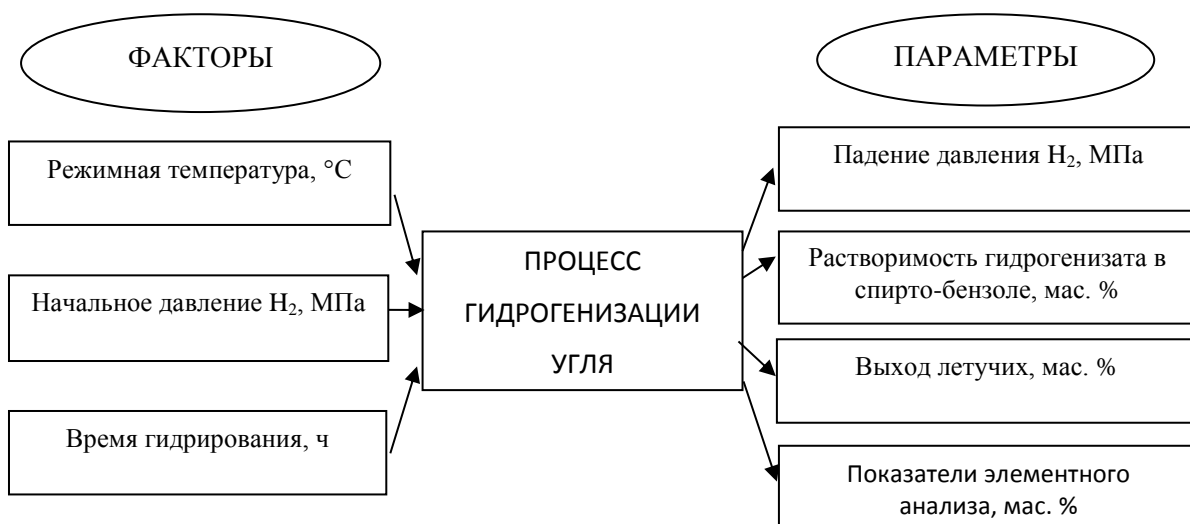
Вначале необходимо выявить влияние наиболее важных факторов на процесс гидрирования и установить зависимости между выбранными факторами, влияющими на процесс, и свойствами получаемого гидрогенизата. Гидрирование должно проходить с минимальным смоло- и газообразованием, а гидрогенизат, приобретая высокую растворимость в органических растворителях, остается в твердом виде при комнатной температуре.

Целью исследования с применением статистических методов планирования эксперимента является получение математического описания процесса, для чего используется регрессивный метод анализа.

Первоначальная задача состоит в подборе математической модели, связывающей параметр с варьируемыми факторами, затем определяются коэффициенты уравнения регрессии. При использовании статистических методов математическая модель представляется в виде полинома отрезка ряда Тейлора [1].

При постановке планированного эксперимента для систем, подобных исследуемому процессу гидрогенизации ископаемого угля, в котором

известны входы и выходы, а внутренние особенности, т. е. механизм процесса, не изучены, составляют параметрическую схему с указанием входных факторов и выходных параметров. Выбор основных факторов производится на основании литературных данных или предварительных опытов. Выбор параметров обусловлен целью эксперимента.



По величине коэффициентов в уравнении регрессии судили о роли фактора в процессе. Факторы, имеющие большие значения коэффициентов, оказывают более существенное влияние на процесс, а знаки (+ или –) указывают на направление этого влияния [1].

Проведение планированного факторного эксперимента позволило: 1) выявить взаимосвязи между факторами и параметрами; 2) определить величину и направление влияния варьируемых факторов на соответствующий параметр; 3) определить оптимальный режим проведения процесса.

**Экспериментальная часть.** Объект исследования – ископаемый уголь Донбасса марки Д (пласт  $l_4$ , шахта «Трудовская»), измельченный до размера не более 0,25 мм, с характеристиками (мас. %):  $W^a$  3,3;  $A^d$  0,76;  $V^{daf}$  29,1;  $C^{daf}$  78,12;  $H^{daf}$  5,32;  $S_t^d$  1,13. Исходные соли для образования сульфидного катализатора на поверхности угля – сульфомолибдат аммония в количестве 1 мас. % по Мо на 50 г сухого угля и  $NiNO_3$  в двухкратном избытке от стехиометрии. Гидрирование в отсутствие водорододонорного растворителя – пастообразователя проводилось во вращающемся автоклаве объемом 0,58 л, обогреваемом электропечью. Время выхода на режимную температуру – около 2 часов. После охлаждения автоклава гидрогенизат вымывался гексаном и разделялся на фракции последовательной экстракцией по Грефе гексаном (масла) и спирто-бензолом, 1 : 1 по объему, (смесь асфальтенов и преасфальтенов).

По результатам экстракции и технического анализа рассчитывались выходы фракций и степень конверсии ОМУ в сумму растворимых фракций, газа и воды.

Гидрогенизация длиннопламенного угля Донбасса

№ опыта	Температура, °С	Начальное давление H <sub>2</sub> , МПа	Время, ч	Растворимость гидрогенизата в спирто-бензоле, мас. %	Выход летучих веществ V <sup>daf</sup> , мас. %
1	340	6	5	86,0	50,6
2	340	12	5	90,6	61,7
3	340	12	5	89,9	64,1
4	360	6	5	89,7	61,7
5	360	12	5	90,7	70,3
6	360	12	5	89,1	69,5
7	340	12	8	90,1	59,4
8	340	12	8	89,6	58,3

**Заключение.** Из представленных в таблице некоторых данных, полученных при рассмотрении парных уравнений регрессии и экспериментальным путем, можно сделать следующие выводы.

1. Оптимальный режим гидрирования:  $P_{нач.} = 12$  МПа, температура 340 °С, время 5 часов. Растворимость гидрогенизата в спирто-бензоле – 90 мас. %.

2. Наиболее значимым является давление водорода.

3. Падение давления газов в автоклаве тем больше, чем выше режимная температура и начальное давление водорода.

4. Растворимость гидрогенизата в спирто-бензоле тем больше, чем выше начальное давление H<sub>2</sub>.

