



МЕЖДУНАРОДНЫЙ ИНТЕГРАЦИОННЫЙ ФОРУМ  
**РУССКИЙ МИР И ДОНБАСС**

ОТ СОТРУДНИЧЕСТВА К ИНТЕГРАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ,  
НАУКИ ИННОВАЦИЙ И КУЛЬТУРЫ



ФОНД РУССКИЙ МИР

## МАТЕРИАЛЫ

### III Международной научной конференции

# Донецкие чтения 2018:

образование, наука,  
инновации, культура  
и вызовы современности

г. Донецк  
25 октября 2018 г.

Том 2



## Химико-биологические науки





## Дорогие коллеги!

Сборник материалов III Международной научной конференции «Донецкие чтения 2018: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности» в руках, является частью восьмитомного издания, состоящего из 9 книг.

Труды участников конференции, входящие в сборник, охватывают различные сферы научных знаний в области естественных, гуманитарных и социальных наук. В них рассматриваются ключевые вопросы, связанные с инновациями в сфере экономики, исследованиями в области математики, физики, химии, биологии на микро- и макроуровнях, которые могут быть использованы в образовательных проектах, имеют значение для проведения дальнейших более углубленных исследований по обозначенной тематике. Гуманитарные науки представлены в сборниках научными работами историков, филологов, журналистов, психологов, педагогов. В них затронуты актуальные вопросы исторических и современных исследований. В период становления молодого государства особо актуальны исследования, представленные в области юридических наук.

Сегодня проблемы интеграции нашего университета в научно-образовательное и культурное пространство Российской Федерации определяют суть времени, в котором мы живем и трудимся. Для Донецкого национального университета важна поддержка конференции со стороны Фонда «Русский мир», научной общественности разных стран и, прежде всего, Российской Федерации. Мы высоко это ценим и выражаем всем участникам глубокую благодарность.

Будущее за наукой, и пусть итоги нашей работы станут основой для новых научных открытий и принесут пользу государству!

Ректор,  
доктор физико-математических  
наук, профессор

С.В. Беспалова

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

## **III Международная научная конференция**

Материалы  
конференции

**Том 2**

**ХИМИКО-  
БИОЛОГИЧЕСКИЕ  
НАУКИ**

# **Донецкие чтения 2018: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности**

г. Донецк  
25 октября 2018 г.

Донецк  
Издательство ДонНУ  
2018

ББК Г.я431+Е.я431  
УДК 54+57+61  
Д672

Редакционная коллегия:  
С.В. Беспалова (главный редактор), М.В. Фоменко (отв. секретарь),  
Е.И. Скафа, В.А. Дубровина, О.С. Горецкий, А.В. Белый

**Д672 Донецкие чтения 2018: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности:** Материалы III Международной научной конференции (Донецк, 25 октября 2018 г.). – Том 2: *Химико-биологические науки* / под общей редакцией проф. С.В. Беспаловой. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2018. – 356 с.

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

Во второй том материалов III Международной научной конференции «Донецкие чтения 2018: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности» вошли исследования по актуальным проблемам химических и биологических наук в контексте Русского мира, в том числе вопросы аналитической химии, биохимии и органической химии, неорганической химии, физической химии, биофизики, ботаники, зоологии и экологии, физиологии растений, физиологии человека и животных.

Освещенные в сборнике проблемы и направления их решения будут полезны студентам и аспирантам, докторантам, соискателям и молодым ученым, проводящим исследования в области химических и биологических наук.

ББК Г.я431+Е.я431  
УДК 54+57+61

© Коллектив авторов, 2018

© Донецкий национальный университет, 2018

## 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, Заслуженный деятель науки РФ, Президент Международной славянской академии наук, образования, искусств и культуры, Президент Ассоциации юридических вузов (г. Москва)

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

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

*Бородулин С.Н.* руководитель Регионального отделения ОГПД «Бессмертный полк России» в Санкт-Петербурге (г. Санкт-Петербург)

*Варюхин В.Н.* д-р физ.-мат. наук, профессор, директор ГУ «Донецкий физико-технический институт им. А.А. Галкина» (г. Донецк)

*Воронова О.Е.* д-р филол. наук, профессор, член Общественной палаты РФ, член Союза писателей и Союза журналистов России, руководитель Центра региональных проектов Рязанского государственного университета им. С.А. Есенина, профессор кафедры журналистики, руководитель Есенинского научного центра РГУ им. С.А. Есенина (г. Рязань)

*Илюхин А.А.* д-р физ.-мат. наук, профессор, профессор кафедры математики Таганрогского института им. А.П. Чехова Ростовского государственного экономического университета (г. Таганрог)

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

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

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

- Полищук В.С.* д-р техн. наук, генеральный директор ГУ «Научно-исследовательский институт «Реактивэлектрон» (г. Донецк)
- Половян А.В.* д-р экон. наук, доцент, директор ГУ «Институт экономических исследований» (г. Донецк)
- Приходько С.А.* канд. биол. наук, ст. науч. сотр., директор ГУ «Донецкий ботанический сад» (г. Донецк)
- Савоськин М.В.* канд. хим. наук, ст. науч. сотр., директор ГУ «Институт физико-органической химии и углехимии им. Л.М. Литвиненко» (г. Донецк)
- Скафа Е.И.* д-р пед. наук, профессор, проректор по научно-методической и учебной работе Донецкого национального университета (г. Донецк)
- Сторожев В.И.* д-р техн. наук, профессор, проректор по научной и инновационной деятельности Донецкого национального университета (г. Донецк)
- Тедеев В.Б.* канд. техн. наук, доцент, ректор Юго-Осетинского государственного университета им. А.А. Тибилова (г. Цхинвал)

# ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

## *Аналитическая химия*

УДК 543.421

### **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ЭТААС ОПРЕДЕЛЕНИИ In, Ga, Tl В ПРИСУТСТВИИ КОЛЛОИДНОГО ПАЛЛАДИЯ**

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

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР  
*pivovarova.a.s.221194@gmail.com*

При электротермическом атомно-абсорбционном (ЭТААС) определении легко- и среднелетучих элементов, к которым относятся In, Ga, Tl, химический модификатор является неотъемлемым компонентом при устранении матричных помех в солевых растворах [1, 2].

В последнее время наибольший интерес представляют модификаторы на основе соединений палладия [3]. Ранее нами был предложен новый химический модификатор – раствор коллоидного палладия, восстановленного и стабилизированного глицерином [4].

Целью данной работы являлась использование термодинамического компьютерного моделирования высокотемпературных процессов в графитовой печи для прогнозирования возможного механизма действия модификатора на основе стабилизированного коллоидного раствора восстановленного палладия при ЭТААС определении следов индия, галлия, таллия.

Для оценки эффективности химического модификатора исследовали его термостабилизирующую способность и толерантность к модельным депрессирующим хлоридной и сульфатной матрицам.

Предложенный модификатор показывает высокую толерантность к хлоридной матрице: 150 мкг в 10 мкл пробы для In, 200 мкг – для Ga, 100 мкг – для Tl; и к сульфатной матрице: 200 мкг – для In и Ga, 100 мкг – для Tl. Кроме того раствор коллоидного палладия позволяет увеличить максимально допустимую температуру стадии пиролиза на 200–300 °С для данных элементов.

Увеличение максимально допустимой температуры стадии пиролиза и толерантности к матрицам связано с изменением механизмов атомизации

химических элементов. Для предварительного объяснения наблюдаемых эффектов в присутствии нового модификатора было проведено термодинамическое моделирование высокотемпературных термохимических процессов, которые протекают в атомизаторе при ЭТААС определении индия, галлия и таллия с помощью программы HSC Chemistry 5.1 [5].

Сущность метода термодинамического моделирования заключается в нахождении равновесного состава сложных многокомпонентных гетерогенных систем. Определение полного равновесного состава выполняют путем максимизации энтропии или минимизации энергии Гиббса термодинамической системы [6,7]. Результаты термодинамического моделирования представлены в таблице 1. Термодинамическое моделирование позволяет рассчитать качественный и относительный количественный состав аналитической зоны графитового атомизатора, максимально допустимую температуру на стадии пиролиза  $T_{п}^{макс}$ , что позволяет предположить механизмы атомизации химических элементов.

Таблица 1

Результаты термодинамического моделирования термохимических процессов при ЭТААС определении In, Ga, Tl

Система	Расчетная $T_{п}^{макс}$ , °C	Экспериментальная $T_{п}^{макс}$ , °C	Преобладающие соединения аналита в газовой фазе
Ga	800	800	Ga <sub>2</sub> O; Ga
Ga + Pd	1 100	1 300	Ga
Ga + Cl <sup>-</sup>	600	–	GaCl <sub>3</sub> ; GaCl <sub>2</sub>
Ga + Cl <sup>-</sup> + Pd	1 200	–	Ga
Ga + SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	700	–	Ga <sub>2</sub> S; Ga
Ga + SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> + Pd	1 100	–	Ga
In	900	800	In <sub>2</sub> O; In
In + Pd	1 100	1 200	In
In + Cl <sup>-</sup>	100	–	InCl <sub>3</sub> ; InCl <sub>2</sub> ; InCl
In + Cl <sup>-</sup> + Pd	1 100	–	In
In + SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	800	–	InS; In
In + SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> + Pd	900	–	In
Tl	–	600	TlO; Tl
Tl + Pd	1 000	1 200	Tl
Tl + Cl <sup>-</sup>	400	–	TlO; TlCl
Tl + Cl <sup>-</sup> + Pd	600	–	Tl
Tl + SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	100	–	TlO; Tl
Tl + SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> + Pd	600	–	Tl

Исходя из результатов моделирования, можно сделать вывод, что добавление химического модификатора – коллоидного палладия, восстановленного и стабилизированного глицерином, приводит к изменению механизмов атомизации, а именно к изменению химического состава предатомизационных соединений. В отсутствии химического



модификатора в газовой фазе графитовой печи образовывались легколетучие и труднодиссоциируемые молекулярные галогениды, а также оксиды и сульфиды определяемых элементов. При добавлении коллоидного палладия в газовой фазе отсутствуют молекулярные соединения индия, галлия, таллия, а образование свободных атомов происходит, вероятно, вследствие испарения восстановленных в конденсированной фазе металлов. Адекватность результатов моделирования доказывает близость рассчитанной и экспериментально найденной  $T_{\text{п}}^{\text{макс}}$ .

### Список литературы

1. Гильтмудинов, А.Х. Нестационарная структура атомных и молекулярных слоев, в электротермической атомно-абсорбционной спектроскопии. Формирование поглощающих слоев атомов и молекул галлия и индия [Текст] / А.Х. Гильтмудинов, Ю.А. Захаров, В.П. Иванов // Журн. аналит. химии. – 1994. – Т. 49, №2. – С. 150-156.
2. Нестационарная структура поглощающих слоев атомов и молекул в электротермической атомно-абсорбционной спектроскопии. Визуализация поглощающих слоев атомов таллия, германия и висмута [Текст] / А.Х. Гильтмудинов [и др.] // Журн. аналит. химии. – 1994. – Т. 49, №2. – С. 157-164.
3. Волынский, А.Б. Химические модификаторы в современной электротермической атомно-абсорбционной спектроскопии [Текст] / А.Б. Волынский // Журн. аналит. химии. – 2003. – Т. 58, №10. – С. 1015-1032.
4. Пивоварова, А.С. Улучшение метрологических характеристик атомно-абсорбционного определения индия, галлия и таллия с использованием модификатора восстановленного палладия [Текст] / А.С. Пивоварова, А.С. Алемасова // Proceeding of VIII International Conference of Young Scientists «Young Scientists 2017 – from theory to practice» (February, 2017, Dnipro, Ukraine). – P. 215-218.
5. Пупышев, А.А. Экспериментальное моделирование действия аскорбиновой кислоты в электротермических атомизаторах / А.А. Пупышев. – Свердловск, 1989. – 32 с. – Деп. в ОНИИТЭХТИМ г. Черкассы 27.11.1989, №950-хп-89.
6. Пупышев, А.А. Термодинамическое моделирование термохимических процессов [Текст] / А.А. Пупышев, А.Н. Губанова. – Екатеринбург: УГТУ, 1996. – 36 с.
7. Пупышев, А.А. Термодинамическое моделирование термохимических процессов в спектральных источниках: [учебное электронное текстовое издание] / А.А. Пупышев. – Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ – УПИ, 2007. – 85 с.

**ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОГО МОДИФИКАТОРА КОЛЛОИДНОГО ПАЛЛАДИЯ НА ВОССТАНОВИТЕЛЬНУЮ АТМОСФЕРУ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ АТОМИЗАТОРА ПРИ ЭТААС ОПРЕДЕЛЕНИИ Ga И Tl**

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

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР  
*pivovarova.a.s.221194@gmail.com*

Ранее было показано, что химические модификаторы способны увеличивать восстановительную атмосферу аналитической зоны графитовой печи при электротермическом атомно-абсорбционном определении (ЭТААС) следов элементов. Известно, что палладий катализирует процессы окисления графита кислородам [1–2], что приводит к снижению парциального давления кислорода в газовой фазе и смещению термодиссоциации оксидов  $Me_2O$  в сторону продуктов.

Нами был предложен новый химический модификатор – раствор коллоидного палладия восстановленного и стабилизированного глицерином для ЭТААС определения следов индия, галлия, таллия. Можно было ожидать, что одним из факторов, определяющих эффективность этого модификатора, будет его способность влиять на окислительно-восстановительные свойства активной зоны атомизатора. Изменение состава газовой фазы в первую очередь можно проследить по изменению концентрации свободного кислорода в печи.

Свободный кислород в газовой среде электротермических атомизаторов оказывает определяющее влияние на атомизацию элементов. От его содержания зависит не только степень диссоциации газообразных оксидов, но и скорость их испарения [3]. Методика определения остаточного парциального давления кислорода в графитовой печи описана в [4].

Если увеличить скорость испарения элемента, то его парциальное давление будет соизмеримо с парциальным давлением кислорода. В этом случае практически весь кислород окажется связанным в газообразный оксид и для избыточного количества элемента защитный газ окажется «чистым». При этом чувствительность измерения скачкообразно увеличится. Поскольку количество элемента, расходуемого на очистку защитного газа от примеси («инертное» количество  $m_i$ ), должно оставаться постоянным независимо от общего количества элемента, испаряемого в единицу времени, градуировочный график оказывается параллельно смещенным относительно своего идеального положения (в атмосфере «чистого» газа) на величину  $m_i$ . Экстраполируя линейный участок графика

до пересечения с осью абсцисс, можно найти инертную массу  $m_i$ , которая прямо пропорциональна парциальному давлению свободного кислорода.

Проведено по методу смещенного графика определение  $m_i$  галлия и таллия в присутствии предложенного модификатора и без него. Полученные графики градуировочных зависимостей приведены на рис. 1, 2.

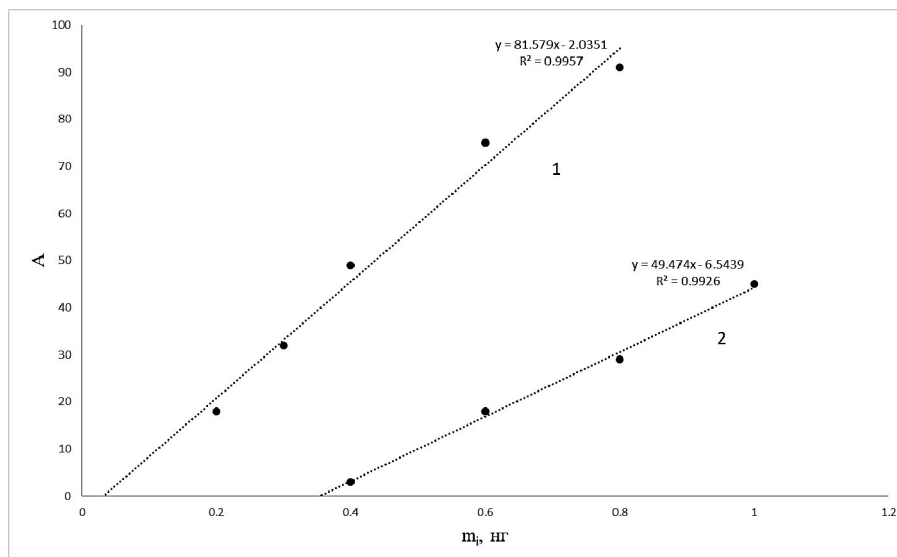


Рис. 1. Зависимость абсорбционности галлия от концентрации: 1 – в присутствии коллоидного палладия; 2 – без модификатора

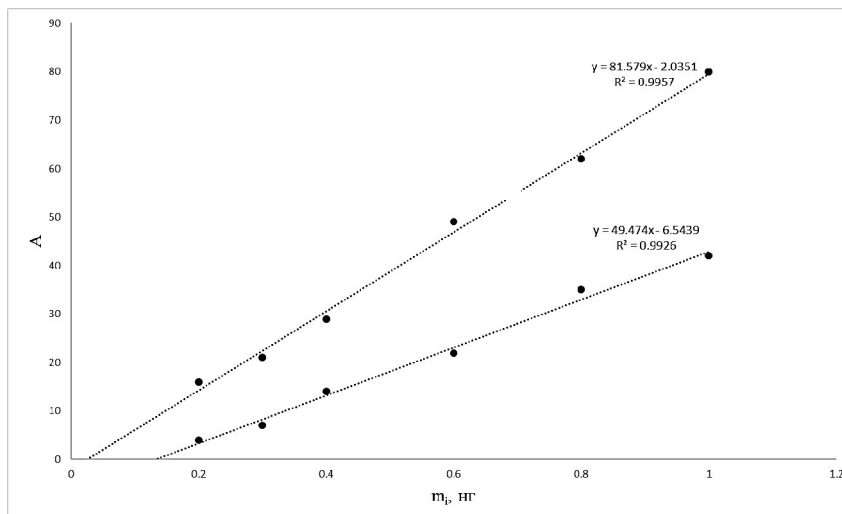


Рис. 2. Зависимости абсорбционности таллия от концентрации: 1 – в присутствии коллоидного палладия; 2 – в отсутствии химического модификатора

В присутствии раствора коллоидного палладия величина инертной массы галлия  $m_i$  уменьшается с 0,35 нг до 0,03 нг, что соответствует уменьшению остаточного парциального давления кислорода в графитовой печи примерно в 10 раз, а для таллия – с 0,13 нг до 0,03 нг, т.е. примерно в 5 раз.

Таким образом, химический модификатор коллоидный палладий, восстановленный и стабилизированный 10% глицерином, уменьшает парциальное давление кислорода в газовой фазе графитовой печи в результате катализа процесса окисления графита, что подтверждает снижение в его присутствии инертной массы аналитов в 5–10 раз. Увеличение восстановительных свойств аналитической зоны подтверждает также увеличение чувствительности определения Ga и Tl в присутствии модификатора на безматричных растворах. Можно предположить, что пиролиз глицерина также будет способствовать появлению в газовой фазе печи молекул и радикалов с восстановительным действием.

### Список литературы

1. Volynsky, A.B. Mechanisms of action of platinum group modifiers in electrothermal atomic absorption spectrometry [Text] / A.B. Volynsky // Spectrochim. Acta, Part B. – 2000. – V. 55. – P. 103-150.
2. Волынский, А.Б. Химические модификаторы на основе соединений платиновых металлов в ЭТААС [Текст] / А.Б. Волынский // Журн. аналит. химии. – 2004. – Т. 59, № 6. – С. 566-586.
3. Пупышев, А.А. Механизм действия неорганических химических модификаторов в электротермической атомно-абсорбционной спектроскопии / А.А. Пупышев [Текст] // Укр. хим. журн. – 2005. – Т. 71, № 9-10. – С. 17-25.
4. Львов, Б.В. Терморазложение твердых и жидких веществ / Б.В. Львов. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2006. – 278 с.

УДК 543.421

## МОДИФИКАЦИЯ АНАЛИТИЧЕСКИХ ФОРМ В СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИХ МЕТОДАХ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ БЕРИЛЛИЯ В УГЛЕ И ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДАХ

*Добрыдин А.В., Шептун И.Г.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР  
*av\_dobrydin@mail.ru*

Соединения бериллия обладают высокой токсичностью (элемент I категории опасности – ПДК в воде составляет 0,0002 мг/л), а также способны к образованию подвижных форм, особенно в щелочных и нейтральных средах весьма устойчивых комплексных соединений, способных к миграции в объектах окружающей среды. Поэтому задача определения содержания бериллия является актуальной и первостепенно важной. Отходы угольных производств, которые появляются на Донбассе ежегодно, да и сам уголь, содержат бериллий в довольно высоких концентрациях. Прямому фотометрическому определению бериллия

мешает низкая селективность реагентов вследствие влияния на аналитический сигнал бериллия растворов со сложным многокомпонентным составом, которые образуются при разложении образцов углей и золошлаков минеральными кислотами при отделении бериллия от сопутствующих компонентов. Это значительно увеличивает трудоёмкость анализа и ухудшает метрологические характеристики методик. Актуальность работы состоит в сокращении числа стадий отделения бериллия от сопутствующих компонентов в угле и золошлаковых отходах Донецкого региона и сравнении фотометрического определения бериллия с бериллоном II с атомно-абсорбционным определением в электротермическом варианте в указанных объектах. Целью работы является изучение возможности сокращения стадий отделения бериллия при экстракции его ацетилацетоном и разработка на основе экспериментальных исследований экстракционно-фотометрической, экстракционно-атомно-абсорбционной методик определения бериллия в углях и золошлаковых отходах, с использованием доступного оборудования, а также изучение возможных путей загрязнения окружающей среды подвижными формами.

Изучали мешающее влияние металлов, входящих в состав золошлаковых отходов ( $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ti}^{4+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ), на аналитический сигнал бериллия при его фотометрическом определении с бериллоном II.

Установлено, что в присутствии трилона Б такие катионы как  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  в количестве до 300 мкг (т.е. 75 кратный избыток) не влияют на аналитический сигнал бериллия; свыше этого количества наблюдается завышение аналитического сигнала особенно для  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Ti}^{4+}$ , что необходимо учитывать при разработке методики фотометрического определения бериллия в золошлаковых отходах. Вследствие этого прямое фотометрическое определение бериллия в растворах, полученных кислотным разложением проб золошлаковых отходов, невозможно, необходимо проводить отделение от матричных компонентов пробы. Наиболее полное отделение бериллия от матричных компонентов возможно в виде ацетилацетонатного комплекса бериллия. Результаты экстракционно-фотометрического определения бериллия в угле и золошлаках двух ТЭЦ Донецкого региона приведены в табл. 1. В качестве экстрагента использовали ацетилацетон в четырёххлористом углероде. Реэкстракцию проводили раствором соляной кислоты.

Из данных таблицы 1 видно, что валовое содержание бериллия в золошлаках и угле составляет соответственно (г/т) 240; 150 и 58. Относительное стандартное отклонение при определении бериллия в угле не превышает 0,18, а при определении в золошлаках 0,09.

Навеску золошлаковых отходов разлагали при нагревании соляной кислотой (1:1). Раствор упаривали на водяной бане насухо для выделения кремниевой кислоты. Сухой остаток смачивали концентрированной соляной кислотой, растворяли, прибавляли горячую воду и отфильтровывали кремниевую кислоту.



Таблица 1

Экстракционно-фотометрическое определение бериллия  
(n=6; P=0,95)

Проба	Массовая доля бериллия $\bar{C} \pm \delta$ , %	$S_r$	Проверка правильности		
			Введено бериллия, %	Найдено бериллия $\bar{C} \pm \delta$ , %	$S_r$
Уголь ГП «Макеевуголь» ОП ш-та«Чайкино»	0,0058±0,0010	0,18	0,010	0,010±0,001	0,18
Золошлак Зуевской ТЭС	0,024±0,002	0,05	0,050	0,050±0,001	0,03
Золошлак Старобешевской ТЭС	0,015±0,002	0,09	0,030	0,030±0,001	0,03

Установлено, что прямое атомно-абсорбционное определение бериллия невозможно вследствие высокого матричного эффекта. Оптимизировать программу атомизации не удалось, наблюдается плохая воспроизводимость и низкая чувствительность. Далее проводили экстракционное выделение бериллия в виде ацетилацетоната, сократив число стадий выделения, исключив обработку пробы серной и азотной кислотами, остановившись на стадии реэкстракции соляной кислотой. Солянокислые реэкстракты вводили в печь атомизатора.