5. Выход летучих из гидрогенизата возрастает с ростом температуры и начального давления H<sub>2</sub> и уменьшением времени гидрирования при режимной температуре.

6. Содержание водорода в гидрогенизате тем выше, чем выше режимная температура и начальное давление H<sub>2</sub>.

7. Содержание кислорода в гидрогенизате тем меньше, чем выше режимная температура процесса.

#### Список литературы

1. Рузинов Л.П. Статистические методы оптимизации химических процессов / Л.П. Рузинов. – М.: Изд-во Химия, 1972. – 200 с. – Текст: непосредственный.
2. Пен Р. З. Статистические методы математического моделирования, анализа и оптимизации технологических процессов : учеб. пособие / Р. З. Пен, В. Р. Пен. – 2020. – 308 с. – ISBN 978-5-8114-4926-2. – Текст: непосредственный.

## МОЛЕКУЛЯРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕАКЦИИ РАСПАДА $\text{H}_2\text{O}_2$ . ВНУТРИМОЛЕКУЛЯРНЫЙ Н-ПЕРЕНОС

*Туровский Н.А.<sup>1</sup>*, канд. хим. наук, доц.,

*Туровская М.К.<sup>2</sup>*, канд. хим. наук, *Бидулько Э.В.<sup>1</sup>*

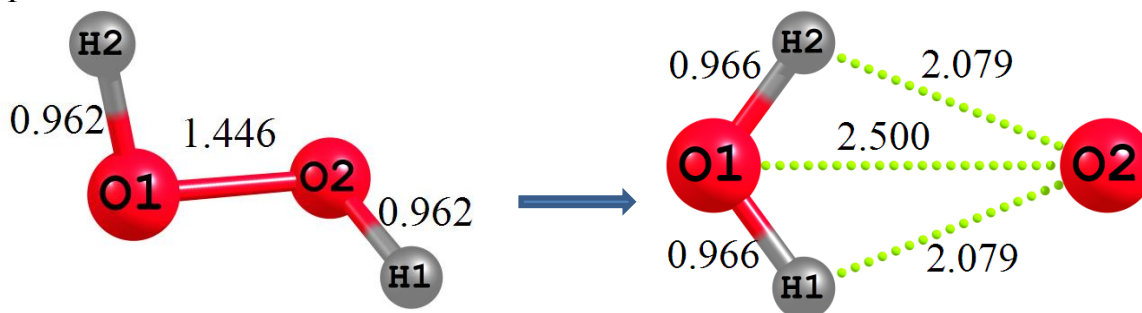
<sup>1</sup>ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, РФ

<sup>2</sup>ГБУ «Институт физико-органической химии и углекислоты  
им. Л.М. Литвиненко», г. Донецк, РФ

*na.turovskij@gmail.com*

Изучена кинетика термолиза пероксида водорода в водной среде в температурном интервале 328 – 398 К. Энергия активации процесса равна  $74 \pm 6$  кДж/моль. Известно, что энергия активации высокотемпературного ( $T > 800-1000$  К) радикально-парного распада пероксида водорода – 210 кДж/моль.

Предполагается, что процесс термолиза пероксида водорода с образованием воды и молекулярного кислорода может протекать по механизму внутримолекулярного Н-переноса, схема которого представлена ниже.



Проведено квантово-химическое обоснование исследуемого процесса. Моделирование распада  $\text{H}_2\text{O}_2$  проведено на уровне теории Мюлера-Плессета (MP2) с базисным набором волновых функций 6-311G(d,p).

Вода и кислород – продукты разложения пероксида водорода в водной среде. Проведен анализ маршрутов реакции распада  $\text{H}_2\text{O}_2$  с выделением атомарного кислорода в синглетном (D) и триплетном (P) состояниях (уравнения 1 и 2).

HOON	$\longrightarrow$	$\text{H}_2\text{O} + \text{O} (\text{D})$	(1)
HOON	$\longrightarrow$	$\text{H}_2\text{O} + \text{O} (\text{P})$	(2)

Энтальпия реакции (1)  $415.9$  кДж·моль<sup>-1</sup> и реакции (2) –  $129.4$  кДж·моль<sup>-1</sup>.

## СТРУКТУРНО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ УГЛЕЙ НА СТАДИИ ПОДГОТОВКИ И АКТИВИРОВАННОГО ПИРОЛИЗА

*Шевкопляс В.Н.*, канд. хим. наук, с.н.с.,

*Семенова Р.Г.*, канд. хим. наук, с.н.с.,

*Макарова Р.А.*, канд. хим. наук, с.н.с.

ГБУ «Институт физико-органической химии и углехимии

им. Л.М. Литвиненко», г. Донецк, РФ

*vladim.shevk@yandex.ru*

**Введение.** Одним из перспективных направлений переработки твердых топлив является проведение пиролиза в присутствии добавок неорганических веществ, что позволяет повысить глубину и скорость конверсии их органической массы (ОМ), а также получить различные продуктов с ценными химико-технологическими свойствами.

**Основная часть.** Ранее было показано [1], что термодеструкция бурых углей, активированных растворами неорганических веществ, протекает более глубоко и с большей скоростью. При этом из угля образуется значительно больше жидких продуктов, чем из исходного угля при тех же условиях пиролиза. Химическая активация также способствует смещению температуры наиболее интенсивного распада ОМ в сторону более низких температур. Предполагается, что при термодеструкции угля химические вещества взаимодействуют по активным центрам ОМУ, что приводит к дестабилизации угольной структуры и более глубокому ее распаду. Это позволяет получать из угля дополнительное количество жидких продуктов и газа, а также прочный окускованный твердый остаток [2].

Целью данной работы было проследить за изменениями, происходящими в структуре углей на стадии подготовки и в процессе их активированного пиролиза.

В качестве объектов исследования были взяты угли разной стадии метаморфизма: бурый ( $C^{daf} = 71,0\%$ ) и жирный ( $C^{daf} = 871,2\%$ ). Предварительную активацию углей и последующий их пиролиз проводили по методике [2]. Анализ исходных и активированных образцов и твердых продуктов пиролиза проводили методами ИК-спектроскопии и РСА согласно методикам [3-4].

Результаты количественной обработки ИК-спектров (рис. 1) показало, что величина  $E_x/E_{3400}$  для всех образцов зависит от природы активатора и положения угля в ряду метаморфизма. Для бурого угля, например, характерно усиление оптических плотностей полос при  $1500\text{ см}^{-1}$  и при  $2920\text{ см}^{-1}$  и свидетельствовать о наличии  $C=O$  связи гуминовых кислот, образовавшихся под воздействием гидролиза эфирных связей и концевых  $CH_3-$ ,  $CH_2-$  групп (КОН). Активация жирного угля  $CaO$ ,

например, предполагает существенное замещение водорода на металл в  $\text{COOH-}$  и  $\text{OH-}$  группах при одновременной поляризации  $\text{C-C}$  связей – увеличение оптической плотности полос поглощения кислородсодержащих групп ( $1270\text{ см}^{-1}$ ) и полос поглощения при  $1610$  и  $870\text{ см}^{-1}$ , что предполагает наличие полисопряженных систем.

Одновременно при активации угля могут протекать реакции проводящие к замещению протонов в свободных кислых группах на катионы металлов ( $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ) или к расщеплению некоторых эфирных связей ( $\text{HC1}$ ) с последующим усилением внеплоскостных деформационных  $\text{CH}_3-$  и  $\text{CH}_2-$  колебаний углеродного скелета, а также изменению распределения ароматических и алифатических структур в ОМУ.

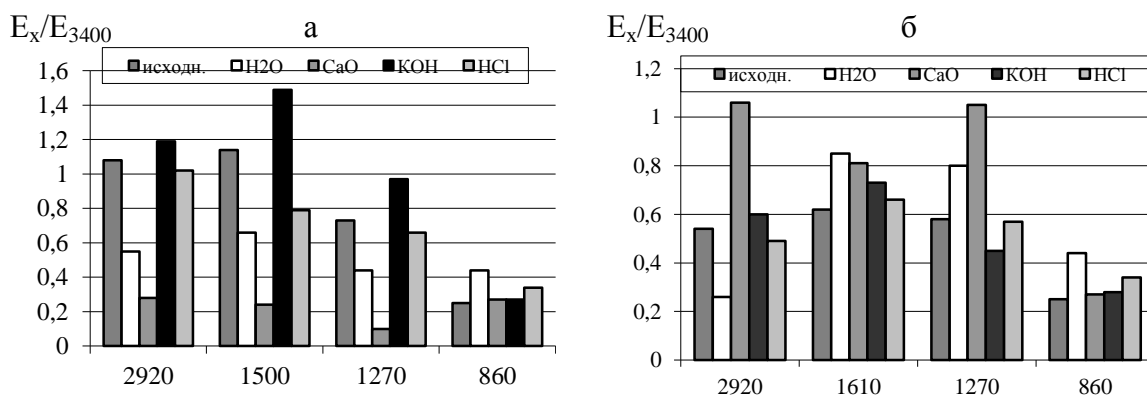


Рис. 1. Данные ИК-спектроскопии бурого (а) и жирного (б) углей, активированных растворами неорганических веществ

Результаты РСА показали (рис. 2), что химическая активация угля ведет к изменению величин основных структурных параметров:  $L_c$ , – высота пакета;  $L_a$ , – ширина пакета;  $h/l_{002}$  – степень межслоевой упорядоченности;  $h/l_{\gamma 1}$  – нерегулярная, что указывает на существенные изменения в кристаллографической, нефтеновой и периферической частях ОМ угля. При этом сила воздействия активатора на уголь определяется природой химической добавки.

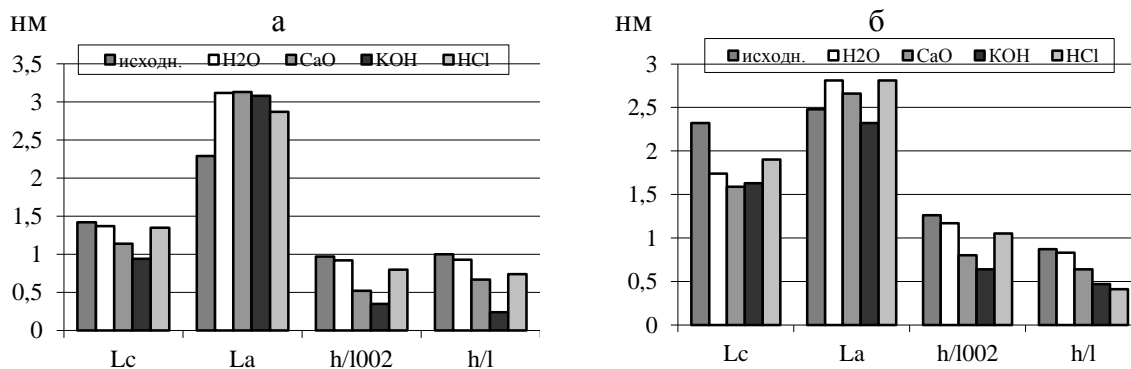


Рис. 2 Влияние химической активации на изменение основных параметров НМО бурого (а) и жирного (б) углей

Согласно рис. 3-4 активированный пиролиз (KOH и HCl), проведенный при температурах 500 и 700°C усиливает структурные изменения в ОМ угля по сравнению с исходным углем, что способствует облегчению их деструкции при пиролизе. Причем при 500°C в большей степени преобладают реакции деструкции, приводящие к дополнительному выходу летучих продуктов из угля, тогда как при 700°C усиливаются реакции структурирования, приводящие к структурированию пакета кристаллита с получением более прочного твердого остатка [2].

**Закключение.** Результаты ИК-спектроскопии и РСА показали, что химическая активация сопровождается изменением формы связи в угле, при одновременном разупорядочивании основных элементов структуры.