Определение бериллия атомно-абсорбционным методом проводили на спектрометре «Сатурн-3». Во всех экспериментах использовали стандартные графитовые печи с внутренним диаметром 5,8 мм, покрытые, за исключением концов трубок (с внешней стороны), слоем пиролитического графита. В качестве защитного газа использовали аргон квалификации «Высший сорт».

Условия определения бериллия были следующими: длина волны составляла 234,9 нм; ширина щели – 0,2 нм; сила тока на лампе с полым катодом (ЛСП) – 15 мА; сушка проводилась при температуре 80 °С в течении 15 с; пиролиз проводили при температуре 600 °С в течении 15 с; атомизация при температуре 2500 °С в течении 5 с. Для повышения чувствительности определения на стадии атомизации отключали подачу аргона сквозь внутреннюю полость графитовой печи. Результаты определения бериллия в угле и золошлаковых отходах двух электростанций Донецкого региона приведены в табл. 2.

Из данных таблицы 2 видно, что полученные данные хорошо согласуются с результатами, полученными фотометрическим методом (принадлежат к одной выборке).

Таким образом, модифицирована аналитическая форма при экстракционном выделении бериллия в виде ацетилацетонатного комплекса.

Электротермическое атомно-абсорбционное определение бериллия  
с экстракционным отделением ацетилацетоном (n=6; P=0,95)

Проба	Массовая доля бериллия $\bar{C} \pm \delta$ , %	S <sub>r</sub>	Проверка правильности		
			Введено бериллия, %	Найдено бериллия $\bar{C} \pm \delta$ , %	S <sub>r</sub>
Уголь ГП «Макеевуголь» ОП Шахта «Чайкино»	0,006±0,001	0,13	0,020	0,020±0,001	0,07
Золошлак Зуевской ТЭС	0,023±0,002	0,10	0,050	0,050±0,001	0,03
Золошлак Старобешевской ТЭС	0,014±0,002	0,11	0,030	0,029±0,001	0,04

Применена реэкстрация бериллия раствором соляной кислоты (1,5:2), что позволило использовать реэкстракт при фотометрическом и электротермическом атомно-абсорбционном определении бериллия. Разработаны и метрологически обоснованы методики фотометрического и электротермического атомно-абсорбционного определения бериллия в угле и золошлаках двух ТЭС Донецкого региона. Относительное стандартное отклонение методики определения бериллия в угле не превышает 0,18, а для золошлаков 0,09. Методом «введено-найденно» доказана правильность разработанных методик.

УДК 665.73.038

## ХИМИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА АВТОМОБИЛЬНОГО ТОПЛИВА

*Рокун А.Н.*<sup>1</sup>, канд. хим. наук,

*Алемасова Н.В.*<sup>2</sup>, канд. хим. наук, *Вдовиченко А.Н.*<sup>2</sup>, канд. хим. наук

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

<sup>2</sup>ГУ «Институт физико-органической химии и углехимии им. Л.М. Литвиненко»,

г. Донецк, ДНР

*rokun@mail.ru*

Использование некачественного моторного топлива является одной из возможных причин выхода из строя двигателей автомобилей. В современных рыночных условиях в сеть АЗС попадает значительное количество суррогатов и подделок, применению которых причиняет вред двигателям транспортных средств. По литературным данным объемы реализации такого топлива в России и странах СНГ составляют от 30% до 70% всего объема продаж [1]. В связи с этим в экспертной практике становится все более актуальным решение задач, связанных с потребительскими свойствами моторных топлив и последствиями их

использования. Одной из таких задач является установление причинно-следственной связи между использованием некачественного топлива и выходом двигателя из строя. То есть необходимо определить характер дефекта: производственный либо эксплуатационный, и если эксплуатационный, то по какой причине он возник. Это комплексное исследование с привлечением химических и инструментальных методов анализа.

В данной работе представлены результаты химической экспертизы бензина на предмет установления соответствия между неисправностью двигателя автомобиля и качеством заправляемого бензина.

После заправки автомобиля бензином в одной из точек реализации двигатель перестал исправно работать, не заводился.

Была отобрана проба бензина из топливного бака. Исследуемый бензин расслоился на 2 фазы красно-коричневого цвета. Были сделаны следующие предположения:

1. Топливо содержит значительные концентрации ферроцена, вследствие чего на деталях двигателя и в топливном фильтре появились отложения соединений железа, что привело к поломке двигателя. Ферроцен добавляют в состав автомобильных бензинов с целью повышения их октанового числа. Однако при использовании бензина с этой антидетонационной присадкой в камере сгорания образуются и откладываются на поверхности деталей оксиды железа. Это приводит к значительному снижению ресурса двигателей и свечей зажигания, повышению расхода бензина и ухудшению вследствие этого их экологических свойств. Мировая топливная хартия 1998 года запрещает введение металлоорганических соединений в автомобильные бензины с целью повышения детонационной стойкости. В России и странах Европы ферроцен запрещен к использованию в автомобильных бензинах. В Украине содержание ферроцена нормируется технологическими регламентами на производстве. Поэтому необходим контроль по содержанию ферроцена в бензинах.

2. Топливо содержит значительные концентрации водорастворимых спиртов и воды. Скорее всего, изначально данное топливо было однородным, но, смешавшись в топливном баке с остатками бензина, оно расслоилось на 2 фазы. Данная проблема характерна для спиртового бензина.

Как оказалось, топливный фильтр, действительно, был забит осадком коричневого цвета. После отмывки осадка от органических соединений различными органическими растворителями (углеводородами, спиртами), растворения в кислотах и титриметрического определения железа с сульфосалициловой кислотой, было установлено, что осадок содержит 69,3 % железа, что соответствует химической формуле  $Fe_2O_3$ . Теоретическое содержание железа в  $Fe_2O_3$  составляет 69,94 %.

На первом этапе исследований оценили состав фаз образца бензина по горению. Верхняя фаза горела коптящим желтым пламенем, что дает

основание предположить наличие углеводородов ароматического ряда. Нижняя фаза горела прозрачным голубым пламенем, характерным для горения спиртов.

Измеренная плотность верхней фазы топлива оказалась равной  $0,830 \text{ г/см}^3$ , а нижней –  $0,923 \text{ г/см}^3$ , что позволяет сделать предположение, что обе фазы насыщены водой, а соответственно, и водорастворимыми спиртами, способствующими образованию микроэмульсии вода-спирты-углеводороды.

По ГОСТ [2] плотность бензина повышенного качества должна находиться в пределах  $0,720\text{--}0,775 \text{ г/см}^3$ . То есть по показателю плотности данное топливо не соответствует ГОСТ на бензин.

С применением стандартной методики [3] было определено содержание железа в верхней и нижней фазах топлива. Концентрация железа в верхней фазе топлива составила  $0,997 \text{ г/л}$ , а в нижней –  $2,14 \text{ г/л}$ . То есть для создания нужного октанового числа в фальсифицированную топливную смесь добавляли ферроцен или другую железосодержащую присадку.

Для подтверждения правильности предположения о наличии спиртов в бензине были проведены исследования методом ЯМР-спектроскопии, позволяющим одновременно выявить наличие спиртов и других органических соединений.

Было установлено, что верхняя фаза содержит значительные количества ароматических углеводородов, а также метиловый, этиловый спирты, углеводороды, воду.

Для отнесения сигналов в спектрах ЯМР  $^1\text{H}$  к нижней фазе образца добавляли этиловый, метиловый спирты и воду. Идентификация функциональных групп компонентов бензина по значению химических сдвигов представлена в табл. 1.

Таблица 1

Идентификация функциональных групп компонентов бензина

Химический сдвиг, ppm	Группа
1	$\text{CH}_3$ от разветвленных алканов
1,3	$\text{CH}_3$ в этаноле
1,9;2,4	алканы ( $\text{CH}_2$ )
3,5	$\text{CH}_3$ метанола
3,8	$\text{CH}_2$ этанола
4,7	$\text{H}_2\text{O}$
5,2	ОН метанола
5,4	ОН метанола

В результате проведенных исследований был установлен состав нижней фазы топлива (табл. 2).

Состав нижней фазы бензина

Компонент	Содержание, %
метиловый спирт	61
этиловый спирт	3
вода	21
углеводороды	14
суммарное содержание	99

Таким образом, в результате химической экспертизы топлива было установлено, что оно содержит значительные количества воды, метилового и этилового спиртов, ферроцена, разветвленных алканов, ароматических углеводородов. То есть данное топливо является суррогатом. Его использование привело к засорению топливного фильтра осадком оксида железа и поломке двигателя.

### Список литературы

1. Бычков С.М. Автомобильные бензины. Способы фальсификации и методы ее выявления // Партнеры и конкуренты. – 2004. – №4. – С. 24-31.
2. ГОСТ 32513-2013 Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2014. – 17 с.
3. ГОСТ 32514-2013 Бензины автомобильные. Фотокolorиметрический метод определения железа. – М.: Стандартинформ, 2016. – 10 с.

УДК 543.42.062:546.62

## ЭКСТРАКЦИОННО-ФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАРГАНЦА В БЕНЗИНЕ

*Рокун А.Н.*, канд. хим. наук, *Маиталер Е.М.*

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

**Введение.** Одним из основных загрязнителей атмосферы является автомобильный транспорт. Проблема усугубляется тем, что для повышения октанового числа, улучшения эксплуатационных характеристик автомобильных бензинов в их состав вводят различные антидетонационные присадки. Широко применяемой присадкой является метилциклопентадиенилтрикарбонил марганец (ММТ), однако его содержание в бензине жестко ограничивается, так как избыток приводит к тому, что при сгорании бензина в автомобильных двигателях образуются оксиды и другие соединения марганца, которые, отлагаясь на деталях поршневой части двигателя и свечах зажигания, приводят к их преждевременному выходу из строя и повышают токсичность выхлопных газов.



**Актуальность** работы связана с необходимостью определения в бензине содержания антидетонационных присадок, содержащих в своем составе марганец. Существующая стандартная методика определения марганца в бензине [1] имеет ряд недостатков: ее нельзя применять к бензинам, содержащим продукты глубокого крекинга; метод ограничивает использование в качестве стандартов марганецорганических соединений; использование дорогих и опасных реагентов. Изготовление металлоорганических стандартных образцов очень ограничивает применение прямых методов определения марганца в бензине. А приготовление стандартных водных растворов марганца является обычной практикой в аналитической лаборатории. В связи с этим необходима разработка доступных методик с улучшенными метрологическими характеристиками.

Несмотря на постоянное развитие и унификацию новейших инструментальных методов химического анализа одним из самых распространенных и доступных методов анализа в химических аналитических лабораториях любого профиля остается молекулярная спектроскопия. В связи с этим **целью** настоящего исследования явилось изучение возможности определения марганца в бензине фотометрическим методом с реагентом пиридилазонафтолом (ПАН). Описано определение  $Mn(II)$  с ПАН в водных растворах [2]. ПАН взаимодействует с  $Mn(II)$  в слабощелочной среде (рН 8–10) с образованием малорастворимого в воде хелатного комплекса. При встряхивании водной суспензии этого соединения с хлороформом красно-фиолетовый комплекс и избыток свободного органического реагента переходят в органическую фазу. Фотометрирование окрашенного экстракта лежит в основе экстракционно-спектрофотометрической методики определения марганца. Методика высокочувствительна. Легкогидролизуемые ионы металлов маскируют тартрат-ионами. Так как в состав бензина входят углеводороды, то нами была изучена возможность использования в качестве растворителя *n*-гептана.

**Результат.** С целью выбора оптимальных условий фотометрирования изучены спектры ПАН; его комплексы с марганцем, полученные при экстрагировании раствора ММТ в *n*-гексане; а также исходного раствора ММТ в *n*-гексане. Установлено, что в области спектра от 500 до 600 нм ММТ не поглощает, ПАН также не поглощает в этой области. Комплекс марганца с ПАН дает значительный аналитический сигнал. В связи с тем, что в состав присадок может входить ферроцен, то в области максимума поглощения комплекса марганца с ПАН было изучено поглощение ферроцена в бензине, установлено, что ферроцен не поглощает в этой области спектра. То есть при экстракционно-фотометрическом определении марганца в бензине не будут наблюдаться помехи от компонентов, входящих в состав бензина.

С целью выбора оптимальных условий извлечения и фотометрирования комплексного соединения марганца с ПАН было изучено

влияние концентрации ПАН на полноту извлечения марганца. Необходимо выбрать такую концентрацию, чтобы марганец экстрагировался полностью, а холостой опыт давал бы минимальную оптическую плотность. Установлено, что оптимальной концентрацией ПАН является 0,07–0,1 %. Методом сдвига равновесий установлен состав экстрагируемого хелата. Образуется комплекс с соотношением ПАН : Mn(II) = 2 : 1. Оптимальное значение pH для проведения реакции и экстракции составляет  $9,2 \pm 0,4$ . Его устанавливают при помощи аммиачного буферного раствора. Анализируемый раствор должен содержать гидроксиламин для предотвращения окисления Mn(II) в щелочной среде. При отсутствии восстановителя получают невоспроизводимые результаты.

Выбранные оптимальные условия извлечения марганца были положены в основу экстракционно-фотометрической методики определения марганца в бензине. Градуировочные растворы готовили, используя в качестве растворителя n-гептан. Слабокислый анализируемый раствор, содержащий не более 15 мкг Mn, помещали в делительную воронку. Добавляли 1 мл 10 %-ного раствора тартрата натрия, 1 мл 10 %-ного свежеприготовленного раствора гидроксиламина гидрохлорида и разбавляли водой до 15 мл. Добавляли 3 мл аммиачного буферного раствора и 1 мл 0,1 %-ного раствора ПАН в этаноле. Через 2 минуты раствор встряхивали с 5 мл n-гептана, экстракцию проводили в течение 1 мин. Экстракт отделяли от водной фазы. Измеряли оптическую плотность раствора при 564 нм относительно раствора контрольного опыта. Измерения оптической плотности проводили на фотоэлектроколориметре КФК-3.

Особенностью данной методики является то, что исследуемая проба бензина одновременно является и экстракционным растворителем. При встряхивании пробы бензина, содержащей марганецорганическое соединение, с водными растворами реагентов происходит извлечение марганца из органической в водную фазу, образование окрашенного хелата и его переход в фазу бензина. Таким образом, для выполнения определения по данной методике не требуется дополнительное применение экстракционного растворителя. Данный фактор способствует повышению экономичности и экспрессности анализа.

Проверку правильности разработанной методики проводили методом добавок (табл. 1).

**Заключение.** По сравнению со стандартной разработанная методика отличается точностью, экспрессностью, улучшением безопасности труда, исключает применение дорогостоящего экстрагента и малодоступных стандартных образцов металлоорганических соединений, обладает высокой чувствительностью, для ее осуществления не требуется применение растворителя, т.к. проба бензина одновременно является и экстракционным растворителем. Разработанная методика позволяет выявлять бензины фальсифицированные и препятствуют их проникновению на рынок автомобильных топлив.

Проверка правильности методики экстракционно-фотометрического определения марганца(II) в бензине методом добавок

( $n = 5$ ,  $P = 0.95$ ),  $l = 0,5$  см,  $V_{в.ф} = 15,0$  мл,  $V_{о.ф} = 5,0$  мл.

Марка бензина	Концентрация марганца, мг/дм <sup>3</sup>				
	Найдено в пробе		Введено	Найдено в пробе с добавкой	
	$\bar{X} \pm \frac{L \cdot S}{\sqrt{n}}$	$S_r$		$\bar{X} \pm \frac{L \cdot S}{\sqrt{n}}$	$S_r$
А-92	0,29±0,02	0,05	0,30	0,58±0,04	0,05
А-95	0,74±0,02	0,02	0,30	1,02±0,04	0,04

### Список литературы

1. ГОСТ 33158-2014 Бензины. Определение марганца методом атомно-абсорбционной спектроскопии – М.: Стандартинформ, 2015. – 11с.
2. Марченко, З. Методы спектрофотометрии в УФ и видимой областях в неорганическом анализе / З. Марченко, М. Бальцежак // Пер. с польск. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. – 2007. – 711 с.

УДК 543.422

## СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ЭКСТРАГЕНТОВ ПРИ ИЗВЛЕЧЕНИИ И АТОМНО-АБСОРБЦИОННОМ ОПРЕДЕЛЕНИИ ТЕТРАЦИКЛИНА

*Сергеева А.С.,*

*Щепина Н.Д.,* канд. хим. наук, доцент

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

*anastasia-sergeeva1995@mail.ru*

**Введение.** Антибиотики тетрациклинового ряда, широко применяются в пищевой промышленности, в животноводстве, ветеринарии и медицине в качестве ингибиторов патогенной микрофлоры. Основные методики определения антибиотиков тетрациклинового ряда имеют ряд недостатков: трудоемкость, длительность и сложность операций определения, низкая чувствительность, высокая стоимость.

**Актуальность.** Недостатки предложенных ранее методик определения антибиотиков тетрациклинового ряда, обусловили необходимость поиска новой аналитической формы для атомно-абсорбционного определения тетрациклина.

Для определения органических веществ используют косвенный атомно-абсорбционный метод, суть которого состоит в том, что аналит связывается в комплексное соединение в стехиометрическом соотношении

с так называемым металлом-индикатором, по которому определяют концентрацию аналита атомно-абсорбционным методом. Для атомно-абсорбционного определения тетрациклина, нами предложена новая аналитическая форма – комплексное соединение тетрациклина с магнием  $Mg_2Tc$ .

**Целью работы** являлось исследование оптимальных условий образования комплекса тетрациклина с магнием, его экстракционного отделения от избытка реагента и концентрирования, атомно-абсорбционного определения тетрациклина по магнию.

**Результаты и их обсуждение.** Спектрофотометрическим методом были исследованы и установлены условия образования комплексного соединения тетрациклина с магнием состава  $Mg_2Tc$ . Было установлено, и подтверждено элементным анализом, что комплекс состава  $Mg_2Tc$  образуется в диапазоне  $pH = 6,44 - 9,5$ , с максимальным светопоглощением при  $pH = 7,6 - 7,8$ ;  $\lambda = 383 - 385$  нм.

Для отделения исследуемого комплексного соединения от избытка магния (II) и концентрирования использовали экстракцию. В качестве экстрагентов были исследованы органические растворители различной химической природы: спирты, эфиры, кетоны (табл. 1).

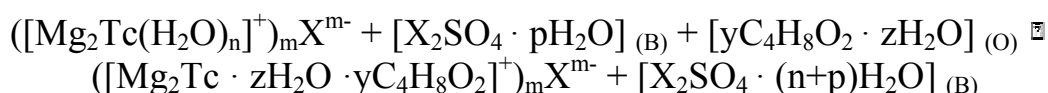
Таблица 1

Степень экстракции комплексного соединения тетрациклина с магнием

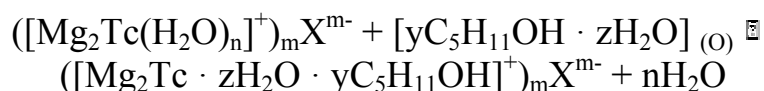
Органический растворитель	Степень извлечения R, %
Изопропиловый спирт	86
Изоамиловый спирт	98
Этилацетат	98
Бутилацетат	62
Циклогексанон	91
Метилэтилкетон	69

Видно (табл. 1), что степень извлечения комплексного соединения тетрациклина с магнием спиртами и кетонами возрастает при увеличении числа атомов углерода в спирте, однако наилучшими экстрагентами являются этилацетат и изоамиловый спирт ( $R = 98\%$ ).

Экстракция хелатного комплекса тетрациклина с магнием этилацетатом в присутствии высаливателя – сульфата аммония, вероятно, проходит по гидратно-сольватному механизму, который можно представить уравнением:



Экстракция изоамиловым спиртом комплекса тетрациклина с магнием вероятно, также проходит по гидратно-сольватному механизму, по уравнению:



где Тс = C<sub>22</sub>H<sub>24</sub>N<sub>2</sub>O<sub>8</sub>, X = Cl<sup>-</sup>.

Исследование влияния состава экстракта на атомно-абсорбционный сигнал магния показало, что органические растворители оказывают депрессирующее влияние на абсорбционность магния – в экстракте на основе этилацетата аналитический сигнал магния уменьшается в 1,25 раза, на основе изоамилового спирта в 1,7 раза. Поэтому дальнейшее определение магния проводили после выпаривания растворителя и деструкции экстракта. Было установлено, что продукты деструкции экстракта не влияют на абсорбционность магния.

Таким образом, показана перспективность использования экстракционных систем на основе этилацетата и изоамилового спирта для косвенного атомно-абсорбционного определения тетрациклина.

УДК 542.61

## **ВЫБОР ВЫСАЛИВАТЕЛЕЙ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ МЕТОДИКИ ЭКСТРАКЦИОННО-ФОТОМЕТРИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦЕРИЯ (III), СКАНДИЯ С ВОДОРАСТВОРИМЫМИ ЭКСТРАГЕНТАМИ**

*Симонова Т.Н.*, канд. хим. наук, доцент,

*Медведева Т.В., Сухорукова Т.О.*

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

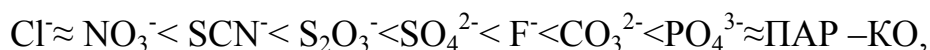
*simonovatn@yandex.ru*

Комплексные соединения церия, скандия являются основой для их извлечения, отделения, концентрирования и определения. Перспективным направлением в аналитической химии является использование экстракционно-фотометрических методов на основе двухфазных водных систем (ДВС). Применение водорастворимых экстрагентов позволяет повысить селективность, экспрессность, снизить опасность методик анализа. Анионы по эффективности высаливания, при помощи полиэтиленгликоля (ПЭГ) располагаются в ряд:.

Соли, в состав которых входят анионы  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$  и др., существенно не влияют на структуру воды и не высаливают ПЭГ ни при каких концентрациях. Одним из путей создания гетерогенной системы для экстракции из растворов хлоридов, нитратов и других солей является введение двух полимеров, образующих две несмешивающиеся фазы в водных растворах, например дэкстрана и ПЭГ и др. [1]. Нами установлены условия расслаивания фаз в системе  $\text{NaNO}_3$  – ПЭГ 2000 – H<sub>2</sub>O без введения



второго полимера [2]. Образование второй фазы в этих условиях обусловлено дополнительным высаливающим действием катионов  $H^+$ . Разработаны принципы выбора фотометрического реагента, который является экстракционным реагентом, и высаливателей для разработки ускоренных альтернативных гибридных методик определения Ce(III), Sc. Количественная экстракция металлов достигается в том случае, когда  $\beta_{M_1AX_2} / \beta_{M_2AX_2} \gg 10^4$ , где X – лиганд экстракционного реагента, А – анион высаливателя (например сульфат-ион). В случае, когда  $\beta_{M_1AX_2} < \beta_{M_2AX_2}$  – количественная экстракция металлов не наблюдается, обусловленная образованием более устойчивых и более гидратированных комплексов с анионом высаливателя, включающая и образование высокозарядных ацидокомплексов (ВЗА). При выборе высаливателей учитывали сравнительную устойчивость комплексных соединений РЗЭ, скандия с различными лигандами:



где ПАР -4 (2пиридиназо)резорцин, КО – ксиленоловый оранжевый.

Нами осуществлена экстракция комплексных соединений церия(III) в ДВС с 8-оксихинолином. Степень извлечения исследуемого комплекса церия этанолом, изопропанолом и ПЭГ составила 99–100 %. В отличие от хлороформа, четыреххлористого углерода полное извлечение происходит в одну стадию. Осуществлена экстракция в ДВС комплексов церия(III), скандия с ПАР в присутствии высаливателей на основе нитратов, смеси тиосульфатов и хлоридов, ранее не применяемых для этих целей. Степень извлечения аналитов при  $pH=7$  составила 99–100 %. Установлены оптимальные условия расслаивания фаз, извлечения аналитов: соотношение водной и органической фаз 2,4:1, концентрация высаливателей  $C(Na_2S_2O_3)=3,2$  моль/дм<sup>3</sup>,  $C(NaCl)=5$  моль/дм<sup>3</sup>,  $[Ce]:[ПАР]=1:3$ , время установления равновесия – 2 мин,  $pH = 6-9$  и др. Состав экстрагируемых соединений установлен методами сдвига равновесия, спектрофотометрии и др. Показана возможность экстракционно-фотометрического определения Ce(III) и Sc. Продолжительность определения составляет 20 минут,  $S_r = 0,013$ . Правильность предложенных методик доказана методом введено-найдено.