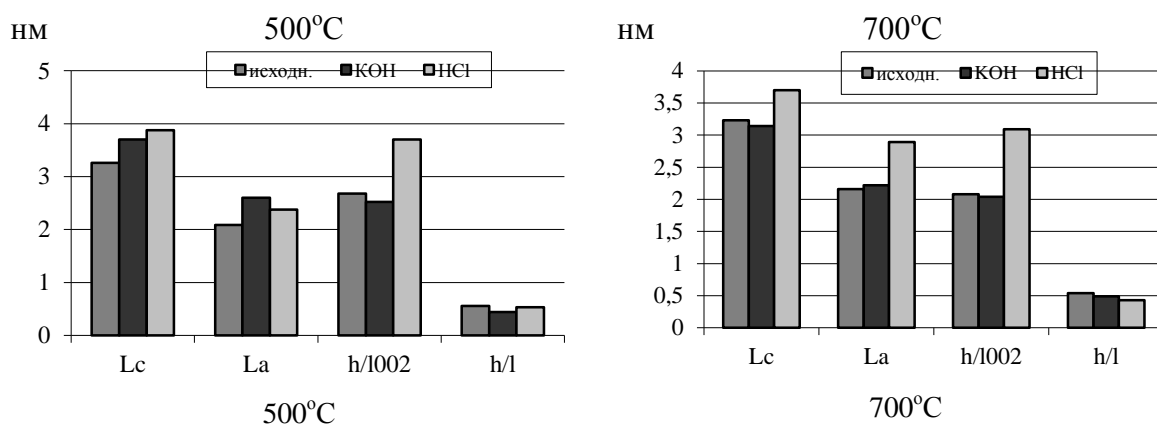


Рис. 3. Параметры НМО твердых остатков активированного пиролиза бурого угля

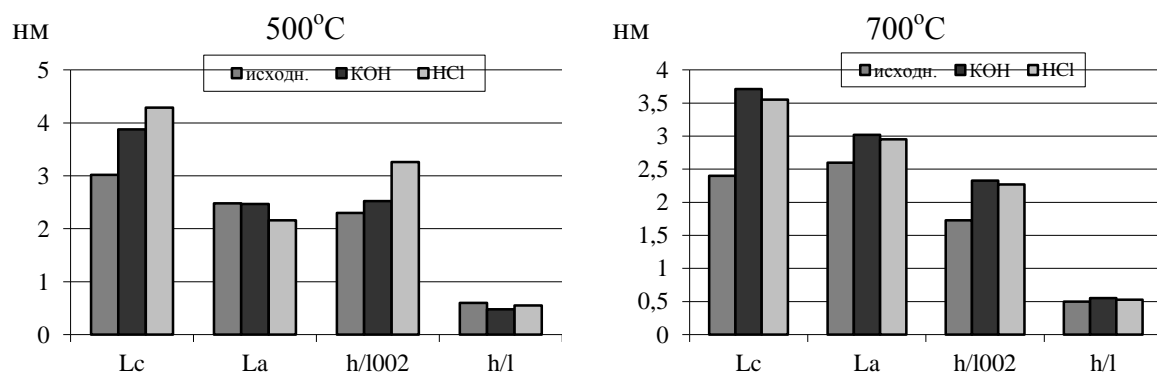


Рис. 4. Параметры НМО твердых остатков активированного пиролиза жирного угля

В процессе активированного пиролиза, температура является одним из факторов, который может усиливать как деструкцию угля (500°C), так и влиять на протекание реакций структурирования (700°C) и, следовательно, это позволяет контролировать процесс пиролиза угля. При этом, сила влияния химической добавки на исходную структуру угля зависит как от природы неорганического вещества, так и от положения угля в ряду метаморфизма.

#### Список литературы

1. Саранчук В. И., Тамко В. А. Термическая деструкция углей в присутствии неорганических соединений различных классов [Текст] // Химия твердого топлива. – 1986. – № 1. – С. 90-95.

2. Тамко В. А., Шевкопляс В. Н. Влияние неорганических щелочей и кислот на выход и состав жидких продуктов пиролиза низкометаморфизованных углей [Текст] // Химия твердого топлива. – 1995. – № 5. – С. 67–77.
3. Бутузова Л. Ф., Дубер С., Маценко Г. П., Саранчук В. И., Рузо Ж. Н. Микротекстура и микроструктура коксов, полученных с добавками гидроксида кальция [Текст] // Химия твердого топлива. – 1997. – № 4. – С.21–31.
4. Скрипченко Г. Б., Никифоров Д. В. Преобразование молекулярной структуры углей в процессе метаморфизма и изменение их теплофизических характеристик [Текст] // Химия твердого топлива. – 1996. – № 3. – С. 31–44.



# СОДЕРЖАНИЕ

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

### *Биофизика*

<i>Беспалова С.В., Ткаченко Д.С., Эренбург О.В.</i> Влияние переменного магнитного поля на жизнеспособность и скорость размножения дрожжевых клеток после их инкубации .....	5
<i>Беспалова С.В., Чуфицкий С.В., Сушкина А.В.</i> Влияние фосфорного голодания на флуоресценцию клеток водорослей <i>Chlorella sorokiniana</i> .....	8
<i>Беспалова С.В., Чуфицкий С.В., Яковенко А.А.</i> Воздействие ионов натрия на показатели флуоресценции хлорофилла микроводорослей.....	11
<i>Бондаревский-Колотий В.А.</i> Новый метод оценки влияния ионизирующего излучения на медицинский персонал.....	14
<i>Бучинская А.С., Корниенко В.О.</i> Влияние сочетанного действия переменного магнитного поля и вибрации на пшеницу озимую .....	17
<i>Губарев А.А., Романчук С.М.</i> Кинетическое моделирование изменения кривой переменной флуоресценции под действием токсиканта.....	20
<i>Корниенко В.О., Котюк П.Ф.</i> Влияние предпосевного облучения переменным магнитным полем семян кукурузы сахарной ( <i>Zea mays</i> L.) на её онтогенез ....	23
<i>Корниенко В.О., Сидоренко О.А.</i> Влияние сочетанного действия переменного магнитного поля и вибрации на морфометрию и онтогенез кукурузы сахарной .....	26
<i>Котюк П.Ф.</i> Применение магнитного поля для предпосевной обработки и проращивания семян сельскохозяйственных культур .....	28
<i>Фролова Е.Г.</i> Исследование повторяемости эффекта действия переменного магнитного поля на семена <i>Triticum aestivum</i> L. ....	30
<i>Чуфицкий С.В., Ожеван Я.В.</i> Изучение флуоресценции клеток фитопланктона при различных условиях освещенности .....	33

### *Ботаника и экология*

<i>Ангельский Р.А.</i> Содержание растворенного кислорода (по Винклеру) и численность фитопланктона в г. Донецке .....	36
<i>Антонян А.Л.</i> Учёт антропогенной нагрузки как фактор развития экологического туризма.....	38
<i>Ахундова С.А., Кострикина А.С., Руденко Е.П.</i> Структурная ботаника как направление реализации прикладных экологических задач в Донбассе.....	41
<i>Бондарь Е.Н.</i> Таксономия и экология бриобионтов Харцызско-Иловайского промузла.....	43
<i>Виноградова Е.Н.</i> Коллекция древесно-кустарниковых растений семейства Fabaceae Lindley в Донецком ботаническом саду.....	45
<i>Воронин Л.В.</i> Изменения микробиты водоемов при антропогенной нагрузке.....	48
<i>Гладушкина Н.В., Макеева Д.А.</i> Возможности реализации концепции «Zero Waste» в Донецкой Народной Республике .....	50
<i>Глушков А.В., Алексеев А.Ю., Гаджиев А.А., Шестопалов А.М.</i> Использование	53

ассоциаций микроорганизмов-нефтедеструкторов для очистки нефтезагрязненных объектов и территорий.....	
Гунченко И.А. <i>Vicia faba</i> L. в условиях ведения военных действий.....	55
Епринцев С.А., Куролап С.А., Клепиков О.В. Геоинформационный анализ антропогенного загрязнения атмосферы городов центрально-черноземного региона России.....	57
Жигулина Е.В. Изучение современного состояния родников города Воронежа в Воронежской нагорной дубраве.....	60
Жуков С.П., Демкович Е.Н. Устойчивые сорта абрикоса <i>Armeniaca vulgaris</i> Lam. в коллекции ДБС в условиях 2022 года .....	62
Захарнева А.А., Бакуш У.С. Апробация биоупаковки из крапивы.....	65
Захарова О.А. История ботанического гербария Рязанского ГАТУ .....	66
Зиньковская И.И., Вергель К.Н., Кравцова А.В., Сафонов А.И. Биомониторинговая программа по оценке воздуха в Донбассе с помощью нейтронно-активационного анализа.....	69
Иванова Д.В., Суецкая Я.А., Воронцова Д.С., Абуснайна М.В., Удод Я.А., Шевчук Н.А. Исследовательская программа студенческого научного общества кафедры ботаники и экологии ДонНУ в 2022 г. ....	72
Ионова Л.Г., Тихоненкова Л.А. Флора коренного берега Днестра в окрестностях сел Спя и Буторы (Приднестровье) .....	74
Калинина А.В. Сравнительная характеристика некоторых морфометрических параметров <i>Oenothera biennis</i> L. различных ареалов распространения.....	80
Кондрашин К.Г., Стрелков С.П., Петров Р.А., Кравченкова Т.П., Муканов Р.В. Негативные последствия нарушения технологии выращивания картофеля в астраханской области.....	82
Кустова О.К., Глухов А.З., Козуб-Птица В.В. Сохранение и пополнение коллекционного фонда хозяйственно-ценных растений в Донецком ботаническом саду (2017–2021 гг.) .....	84
Кустова О.К., Глухов А.З., Козуб-Птица В.В., <u>Джулай В.И.</u> , Марунич И.В., Воронина Н.В., Приходько Л.Г. Итоги внедрения результатов научно-исследовательской работы по интродукции хозяйственно-ценных растений (2017–2021) .....	87
Лазарев И.С., Терентьев В.В., Кочетова Ж.Ю. Динамика загрязнения чернозема под воздействием реконструкции аэродрома государственной авиации .....	90
Маломыжева Н.В., Бобылев В.А., Плахотняя Д.П., Швецова Д.А., Бураева Е.А. Удельная активность <sup>137</sup> Cs в почвах природно-городских территорий и особо охраняемых природных территорий Ростовской области.....	93
Мирненко Н.С. Сравнительный анализ антропогенных изменений флоры Донбасса по палинологическим данным.....	96
Мирненко Э.И. <i>Dinobryon divergens</i> во флоре р. Кальмиус .....	98
Мурашкин В.В. Экспозиция в ботаническом музее ДонНУ к 100-летию профессора М.Л. Ревы.....	100
Николаева А.В., Загуменный Р.А. Коллекция суккулентных растений оранжерейного комплекса Донецкого ботанического сада .....	101
Пантелеев Д.А., Кочетова Ж.Ю., Базарский О.В. Оценка загрязнения почв металлами на военном полигоне «Погоново» (г. Воронеж) .....	103
Полякова А.В. Соплодия шелковицы как сырьё с антиоксидантными свойствами ...	106

<i>Приходько С.А., Макогон И.В., Жук Н.Н.</i> Интродукция представителей рода <i>Symphytotrichum</i> (Ness) A.G. Jones в Донецком ботаническом саду .....	108
<i>Прожорина Т.И., Боева А.С., Преснякова Ю.А.</i> Результаты экспедиционных исследований качества источников децентрализованного водоснабжения Аннинского района Воронежской области .....	110
<i>Сафонов А.И.</i> Опорные разработки в рамках тематического направления по ботанике антропотехногенеза (2022 г.) .....	113
<i>Сафонов А.И., Глухов А.З.</i> Полифункциональные свойства растений в аспекте индикации .....	114
<i>Руцук А.Д., Руцук В.С., Хлебников В.Ф., Чавдарь Н.С.</i> Перспективное местообитание фитоценозов с участием <i>Genista tetragona</i> Bess. для природно-заповедного фонда Приднестровья .....	116
<i>Тельных А.Э., Козурина В.А., Гридько О.А.</i> Культивары <i>Berberis thunbergii</i> D.C. в практике зеленого строительства города Донецка .....	119
<i>Хархота Л.В., Орлатая М.Л.</i> Таксономический состав коллекции семейства Betulaceae в Донецком ботаническом саду.....	121
<i>Хлебников В.Ф., Смурова Нат. В., Руцук А.Д., Руцук В.С., Гавриленко Л.А.</i> Эндемичные растения степей Приднестровья .....	124
<i>Шишкин А.В., Кочетова Ж.Ю., Великанов А.В.</i> Применение беспилотных летательных систем для мониторинга земель сельскохозяйственного назначения .....	127
<i>Шишлов И.В., Маломыжева Н.В., Бураева Е.А.</i> Радиационная обстановка на территории г. Ялта Республики Крым .....	130