### Список литературы

1. Экстракция металлов в двухфазных водных системах полимер – полимер – соль – вода [Текст] / Т.И. Нифантьева, В.М. Шкинев, Б.Я. Спиваков, Ю.А. Золотов // ДАН СССР. Химия. – 1989. – Т. 308, № 4. – С. 879-881.
2. Симонова, Т.Н. Экстракция нитратных комплексов церия(IV) с применением двухфазных водных систем [Текст] / Т.Н. Симонова, А.Н. Федотов // Вопросы химии и хим. технологии. – 2006. – № 4. – С. 13-15.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СУЛЬФАТ-ИОНОВ ОСАДИТЕЛЬНЫМ ТИТРОВАНИЕМ В ПРИСУТСТВИИ ДРУГИХ ОСАЖДАЕМЫХ АНИОНОВ

**Стецик В.В.**, канд. хим. наук, доцент, **Лыков А.С.**  
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР  
*vasylstets@ua.fm*

На данный момент важным направлением развития аналитической химии и титриметрических методов в частности является разработка методов отдельного определения компонентов в сложных смесях. При осадительном титриметрическом определении сульфат-ионов в различных водах, который является основным при их значительной концентрации, часто одновременно с сульфатами могут осаждаться и другие анионы. Поэтому возникает вопрос, в каких случаях и как отделить аналитический сигнал сульфат-ионов от сигналов других осаждаемых ионов. В данном сообщении на приведенных примерах показана возможность решения этих вопросов.

При определении сульфат-ионов осадительным титрованием хлоридом бария в присутствии сульфит-ионов ( $\text{pH}=11$ ) последние также могут осаждаться в виде сульфита бария. Но произведение растворимости последнего на четыре порядка больше, чем сульфата бария, и осаждение в такой системе происходит поэтапно. Кривую 2-этапного титрования (рис. 1) проводили с применением нелинейного программирования по методике, приведенной в работе [1, с. 151], необходимые константы брали в справочнике [2].

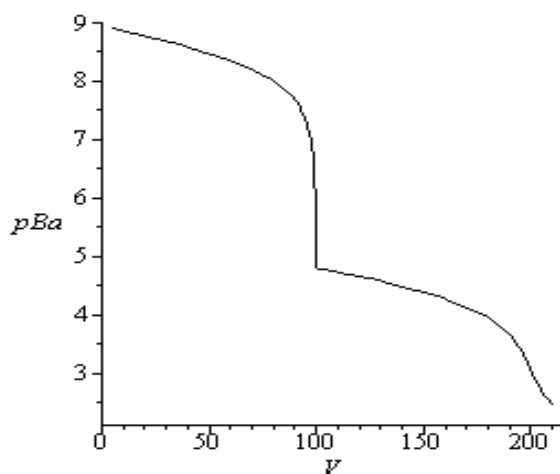


Рис. 1. Кривая осадительного титрования 100 мл смеси (0,1 М  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  + 0,1 М  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ) раствором 0,1 М  $\text{BaCl}_2$

На первом этапе осаждается только один осадок сульфат бария. До начала выпадения второго осадка (сульфита бария) при 100,02 мл на процесс осаждения сульфит не оказывает влияния (есть только небольшое влияние через ионную силу раствора). Точка эквивалентности та же, что в отсутствие сульфита натрия, поэтому регистрация конечной точки титрования (КТТ) проводится, как в отсутствие сульфита и подробно изложена в работе [3].

Точная регистрация КТТ, близкой к точке эквивалентности, возможна при проведении титрования с ионоселективным электродом на барий. По результатам этого титрования необходимо отобрать несколько точных измерений на каждой ветке (до и после первой точки эквивалентности). Следует иметь в виду, что этот вопрос мы решаем с точки зрения исследователя, получившего эти экспериментальные данные и с их помощью выявляющего точку эквивалентности. Точки каждой ветки (рис. 2) обрабатываем отдельно методом наименьших квадратов и полученные два уравнения решаем совместно. Точку эквивалентности находим как точку пересечения двух описанных веток. Из двух корней решения выбираем более реальный (100,016). Подобный прием, примененный ранее в работе [1, с. 154], можно успешно применить и в ряде других аналогичных случаев.

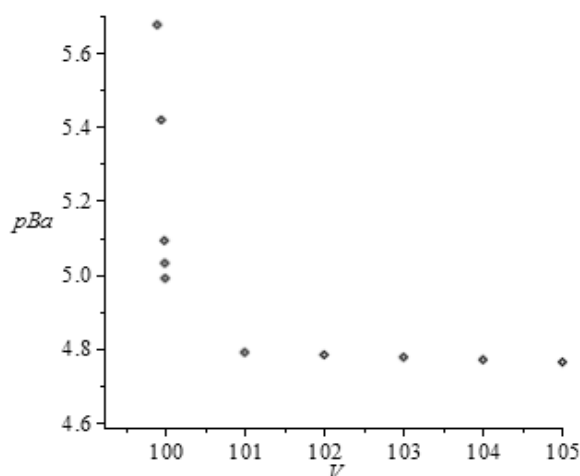


Рис. 2. Фрагмент кривой титрования 100 мл смеси (0,1 М  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  + 0,1 М  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ) раствором 0,1 М  $\text{BaCl}_2$ , использованный для обработки скачка

### Список литературы

1. Стецки В.В. Расчет и анализ ионных равновесий в аналитической химии / В.В. Стецки. – Харьков: ФЛП Мезина В. В., 2017. – 213 с.
2. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии / Ю.Ю. Лурье. – М.: Химия, 1989. – 448 с.
3. Коренман И. М. Новые титриметрические методы / И.М.Коренман – М.: Химия, 1983. – 176 с.

## **ХИМИЯ КАК БАЗОВЫЙ ИНСТРУМЕНТ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ-ЭКОЛОГОВ**

*Чайка Л.В.*, канд. хим. наук, доцент

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», ДНР  
*lv.semiryad@gmail.com*

Процесс экологизации всех звеньев общественной, политической и культурной жизни, начавшийся в 60-х годах XX столетия, явился наиболее весомым фактором, который определил развитие человечества на современном этапе. На саммите «Планета Земля» [1] были утверждены основные принципы устойчивого развития общества, суть которых заключается в достижении гармонизации социальной, экономической и экологической составляющих как триединого процесса.

Понимание того, что процесс гармоничного существования человека и природы возможен лишь в случае реализации идеи охраны и восстановления природы при наличии специалистов нового типа, то их подготовка должна быть, в первую очередь, направлена на формирование экологического сознания, экологической культуры и глубоких и всесторонних знаний об окружающей природной среде.

В связи с этим образование в отрасли окружающей среды рассматривается на международном уровне как непрерывный процесс. К сожалению, только в 1994 году в Украине впервые появилось отдельное направления подготовки специалистов – «Экология».

Начиная с 1997 года, подготовка специалистов-экологов осуществляется практически во всех высших учебных заведениях I-IV уровней аккредитации. Основным принципом образования стало формирование широкого ноосферного мировоззрения, понимание неразрывной взаимосвязи всех учебных дисциплин для достижения конечной профессиональной цели – формирование специалиста с высоким уровнем экологических знаний.

Великие достижения человеческой цивилизации – освоение космоса, овладение атомной энергией и многие другие порой сопровождались трагическими экологическими последствиями. Яркими примерами всевозрастающей экологической проблемы являются: расширение засушливых районов вокруг Арала; аномально жаркие летние периоды в Европейской части России, наводнение в Пакистане, вызванное ливнями, разрушительные ураганы в Европе и Северной Америке и т.д. На фоне резкого увеличения численности населения земного шара, стремительной урбанизации и наблюдающегося изменения климата обострились экологические, экономические и социальные угрозы стабильности в мире.

Человек с момента появления на Земле неразрывно связан с окружающей природной средой, но «включение» достижений научно-технического прогресса во все сферы его жизнедеятельности резко усилило антропо-техногенное влияние на компоненты экологических систем. Возникшие экологические проблемы оказались необычайно трудными, а во многих случаях необратимыми, поскольку являются многофакторными и взаимосвязанными, охватывая всю систему отношений живых организмов и среды их обитания.

Химическое, радиоактивное, бактериологическое, антропогенное загрязнение абиотических компонентов природы несвойственными ей химическими веществами, приводящими не только к изменению их химического состава, но и к нарушению природного равновесия, требуют качественно нового подхода к оценке последствий взаимодействия человека с окружающей средой,

Химические знания, как неотъемлемая часть знаний об основах охраны природы, рационально-сбалансированном природопользовании и неразрушительном преобразовании окружающей среды, представляют собой главную роль в решении накопившихся экологических проблем на современном этапе развития цивилизации. Изучая состав, строение и свойства различных примесей-загрязнителей органического и неорганического происхождения, химики-экологи должны объяснить их поведение в атмо-, лито- и гидросфере, какие воздействия оказывают они и продукты возможных превращений на биологические системы. Раскрывая механизмы биогеохимических процессов в природном круговороте элементов, химия способствует решению проблем наиболее естественного «безболезненного» влияния промышленного производства на ход природных циклов.

Сегодня экология – это не только раздел биологии, а самостоятельная комплексная наука со своими многочисленными законами и правилами, но при этом (на основании выше изложенных положений) химическая компонента в образовательных программах приобретает особое значение – это «ведущее, а не пятое колесо...» [2].

Анализ учебных планов по подготовке специалистов направления «Техносферная безопасность» показывает, все химические дисциплины по своему содержанию обладают огромным экологическим потенциалом.

Вместе с этим необходимо отметить, что в последние годы, с одной стороны, практически все химические, металлургические, коксохимические и другие промышленные предприятия представляют собой основные загрязнители окружающей среды, забывая о том, что с другой стороны, химия является главным инструментом в вопросах решения экологических проблем. Именно эта наука обеспечивает невероятное разнообразие новых пластических, композиционных материалов, которые позволяют сохранять природные ресурсы.

В связи с общей тенденцией гуманитаризации образования и указанной репутацией химической науки в последние годы произошло не только резкое снижение числа выпускников школ, выбирающих предмет химию для сдачи в качестве единого государственного экзамена. В Правилах для абитуриентов в большинстве случаев значатся математика, биология, физики, география. На фоне таких изменений в требованиях к выпускным экзаменам в школах и вступительным в вузах наблюдается резкое снижения уровня знаний по общей химии и органической.

Результаты «входного» контроля показывают, что первокурсники слабо владеют не только номенклатурой неорганических соединений, но с большим трудом могут установить природу и класс, к которому относится предлагаемое вещество хотя бы по формальным «признакам» представленной формулы. Несмотря на то, что в школьных учебниках уже по программам 7-8 классов изучение химии начинается с приобретения навыков записи уравнений реакций, демонстрирующих закон сохранения массы, более 70 % студентов, будущих экологов, слабо представляют, чем коэффициенты в реакциях отличаются от индексов в формулах химических соединений.

Аналогичные «трудности» возникают при изучении дисциплины «Экология» и других нормативных базовых дисциплин, содержание которых в той или иной степени требует элементарных химических знаний.

В сложившейся ситуации необходимо активизировать усилия учителей химии в школах: больше объяснять механизмы реакций, увеличить число часов по таким темам как «Строение атома», «Классы неорганических соединений», а также основные химические понятия «моль», молекулярная и молярная массы закреплять при решении задач с экологическим содержанием.

Таким образом, проблемы химического загрязнения экологических систем, технологические процессы, сопровождающиеся образованием газообразных, жидких и твердых отходов, являются не только результатом низкого уровня химических и экологических знаний, но, и это самое главное, причиной ухудшения состояния окружающей природной среды и здоровья каждого человека.

### **Список литературы**

1. Программа действий. Повестка дня на 21 столетие и другие документы Конференции в Рио-де-Жанейро в популярном изложении. – Женева: Центр «За наше общее будущее», 1993. – 82 с.
2. Жидкин В.И., Сульдина Т.И. Экологический подход в преподавании химии на основе идей «зеленой химии» // Фундаментальные исследования. – 2014. – С. 822-826.

# ***Биохимия и органическая химия***

УДК 622.411.35+628.477: 544.4

## **ФОСФОРНАЯ КИСЛОТА – БЕНЗОЛ КАК СРЕДА ДЛЯ НИТРОВАНИЯ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРЕНОВ НИТРИТОМ**

***Аникеева Н.М.<sup>1</sup>, Зарайский А.П.<sup>2</sup>***, канд. хим. наук, ***Швецова Т.И.<sup>2</sup>***

<sup>1</sup>ГОУ ВПО «Донецкий политехнический университет», г. Донецк, ДНР

<sup>2</sup>ГУ «Институт физико-органической химии и углехимии им. Л.М. Литвиненко,  
г. Донецк, ДНР

*postmaster@infou.donetsk.ua*

Каменноугольная смола коксохимии – источник огромного числа химических соединений, которые весьма затруднительно или практически невозможно получать методами синтетической органической химии из какого-либо легкодоступного сырья. Коксохимия является в сущности единственным и богатым источником этих соединений ароматической природы. И хотя выделение их в индивидуальном виде из смолы связано с большими производственными затратами, при необходимости на эти затраты идут, получая в дальнейшем ценные продукты – фармацевтические препараты, красители, компаунды, специальные реагенты для тонкого органического синтеза, многие промежуточные продукты, полимерные и другие соединения и материалы.

Однако в силу недостаточной разработанности эффективных способов выделения и функционализации индивидуальных компонентов каменноугольной смолы, она часто рассматривалась скорее как отход производства, чем ценный полупродукт. Её частично перерабатывали, сбрасывали в отстойники, загрязняя тем самым окружающую среду опасными для здоровья веществами, или продавали в зарубежные страны, где, по-видимому, она находила квалифицированное использование.

Нужно отметить, что компоненты каменноугольной смолы в большой степени опасны для здоровья [1]. Поэтому квалифицированная переработка такого сырья делает вклад и в решение проблем экологической защиты, и задач постоянного спроса на расширенный ассортимент выпускаемой продукции. В последние десятилетия нами в ИнФОУ исследовались процессы функционализации полициклических аренов действием электрофильных реагентов в межфазных условиях при использовании или в отсутствие катализаторов межфазного переноса электрофила. Были изучены препаративные аспекты, кинетика и особенности реакций хлорметилирования, прямого аминирования, аминометилирования, нитрования, гидроксиметилирования, прямого

метилтиометилирования ароматического ядра. Во всех случаях, кроме гидроксирования и аминирования, выходы искомым продуктам были или достаточно высокими ( $> 50\div 60\%$ ), или почти количественными. Продукт гидроксиметилирования зондирующего субстрата аценафтена в условиях реакции подвергался быстрой самоконденсации, образуя смолу. Аминирование также сильно осложнялось побочными процессами осмоления. Стоит упомянуть, что эти межфазно-каталитические исследования реакции нитрования позволили внести новую концепцию [2] в существующие представления макрокинетики (Франк-Каменецкий Д.А. Диффузия и теплопередача в химической кинетике. М.: Наука, 1987. 502 с.).

Введение в ароматическое ядро высоко функциональной нитрогруппы в условиях межфазного катализа оказалось весьма эффективным и перспективным процессом [3–9]. Процесс был изучен в нескольких вариантах: (1) нитрование с использованием разбавленной ( $1\div \sim 30\%$ )  $\text{HNO}_3$ ; (2) нитрование с использованием водной серной кислоты ( $10\div 55\%$ ); нитрит, вводимый в количествах, существенно ниже стехиометрических по арену, служил инициатором в первом случае, а в количествах стехиометрических и выше служил реагентом во втором варианте, подробности см. [6]. В третьем варианте (3) реагентом служили окислы азота (II) и (IV).

При дальнейших исследованиях выяснилось, что для производственно ориентированных процессов могут служить реакционные системы с водной фосфорной кислотой в силу следующих преимуществ. По сравнению с ядовитой серной, фосфорная кислота безвредна для человека. Фосфорная кислота мало коррозионно активна по сравнению с серной в отношении чёрных металлов. Использование окислов азота в качестве бескатионного реактанта открывает возможность регенерации отработанной фосфорной кислоты, например, вакуумной дистилляцией. Наконец, лабораторные исследования показали, что эффективность новой среды нитрования не уступает, а иногда превышает таковую изученных ранее серноокислотных систем.

В качестве катализаторов межфазной реакции применяли тетракисперфторфенилборат натрия или тетраметиламмония. Каталитические эффекты достигали четырёх порядков. Для зондирующего субстрата аценафтена в зависимости от начальных условий некаталитическая реакция могла заканчиваться через  $5\div 30$  минут, каталитическая – за минуту. Некаталитическое нитрование аценафтена следует первому порядку скорости по субстрату с намечающимся переходом к нулевому при больших концентрациях аценафтена. Для водно-серноокислотных систем даже в каталитических условиях при сопоставимых концентрациях и кислотностях порядки по субстрату нулевые, что является свидетельством относительно более сильного связывания реагента в этих системах по сравнению с фосфорнокислотными. В



обеих системах реагент активируется до гидрата нитрозония  $H_2O \cdot NO^+$ , субстрат до катион-радикала, что доказано идентичностью субстратных отношений. Приведены субстрат и относительная реакционная способность по нафталину: бифенил 0,0058; нафталин 1,(0); 2-метилнафталин 26; 1,3-диметилнафталин 2 300; Аценафтен 67 000; пирен 21 000 000.

### Список литературы

1. Величко Л.И., Фролова И.Б., Зарайский А.П. Функционализация аренов – квалифицированное использование продуктов и отходов химических производств. Зб. наук. ст. у двох томах. V Міжнар. наук.-практ. конф. Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення. Харків: Райдер, 2009. Т. 1. С. 33-34.
2. Зарайский А.П. Межфазный катализ и концепции макрокинетики. Программа та автореф. доп. Всеукр. конф. з міжнар. участю...К.: ІХП ім. О.О. Чуйка НАН України, 2008. С. 73-74.
3. Качурин О.И., Величко Л.И., Матвиенко Н.М. Межфазный катализ в реакциях электрофильного замещения. 3. Нитрование аценафтена в двухфазной системе бензол – водная азотная кислота. Укр. хим. ж. 1993. Т. 59. № 6. С. 642-647.
4. Качурин О.И., Величко Л.И., Зарайский А.П. Межфазный катализ в реакциях электрофильного замещения. 4. Реакционная способность аренов в условиях катализируемого межфазного нитрования. Ж. орг. химии. 1995. Т. 31. № 5. С. 705-710.
5. Качурин О.И., Зарайский А.П., Величко Л.И. Межфазный катализ в реакциях электрофильного замещения. Изв. АН, Сер. хим. 1995. № 10. С. 1895-1900.
6. Зарайский А.П., Качурин О.И., Величко Л.И. Межфазный катализ в реакциях электрофильного замещения. 8. Межфазно-каталитическое нитрование аренов нитритом натрия в кислой среде. Ж. орг. химии. 1999. Т. 35. № 7. С. 1063-1068
7. Зарайський А.П., Качурін О.І., Зарайська Н.О. Трансфазно-каталітичне нітрування ароматичних сполук нітритною кислотою та оксидами азоту. Вісн. ДонНУ. Сер. А: Природничі науки. Донецьк: ДонНУ, 2001. Вип. 2. С. 231-234.
8. Зарайский А.П., Качурин О.И., Величко Л.И. Межфазный катализ в реакциях электрофильного замещения. 9. Кинетика и механизм межфазно-каталитического нитрования полициклических аренов в системе бензол – водная серная кислота – нитрит натрия. Ж. орг. химии. 2003. Т. 39. № 11. С. 1646-1650.
9. Zraisky A.P., Kachurin O.I., Velichko L.I. Cyclic trimeric perfluoro-o-phenylenemercury: a highly efficient phase transfer catalyst for nitration of aromatic substrates with dilute nitric acid. J. Molec. Catalysis. A. 2005. Vol. 231. № 1. P.103-111.

## КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТРУКТУРЫ СУБСТРАТОВ ЛАККАЗНОГО ОКИСЛЕНИЯ НА ЭНЕРГИЮ О-Н СВЯЗИ

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

Окисление фенольных соединений лакказой *Trametes Versicolor* может осуществляться по двум возможным механизмам НАТ (Hydrogen Atom Transfer) и РСЕТ (Proton-Coupled Electron Transfer) [1]. В зависимости от природы фенольного соединения и среды, в которой происходит окисление, возможна реализация как НАТ, так и РСЕТ механизмов, а также их комбинация. Так как НАТ и РСЕТ механизмы реализуются в одну стадию и приводят к одинаковым конечным продуктам, очень трудно их разделить и предсказать механизм реакции.

Целью данной работы является сопоставление полученных кинетических параметров реакции лакказного окисления замещенных одно-, двух-, трехатомных фенолов с вычисленными квантово-химическими методами значениями энергии гомолитического разрыва связи О-Н (BDE).

В качестве объектов исследования были выбраны одно-, двух-, трехатомные фенолы и их производные: триметилгидрохинон (I), 2,3-дицианогидрохинон (II), метилгидрохинон (III), гидрохинон (IV), t-Bu – третбутилгидрохинон (V), бромгидрохинон (VI), хлоргидрохинон (VII), 2,5-дибромгидрохинон (VIII), 2,5-дихлоргидрохинон (IX), пирокатехин (X), флороглюцин (XI), резорцин (XII), 4-гидроксibenзойная кислота (XIII), 3,4-дигидроксibenзойная кислота (XIV), 2,5-дигидроксibenзойная кислота (XV), пирогаллол (XVI).

Кинетику лакказного окисления многоатомных фенолов исследовали спектрофотометрическим методом на приборе SPECORD S300 UV VIS (Германия). Кинетические параметры ферментативного процесса (максимальная скорость реакции ( $V_{max}$ , мкМ·с<sup>-1</sup>), константа Михаэлиса – Ментен ( $K_m$ , мМ), каталитическая константа скорости реакции ( $k_{cat}$ , с<sup>-1</sup>) определяли из уравнения Михаэлиса – Ментен [2].

Величины BDE субстратов I – XVI рассчитывали методом DFT с использованием гибридного функционала B3LYP/6-311G++. Минимизация геометрии осуществлялась методом квадратичного приближения (quadratic approximation). Влияние растворителя (вода) учитывалось в рамках модели IEFPCM. Все расчеты проведены в Gamess – US.

Как и следовало ожидать, с увеличением энергии разрыва связи снижается скорость изучаемой реакции. Коэффициент корреляции между

параметрами  $\ln k_{cat}$  и BDE, вычисленных в вакууме, составляет 0.76. Учет влияния растворителя в рамках модели IEFPCM приводит к улучшению корреляции между экспериментальными и расчетными данными ( $R^2=0.82$ ).

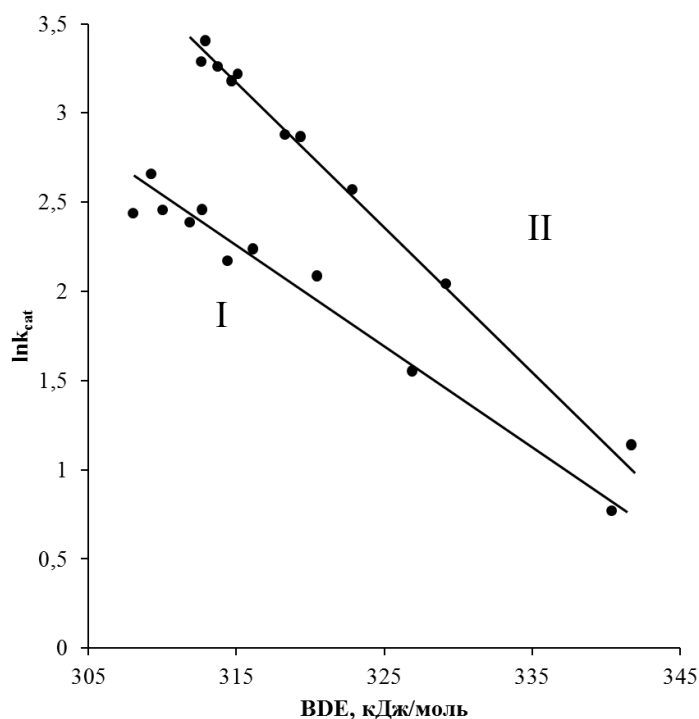


Рис. Зависимость логарифма константы скорости реакции замещенных одно-, двух-, трехатомных фенолов I – XII от энергии гомолитического разрыва связи О-Н. I – BDE, вычисленные в вакууме, II – BDE, вычисленные с учетом влияния растворителя (вода) в рамках модели IEFPCM.