### **Зоология и экология**

<i>Амолин А.В., Кустова О.К.</i> Позднелетние медоносы коллекции ароматических растений Донецкого ботанического сада и комплекс трофически связанных с ними антофильных насекомых .....	132
<i>Гамолина М.А., Галиева Ч.Р.</i> Ветеринарно-санитарная экспертиза туши и органов свиней при трихинеллезе.....	135
<i>Ильина О.В., Рак А.Н., Полякова М.С.</i> Пластиковое загрязнение береговой линии и прибрежной зоны Кольского полуострова на акваториях Баренцева и Белого морей: количественные показатели, риски для живых организмов и перспективы ликвидации .....	137
<i>Кононова Ю.В., Алексеев А.Ю., Шестопалов А.М.</i> Миграции диких животных как потенциальная угроза заноса новых вирусов на территорию России .....	140
<i>Маслодудова Е.Н.</i> Кровососущие насекомые Донбасса и их роль в распространении возбудителей природно-очаговых болезней человека и животных .....	143
<i>Муллаярова И.Р.</i> Распространенность цистного эхинококкоза в Республике Башкортостан .....	145
<i>Оголь И.Н.</i> Межвидовые взаимодействия трех видов ос-полистов (Hymenoptera: Vespidae: <i>Polistes</i> ) .....	148
<i>Прокопенко Е.В., Ильина Д.А.</i> Морфологические особенности пауков семейства Theraphosidae (Aranei) в связи с образом жизни .....	151
<i>Рева М.В., Руппа А.В.</i> Морфологические особенности мошек рода <i>Wilhelmia</i> End. (Diptera, Simuliidae) .....	154

<i>Рева М.В., Шкиренко А.О.</i> Мошки рода <i>Eusimulium</i> Roubaud, 1906 Донбасса.....	157
<i>Савченко Е.Ю., Стратийчук А.А.</i> Фауна и экология стрекоз (Insecta: Odonata) Республиканского ландшафтного парка «Зуевский» .....	160
<i>Тищенко А.А., Стахурская Е.С., Марарескул В.И., Романович Н.А., Антеков А.А.</i> Результаты отлова и кольцевания птиц в заповеднике «Ягорлык» (Приднестровье) в 2014–2018 годах .....	163
<i>Штирц А.Д., Кабанков Н.М.</i> Панцирные клещи верхней площадки карьера «Западное замыкание» Никитовского ртутного комбината в весенний период .....	167

### **Физиология и биохимия растений и грибов**

<i>Голубничая С.Н.</i> Зеленые насаждения Донецка: история, проблемы и перспективы развития .....	169
<i>Демченко С.И.</i> Подбор питательных субстратов из растительных отходов для выращивания гриба <i>Peniophora gigantea</i> (Fr.) Mass. в поверхностной культуре .....	172
<i>Загнитко Ю.П.</i> Молокосвертывающая активность штаммов гриба <i>Irpex lacteus</i> на питательной среде с молочной сывороткой.....	174
<i>Кузьмина Е.В., Фрунзе О.В.</i> Влияние ионов марганца на ростовые процессы корневой системы и надземной части некоторых декоративных цветковых растений.....	176
<i>Рыкова Т.Н., Болдырева В.Б., Саморукова А.В.</i> Биотехнология микробных препаратов и критерии подбора пробиотических штаммов микроорганизмов .....	179
<i>Супрун Ю.А., Чемерис О.В.</i> Влияние способа культивирования на молокосвёртывающую активность штамма <i>Irpex lacteus</i> 1080 .....	181
<i>Тихонов С.Л., Тихонова Н.В., Ожгихина А.С., Тихонова М.С.</i> Пептиды гилролизата молозива коров .....	184
<i>Чайка А.В.</i> Изменение антиоксидантной активности глубинной культуры <i>Pleurotus eryngii</i> под влиянием сурфактанта Твин-80 .....	186
<i>Чемерис О.В., Ткаченко Н.П.</i> Целлюлазная активность штамма <i>Irpex lacteus</i> 1082 при культивировании на растительных отходах .....	188
<i>Чистяков В.А.</i> Влияние агроэкологических условий на встречаемость штаммов бактерий – антагонистов грибов <i>P. fusarium</i> .....	191
<i>Штирц Ю.А., Михайлова Д.Ю.</i> Корреляция показателей формы и размеров листовой пластинки <i>Ulmus pumila</i> L. ....	194
<i>Штирц Ю.А., Уразова А.Н.</i> Оценка корреляции размеров и формы листовой пластинки <i>Betula pendula</i> Roth .....	196

### **Физиология человека и животных, медицина**

<i>Анастас К.В., Сичинская Ю.С.</i> Применение информационных технологий в генной инженерии .....	198
<i>Ежелева М.И., Брюханова С.Т., Павлович Л.В.</i> Особенности распространенности и заболеваемости болезней органов дыхания у подростков Донбасса в современных условиях.....	201
<i>Кизима В.В., Каушняя В.В.</i> Развитие гериатрии в приднестровской молдавской республике.....	204