Очевидно, процесс окисления производных гидрохинона проходит по одинаковому механизму. Для производных бензойных кислот, флороглюцина удовлетворительной корреляционной зависимости не выявлено.

### Список литературы

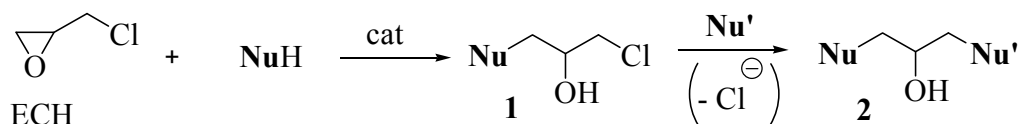
1. Sirjoosingh A. Proton-coupled electron transfer versus hydrogen atom transfer: generation of charge-localized diabatic states / A. Sirjoosingh, S. Hammes-Schiffer // J. Phys. Chem. A. 2011. – V. 115. – P. 2367–2377.
2. Лакказное окисление многоатомных фенолов / В.С. Дорошкевич, И.Д. Одарюк, О.В. Баранова и др. // Актуальные вопросы биологической физики и химии. БФФХ-2016: материалы XI международной научно-технической конференции г. Севастополь, 25-29 апреля 2016 г.: в 2 т. Т. 2. – Севастополь: Севастопольский государственный университет, 2016. – 148 с.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ОСНОВАНИЙ КАК КАТАЛИЗАТОРОВ РЕАКЦИИ ОКСИАЛКИЛИРОВАНИЯ

*Бахтин С.Г.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР  
*stanislav.bahtin@mail.ru*

Введение и актуальность проблемы. Раскрытие оксиранового цикла протонсодержащими нуклеофильными реагентами (NuH) принадлежит к числу фундаментальных органических реакций, получившим широкое применение в процессах производства красителей, лекарственных препаратов, эпоксидных смол, растворителей, биологически активных соединений и т.д. Среди оксиранов особое внимание привлекает эпихлоргидрин (ECH). Он выступает ценным «строительным блоком» в синтезе, поскольку после нуклеофильного раскрытия все три атома углерода содержат функциональную группу (соединения 1 и 2):



Успехи синтетической химии оксиранов во многом обусловлены применением катализаторов основной природы. Однако в настоящее время остается до конца невыясненным детальный механизм их действия, который наиболее часто обсуждают с точки зрения общесосновного либо нуклеофильного катализа.

Целью работы является изучение кинетическими методами каталитической активности оснований  $R_3X$  ( $X = N, P$ ) в реакции, где протонодонорный нуклеофил – уксусная кислота ( $\text{Nu}^- = \text{CH}_3\text{COO}^-$ ). Непосредственную информацию о ходе процесса и состоянии основания получали методами потенциометрического титрования (кислотно-основного и аргентометрического), УФ- и ЯМР  $^1\text{H}$ -спектроскопии.

**Результат.** Проведенные исследования позволили детализовать механизм действия нуклеофильных и ненуклеофильных оснований в системе «НОАс – ECH –  $R_3X$ ». Установлено кинетическое уравнение суммарной реакции, вычислены значения каталитических констант скорости, активационных параметров. Показано, что ключевой стадией реакции является кватернизация исходного основания с образованием реакционноспособного интермедиата – ацетат-аниона. Проведен мониторинг возможных путей раскрытия оксиранового цикла исходным основанием и ацетат-анионом. Найдено, что  $R_3X$  атакует только активированный кислотой оксиран, в то время как ацетат-анион способен к нуклеофильному раскрытию как активированного, так и неактивированного (свободного) цикла ЭХГ.

**ИЗМЕНЕНИЕ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ  
ПЕРОКСИДАЗЫ И КАТАЛАЗЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВИДОВОЙ  
И СОРТОВОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ РАСТЕНИЙ  
К ГУМИНОВЫМ ПРЕПАРАТАМ**

*Бутюгин А.В., Зубкова Ю.Н., Рыктор И.А.*

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

*juliaZubkova2006@narod.ru*

Для оценки воздействия гуминовых препаратов (ГП) на растения использовали биохимические, биометрические, фенологические методы. На основании биохимических и биологических исследований установлено увеличение всхожести семян, нарастания массы растений и площади листовой поверхности, изменение интенсивности дыхания, увеличение количества хлорофилла и каротиноидов, увеличение содержания белка, сахаров, аминокислот, аскорбиновой кислоты и других ценных органических и минеральных (компонентов) веществ в зависимости от специфики культуры и ее потребительских свойств. Нами установлено изменение ферментативной активности пероксидазы и каталазы в той или иной степени в зависимости от видовой и сортовой чувствительности к ГП и их целевого назначения. Установлено, что стимуляционные эффекты от использования гуматов аммония и гуматсодержащих препаратов на растениях широкого видового и сортового состава проявляются следующим образом: повышается энергия прорастания и всхожесть семян, увеличивается зеленая масса и масса корней растений; гумат аммония и препараты оптимизируют процессы цветения и формирования плодов; повышается урожайность при соблюдении агротехнических мероприятий (зерновых и подсолнечника – до 11%; овощных культур – до 30%); повышается качество продукции; возрастает устойчивость растений к неблагоприятным погодно-климатическим и техногенным экологическим факторам, устойчивость к заболеваниям (грибковым и вирусным); увеличивается корневая система зерновых, овощных и технических культур; усиливается корнеобразование черенков винограда, плодовых кустарников и деревьев, роз и других декоративных культур, деревьев и кустарников лесного хозяйства, травянистых культур, используемых в зеленом строительстве и рекультивации почв и грунтов (**по эффективности гумат аммония не уступает гетероауксину**); улучшается приживаемость саженцев и рассады, развитие растений; гуматсодержащие препараты регулируют содержание нитратов; заменяют ядохимикаты-протравители семян; способствуют восстановлению плодородия эродированных с/х земель; эффективны при рекультивации промышленных отвалов и загрязненных почв.

Изменение оксидоредуктазной активности в тканевых препаратах растений, обработанных гуматом аммония, является важным тестовым показателем иммуностимулирующих свойств гумата. Изменение активности ферментативных систем растений **in vitro** наблюдалось для различных видов и сортов в рамках видовой отзывчивости на гумат аммония и гуматсодержащие препараты, а также в зависимости от способа обработки семян и растений. Даже микроколичества последнего в области концентраций от  $10^{-12}$  до  $10^{-2}$  % наблюдается достоверное изменение каталазной и пероксидазной активностей в тканевых экстрактах из проростков зерновых, бобовых, овощных, зеленных и декоративных культур. Выявлена общая тенденция повышения активности каталазы в той или иной степени в зависимости от вида растения при использовании всех указанных концентраций гумата. Изменение активности цитоплазматической пероксидазы под влиянием различных концентраций гумата было неодинаковым: в диапазоне от  $10^{-12}$  до  $10^{-3}$  % наблюдается, как правило, повышение ферментативной активности на 7,6–23,5 %; при концентрации  $10^{-2}$  % гуматы вызывали понижение активности пероксидазы практически во всех растительных объектах на 3,5–11,2 %. При этом для большинства видов и сортов опытных растений, обработанных растворами с концентрацией гумата  $10^{-12}$ – $10^{-2}$  %, прирост сухой массы растений превышал контрольные показатели.

Активация оксидоредуктазных ферментативных систем под влиянием гуминовых веществ вполне согласуется с представлениями об одном из предполагаемых механизмов действия физиологически активных гуматов как **элиситоров**. С этой точки зрения, причина изменения активности оксидоредуктаз более убедительно соответствует концепциям теории неспецифической адаптации.

Согласно другим представлениям, многие органические и неорганические вещества в зависимости от концентрации являются ингибиторами или стимуляторами основных систем и процессов жизнедеятельности организмов. С.В. Дурмишидзе выделял пять концентрационных уровней действия фенольных соединений, в рамках которых последние оказывали различные биогенные эффекты на растительный организм. Высокие концентрации вызывали летальный исход, следующий уровень концентраций вызывал ингибирование процессов жизнедеятельности и роста; далее следовала область концентраций, которые не вызывали у растительного организма каких-либо отклонений от контрольных показателей; применение этого фенольного соединения в микроколичествах оказывало стимулирующий эффект на физиологические, биохимические и иные процессы в организме, и как следствие, стимулировало рост растения.

Известно, что в настоящее время из растений выделены и исследованы различные органические вещества (полисахариды, карбоновые оксикислоты и т.д.), которые при контакте с растительной

тканью вызывают реакцию, аналогичную ответу на вторжение фитопатогена. В результате этой реакции сигнал о заражении передается в здоровые ткани растения посредством системы сигнальных молекул (например, салициловой кислоты). В ответ на «предупреждение» растение индуцирует комплекс защитных реакций, которые носят неспецифический характер. Например, повышение пероксидазной активности является звеном процесса реализации «**окислительного взрыва**». Таким образом, растение «вооружается»: в здоровых растительных тканях формируется индуцированная устойчивость. Иначе ее называют системной индуцированной устойчивостью (СИУ), так как растение на длительный срок приобретает устойчивость к широкому кругу стрессоров как биогенной, так и абиогенной природы.

Вещества, которые обладают способностью самостоятельно индуцировать системный иммунный эффект, называют элиситорами. К ним относятся хитозан и его производные, чья биоактивность доказана современными работами. Хитозан является продуктом гидролиза хитина – широко распространенного полисахарида. Одним из компонентов, наряду с другими, который определяет элиситорные свойства гумата аммония, является хитозан или его производные, так как бурые угли безусловно содержат значительное количество останков микроорганизмов, содержащих продукты деградации хитина. По нашему мнению, именно элиситорные свойства бурогоугольных гуматов аммония обеспечивают не только стимулирующий и адаптогенный эффекты в неблагоприятных техногенных и климатических условиях, а также формируют устойчивость к грибам и вирусным заболеваниям, то есть являются иммуномодуляторами.

**Иммуномодулирующие свойства гумата аммония проявляются при использовании на различных видах растений.**

Таким образом, проведенные испытания доказывают, что при равных эколого-климатических условиях, применение гуматов аммония гарантировано повышает урожайность культур на 5–30 % в зависимости от видовой и сортовой отзывчивости. Наибольшая эффективность проявляется именно в неблагоприятные годы. Применение гуматов аммония экономически выгодно, т.к. позволяет оптимизировать использование элементов питания удобрений, средств защиты растений и технико-экономические показатели сельскохозяйственного производства. Гуматы аммония и остаточные угли являются эффективными адаптогенами, поэтому рекомендованы как средства восстановления техногенных ландшафтов методом биологической рекультивации.