<i>Кочура Д.А.</i> Нейродинамические корреляты гиперакузии у студенток с нормальным слухом.....	207
<i>Круглик И.С., Маркевич Д.П., Минин А.С., Васёха В.А.</i> Зависимость выздоровления человека от окружающей обстановки и методов лечения, на примерах исследования людей с черепно-мозговыми травмами .....	210
<i>Курбанов А.Ш, Дустов К.Т., Мингишева З.А.</i> Некоторые особенности кардиореспираторной системы у школьников, занимающихся и не занимающихся спортом.....	212
<i>Ластков Д.М., Ежелева М.И.</i> Влияние тяжелых металлов на детскую сердечно-сосудистую патологию в современных условиях Донбасса.....	213
<i>Лисун А.О.</i> Эффекты длительно вводимого доксорубина на нервно-мышечный аппарат самок белых крыс .....	216
<i>Матейкович Е.А., Кидирниязова К.С., Сутырина А.В.</i> Распространённость факторов риска варикозной болезни нижних конечностей у беременных женщин.....	219
<i>Мороховец С.А., Алешин Е.В.</i> Особенности питания студентов-спортсменов в условиях локального военного конфликта.....	221
<i>Остренко В.В.</i> Дистресс и тяжелые металлы как индикаторы риска инфекционных заболеваний у детей Донбасса .....	224
<i>Перов О.И., Шастина В.Р., Горин С.Г., Горбатенкова С.В., Максимцева Е.А., Ширяев В.С.</i> Применение плазмафереза в сочетании с лазерным и светодиодным облучением крови у больных при сепсисе .....	227
<i>Попов М.Н., Соболев В.И.</i> Характеристика уровня легимитизированной агрессии у студентов-гуманитарных специальностей.....	230
<i>Присяжнюк Е.Н., Прокопенко Е.В.</i> Патогенетические механизмы повреждения почек при COVID-19.....	232
<i>Росляков К.А., Томчик М.Д., Макаренко К.В.</i> Остеосинтез черепно-лицевого скелета в условиях локальных конфликтов.....	233
<i>Росляков К.А., Юрченко К.С., Шестопалов А.М.</i> Изучение механизма вирус-индуцированной гибели опухолевых клеток при инфицировании онколитическими штаммами вируса болезни ньюкасла <i>in vitro</i> .....	235
<i>Серегина Н.В.</i> Серологический скрининг образцов крови доноров на наличие маркеров сифилиса .....	238
<i>Соболев В.И., Попов М.Н.</i> Характер связи между уровнем агрессивности и стилями деятельности у студентов-гуманитариев.....	240
<i>Томчик М.Д., Росляков К.А.</i> Клиническая перспектива применения онколитических вирусов .....	243
<i>Труш В.В., Соболев В.И.</i> Эффективность аргинина, умеренной физической нагрузки и их комбинации в компенсации электрофизиологических нарушений, вызванных введением дексаметазона .....	246
<i>Труш В.В., Осипова Л.М.</i> Эффекты длительного комплексного применения физических нагрузок и аргинина на функциональное состояние скелетной мышцы в экспериментах на крысах .....	251
<i>Фролов В.К., Честнова Т.В., Игнатюкова А.С., Старченкова Ю.Е., Шевелева Т.Е. Гавриленко О.В.</i> О влиянии некоторых социальных и экологических факторов на формирование избыточной смертности от болезней органов дыхания при коронавирусной инфекции.....	255

<i>Хасанова В.В., Куракина К.Э, Абукеримова С.К.</i> Влияние вакцинации на новые варианты штаммы коронавируса инфекции.....	258
<i>Шветский Ф.М., Ширяев В.С., Шастина В.Р., Горин С.Г., Максимцева Е.А, Хосровян А.М.</i> Перспективы ксенона в стратегии обезболивания в замкнутых пространствах и в тактике модернизации человеческого ресурса вооруженных сил РФ.....	260
<i>Шишкина Е.А., Селина Е.Г., Набиуллина Г.А.</i> Особенности изучения здоровья и здорового образа жизни в эпидемиологическом контексте .....	264
<i>Юрьева А.С., Баринов Э.Ф., Крахоткина Е.Д., Перенесенко А.О.,</i> Определение амплитудных характеристик агрегации тромбоцитов здоровых лиц.....	267

## **ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ**

### *Аналитическая химия*

<i>Дубачева А.В., Косинова И.И., Кочетова Ж.Ю.</i> «Отпечатки запаха» природных вод северного Кавказа.....	270
<i>Кралин А.С., Кочетова Ж.Ю., Кравченко А.А.</i> Пьезосенсорное определение скорости эмиссии паров бензина из почвы.....	273
<i>Полтева А.В., Мокшина Н.Я., Пахомова О.А.</i> Электрофоретическое определение компонентов напитков специального назначения.....	276
<i>Рокун А.Н., Скочко А.В.</i> Исследование методики эталонирования ртути в анализе микроудобрений .....	279
<i>Стецик В.В., Матвиенко О.А., Цыбулько В.А.</i> Моделирование титрования смеси соединений марганца(VII) и ванадия(V) .....	280
<i>Щепина Н.Д., Баев А.В.</i> Улучшение метрологических характеристик внелабораторного определения содержания суммы тяжелых металлов в водах .....	283

### *Биохимия и органическая химия*

<i>Белоусова И.А., Зубарева Т.М, Разумова Н.Г., Гайдаш Т.С., Прокопьева Т.М.</i> Димерные катионные ПАВ как основа высокоэффективных систем для разложения фосфорорганических соединений.....	286
<i>Вирзум Л.В., Крылов Е.Н.</i> Взаимодействие сульфанилидов и карбоангидразы E. Coli : квантово-химический анализ .....	289
<i>Заболотный А.А., Михайлов В.А.</i> Водопоглощение, водоудержание и растворимость в воде бис-имидазолиевых ПАВ с короткими гидроксильными мостиками.....	292
<i>Заречная О.М., Михайлов В.А.</i> Структура бис-имидазолиевых дикатионов с короткими гидроксильными мостиками .....	294
<i>Заритовский А.Н., Котенко Е.Н., Демко Я.В. Заритовская Т.А.</i> Использование оксидов графита в микроволновых синтезах углеродных наноструктур .....	296
<i>Krylov E. N., Virzum L. V.,</i> Quantum chemical descriptors of the inhibition process of $\alpha$ -carbonic anhydrase by sulfonamides .....	299
<i>Макарова Р.А., Хилько С.Л., Семенова Р.Г., Невечера О.И., Шелест В.С.</i> Получение этоксиатов производных бензойной кислоты механохимическим методом.....	302

Орлов М.А., Глиняная Н.В. Окисление гетероциклических карбенов диметилсульфоксидом.....	305
Садовая И.В. Перекрестные эффекты структуры в катализируемых пиридинами реакциях фенолоксирана с N-ароилбензолсульфонамидами .....	307
Санакоева М.О., Кожемова К.Р., Мусаева Э.Б., Мусаев Ю.И. Особенности синтеза ароматических и гетероциклических полимеробразующих мономеров на основе 4,4'-диацетилдифенилоксида.....	308
Труш Е.Н., Михайлов В.А. Термические свойства дигалогенидов бис-имидазолия с короткими гидроксильными мостиками.....	311
Туровская М.К., Прокопьева Т.М., Разумова Н.Г., Гайдаш Т.С. Высокоэффективные организованные микрогетерогенные системы на основе $\alpha$ -нуклеофилов для разложения экотоксикантов. Пероксигидролиз.....	313
Харанеко А.О., Пехтерева Т.М., Харанеко О.И. Реакции 2-карбоксивалкилпиразола с оксиранами.....	316

### **Неорганическая химия**

Лозинский Н.С., Мороз Я.А. ИК-спектроскопическое исследование процессов получения, модифицирования и кристаллизации многокомпонентного стекла.....	319
Прудченко А.П., Поляков О.Ю., Протасевич Ю.С. Низкотемпературный CCVD - синтез углеродных нанотрубок.....	322
Яблочкова Н.В., Жегайло А.О. Исследование замещения свинца щелочно-земельными элементами в соединении $Pb_8Pr_2(GeO_4)_4(VO_4)_2$ со структурой апатита.....	325

### **Физическая химия**

Безбожная Т.В., Лобачев В.Л. Природа основания как фактор контролирующей генерирование активной формы платины в реакциях кросс-сочетания <i>n</i> -ксилола и <i>n</i> -иоднитробензола .....	326
Белый А.В., Белая Н.И., Тихонова Г.А. Регрессионно-классификационный алгоритм скрининга антирадикальной активности флавоноидов и родственных структур .....	329
Викторчук Н.А., Белова Н.В., Слизнев В.В. Конформационные особенности комплексов <i>n</i> -оксидов с $BF_3$ .....	332
Дорофеева Ю.С., Притулина А.В. Кинетика реакции N-ацилирования $\alpha$ -аминокислот замещенным фенилбензоатом в среде вода – этанол.....	335
Завязкина Т.И., Тюрина Т.Г. Влияние иницирующих систем на свойства гидрогелей поливинилового спирта и сополимера малеинового ангидрида....	337
Кочетова Л.Б., Кустова Т.П., Двойникова А.В. Квантово-химическое моделирование механизма газовой фазной реакции бензгидразида с 4-нитробензолсульфонилхлоридом.....	339
Курьято Н.А., Князева Л.Г., Дорохов А.В. Ингибиторы коррозии, окружающие нас	342
Левин К.Л. Исследование углеродного нано-покрытия для применения в устройствах накопления заряда методом Мотт-Шоттки анализа .....	345
Лихачев Е.Р., Засимский Д.А. Моделирование температурной зависимости вязкости газов. Часть 2 .....	348

<i>Лыга Р.И., Михальчук В.М., Могила Т.Н., Рудяк В.В.</i> Влияние кремнезема на устойчивость эпоксидных композитов к термоокислительной деградации .....	351
<i>Любимова А.К., Лобачев В.Л., Безбожная Т.В.</i> Окисление диэтилсульфида пероксодом натрия в системе вода – ацетонитрил .....	353
<i>Одарюк В.В., Одарюк И.Д.</i> Антирадикальные свойства хлорзамещенных 2-N-ариламино-4-(3',4'-дигидроксифенил)тиазолов .....	356
<i>Осипов А.М., Грищук С.В.</i> Методы статистики в определении оптимальных условий начальной стадии гидрогенизации длиннопламенного угля Донбасса .....	359
<i>Туровский Н.А., Туровская М.К., Бидулько Э.В.</i> Молекулярное моделирование реакции распада $H_2O_2$ внутримолекулярный Н-перенос .....	362
<i>Шевкопляс В.Н., Семенова Р.Г., Макарова Р.А.</i> Структурно-химические преобразования углей на стадии подготовки и активированного пиролиза .....	363



*НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ*

**ДОНЕЦКИЕ ЧТЕНИЯ 2022:  
ОБРАЗОВАНИЕ, НАУКА, ИННОВАЦИИ,  
КУЛЬТУРА И ВЫЗОВЫ СОВРЕМЕННОСТИ**

Материалы  
VII Международной научной конференции,  
посвящённой 85-летию  
Донецкого национального университета,  
27–28 октября 2022 г.,  
г. Донецк

**ТОМ 3  
Биологические и химические науки,  
медицина, экология**

под общей редакцией проф. *С.В. Беспаловой*

Дизайн обложки	<i>А.Ю. Гурина</i>
Технические редакторы	<i>Е.Г. Медведева, М.В. Фоменко</i>
Компьютерная верстка	<i>А.Д. Штириц, В.О. Корниенко, Н.Д. Щепина</i>

---

***Адрес оргкомитета:***

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»  
ул. Университетская, 24, г. Донецк, 83001, ДНР, РФ.  
E-mail: *science.prorector@donnu.ru*

---

Подписано в печать 10.10.2022 г.  
Формат 60×84/16. Бумага офисная.  
Печать – цифровая. Усл.-печ. л. 21,9.  
Тираж 100 экз. Заказ № 22окт17/3.  
Донецкий национальный университет  
83001, г. Донецк, ул. Университетская, 24.  
Свидетельство о внесении субъекта  
издательской деятельности в Государственный реестр  
серия ДК № 1854 от 24.06.2004 г.