**ПОЛУЧЕНИЕ ДНК – МОДИФИЦИРОВАННЫХ  
НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ  
АНСАМБЛЕЙ  $ZrO_2$  – НАНОЧАСТИЦ**

*Дорошкевич А.С.<sup>1,2</sup>, Асиф Набиев<sup>1,3</sup>, Anjeu Pawlukojc<sup>1,4</sup>,  
Дорошкевич В.С.<sup>5</sup>, Сорокина О.В.<sup>5</sup>, Глазунова В.А.<sup>6</sup>, Зеленьяк Т.Ю.<sup>7</sup>,  
Дорошкевич Н.В.<sup>1</sup>, Хайем Рахмонов<sup>1,7</sup>, Эльхан Хамзин<sup>1,7</sup>,  
Турченко В.А.<sup>1,2</sup>, Subrata Majumder<sup>8</sup>, Valer Almasan<sup>9</sup>, Diana Lazar<sup>9</sup>,  
Шило А.В.<sup>2</sup>, Боднарчук В.И.<sup>1</sup>, Исламов А.Х.<sup>1</sup>, Холмуродов Х.Т.<sup>1,7</sup>*

<sup>1</sup>Объединенный институт ядерных исследований, г. Дубна, Россия

<sup>2</sup>Донецкий физико-технический институт им. А. А. Галкина НАНУ, г.Киев, Украина

<sup>3</sup>ANAS Institute of Radiation Problems, Baku, Azerbaijan

<sup>4</sup>Institute of Nuclear Chemistry and Technology, Warsaw, Poland

<sup>5</sup>ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

<sup>6</sup>ГУ «Донецкий физико-технический институт им. А. А. Галкина», г. Донецк, ДНР

<sup>7</sup>Государственный университет «Дубна», Дубна, Россия

<sup>8</sup>Department of Physics National Institute of Technology Patna, India

<sup>9</sup>National Institute for Research and Development of Isotopic and Molecular Technologies, Cluj-Napoca, România

Нанобиоэлектроника стремительно развивается настоящий момент [1]. Объединение биомолекул с металлическими или полупроводниковыми частицами, фуллеренами или углеродными нанотрубками порождают новый класс материалов, прежде всего, для новых электронных и оптических систем. ДНК молекулы способны хранить и транслировать копированием терабайты информации (в одном кубическом сантиметре ДНК может содержаться информации больше, чем в триллионе компакт-дисков. [2]). Кроме того, ДНК – молекулы способны к самосборке, самовоспроизводимости и обладают хорошей электропроводностью [3 – 6]. Поэтому, исследование их взаимодействия с твердым телом *крайне актуально* для новых биоэлектронных технологий, в частности, портативных систем хранения больших объемов информации. Исследование взаимодействия наночастиц на основе  $ZrO_2$  и молекул ДНК было *основной задачей* данной работы.

В качестве биологического объекта (ДНК) использовалась натриевая соль дезоксирибонуклеиновой кислоты, высокополимерная из эритроцитов цыплят с содержанием белка – не более 1 %, содержание воды – не более 20 %, отношение азот / фосфор – 1,6 – 1,7; длина волны  $\lambda_{max} = 260$  нм, при рН = 12 коэффициент экстинкции – 6500–7500.

В качестве модельных объектов исследования были использованы суспензии состава 0,1М ТРИС·НСl (2-амино-2-гидроксиметил-пропан-1,3-



диол)  $pH = 8.0$  с порошкообразным  $ZrO_2$  при соотношении  $0,1 \text{ г} / 1 \text{ мл}$  буферного раствора наносили на каждую ячейку в объеме  $0,1 \text{ мл}$ . Внешний вид электрохимических ячеек с заполимеризовавшимися каплями рабочей суспензии представлен на рис. 1.

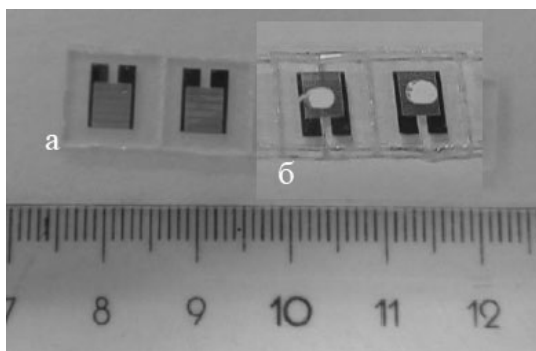


Рис. 1. Внешний вид подложек с микроскопической электродной сеткой (а) и электрохимических ячеек с рабочей суспензией (б)

Спектры комбинационного рассеяния были получены при комнатной температуре с использованием спектрометра LabRAM HR Evolution Horiba.

С использованием методов комбинационного рассеяния (КР) света показано устойчивое взаимодействие ДНК с наноразмерными кристаллами  $ZrO_2$  (рис. 2). Как видно из рис. 2, молекулы ДНК на фоне хорошо заметного флуоресцентного гало от поверхностных электронных состояний материала наночастиц дают относительно слабый вклад в рассеяние света при взаимодействии с аморфным гидроксидом циркония (удельная площадь поверхности  $180 \text{ м}^2/\text{г}$ ) и более существенный вклад в рассеяние света при взаимодействии с оксидными наночастицами, удельная площадь которых почти в два раза ниже ( $100 \text{ м}^2/\text{г}$ ), чем у гидроксида. Это означает, что большая часть молекул ДНК сильно (с потерей индивидуальных колебательных мод) провзаимодействовала с поверхностью оксидных наночастиц.

Использованные в работе нанопорошки состава  $ZrO+3\text{мол}\%Y_2O_3$  с размером частиц  $4\text{-}5 \text{ нм}$ , и  $14 \text{ нм}$  и были получены совместным осаждением солей циркония и иттрия аммиаком с последующей дегидратацией осадка в специализированной СВЧ-печи при  $T_1 = 120 \text{ }^\circ\text{C}$  (гидроксид, размер частиц  $4\text{-}5 \text{ нм}$ ) и термообработкой в течение времени  $t = 2 \text{ ч}$  при температуре  $700 \text{ }^\circ\text{C}$  (оксид, размер частиц  $14 \text{ нм}$ ). Морфологию объемных образцов исследовали методами трансмиссионной (ТЭМ) электронной микроскопии на приборе JEM 200A.

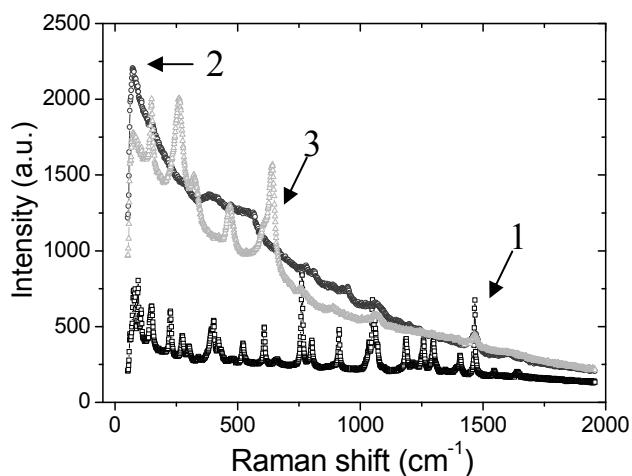


Рис. 2. Спектры КР ДНК в буферном растворе (1) ДНК в буферном растворе +  $(ZrO+3\text{мол}\%Y_2O_3)(OH)_2$  (2), ДНК в буферном растворе +  $ZrO_2$  (3)

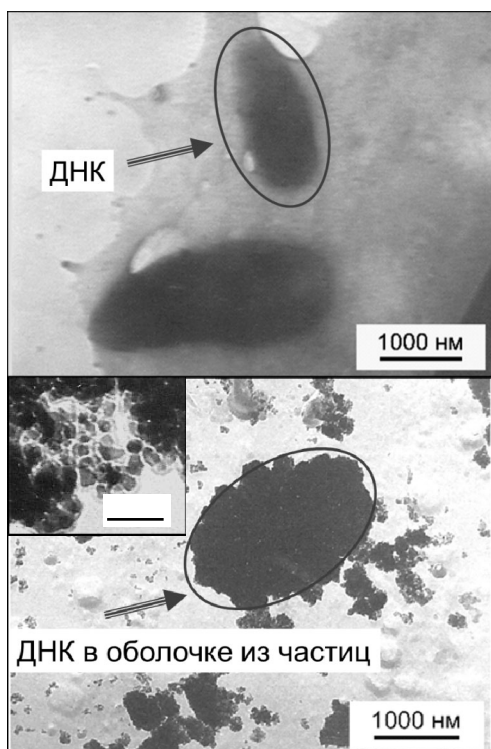


Рис. 3. ТЭМ – снимки ДНК в виде кокона (а), ДНК в оболочке из наночастиц (б) и отдельных  $ZrO_2$  наночастиц (с)

Согласно снимкам ТЭМ, наночастицы образуют вокруг ДНК – молекулы плотную оболочку. Таким образом,  $ZrO_2$  – наночастицы при ниже указанных условиях активно взаимодействуют с ДНК – молекулами, образуя структуру типа «ядро – оболочка», Функциональный гетеропереход между биологическим и твердотельным объектами открывает перспективы использования полученных систем при разработке биосовместимых электронных приборов с полевым управлением и датчиков химического состава среды.

*Работа поддержана грантом 17-52-45062 инд\_a РФФИ. The work was supported through the project H2020/MSCA/RISE/HUNTER/691010 and JINR-Romania Cooperation Program Project of 2018 Order No. 323 / 65.*

### Список литературы

1. Наступает новая эра – эра нанобиоэлектроники [dubnapress.ru/knowledge/286-2010-11-19-08-20-13](http://dubnapress.ru/knowledge/286-2010-11-19-08-20-13)
2. Наноэлектроника и нанобиоэлектроника [nano.86sch5.edusite.ru/p17aa1.html](http://nano.86sch5.edusite.ru/p17aa1.html)
3. H.V.Gray, J.R.Winkler, "Electron transfer in proteins", Annu. Rev. Biochem, (1996), v. 65, pp.537-561.
4. J.Deisenhofer, J.R.Norris, (eds.), "The Photosynthetic Reaction Center", Academic Press, N.Y., (1993), II, p.500.
5. Q.Gu, C.Cheng, R.Conela, et al., Nanotechnology, (2006), v. 17, R 14.
6. [www.m-protect.ru/wiki/index.php?title](http://www.m-protect.ru/wiki/index.php?title)

## ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ СИНТЕЗ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР

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

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

Среди многочисленного класса углеродных соединений в последнее время внимание исследователей привлекают углеродные нанотрубки (УНТ) – вещества, представляющие собой одно- или многостенные протяженные полые цилиндрические структуры, состоящие из свернутых гексагональных сеток с атомами углерода в узлах. Благодаря своему строению и размерности, УНТ обладают рядом уникальных свойств, что открывает возможность их практического применения в различных областях науки и техники.

На наш взгляд, наиболее распространенные методы синтеза углеродных нанотрубок могут быть разбиты на следующие основные группы – высоко- и низкотемпературные. К высокотемпературным причисляют плазменное испарение графита в дуговом разряде или СВЧ-генерируемой плазме, лазерно-термический метод, резистивное нагревание и др., тогда как к низкотемпературным – метод химического осаждения из газовой фазы (CVD), диспропорционирование оксида углерода на металлических катализаторах, электролиз расплавленных солей на графитовых электродах и прочие методы синтеза, не получившие до настоящего времени достаточного развития [1–3].

Неослабевающий интерес к классическому методу термического распыления графитовых электродов в плазме дугового разряда обусловлен возможностью получения наиболее качественных УНТ с близкими морфологическими показателями и небольшим количеством структурных дефектов. Кроме того, данный способ позволяет получать УНТ с высокой кристалличностью, а следовательно, и прочностью. Он является высокопроизводительным и обладает высокой универсальностью.

В то же время дуговой метод не лишен ряда недостатков, наиболее существенные из которых заключаются в большом количестве управляющих параметров процесса электродугового синтеза УНТ. Отсутствие связи между этими параметрами и характером образующихся продуктов затрудняет прогнозирование дуговых синтезов. Кроме того, за счет небольшой плазменной дуги в области между электродами стандартный дуговой разряд является дискретным и нестабильным процессом, и с его помощью нельзя достигнуть массового производства

высококачественных углеродных нанотрубок. Получаемые электро-дуговым методом нанотрубки обычно отличаются вектором хиральности, и обладают различной электронной структурой, что не позволяет рассматривать получаемые вещества как индивидуальный продукт. До настоящего времени нет однозначного трактования механизма образования нанотрубок. Все перечисленное осложняет интерпретацию результатов экспериментов и контроль за процессом синтеза.

Нами была предпринята попытка исследования процесса с целью определения наиболее существенных факторов, влияющих на протекание плазменно-дугового процесса, для последующей оптимизации реакции синтеза УНТ и улучшения прогнозируемости получаемых результатов.

Исследования осуществлялись на установке синтеза фуллереновой сажи, модифицированной для экспериментов по плазменно-дуговому синтезу углеродных нанотрубок путем испарения графитового электрода (анода) в низковольтной электрической дуге постоянного тока.

Для оценки параметров установки была проведена серия опытов по испарению графитовых электродов в режиме синтеза многостенных углеродных нанотрубок (МУНТ) при различной силе тока (60, 80, 100 и 120 А). Как известно, сила тока дуги является одним из основополагающих показателей, определяющих протекание процесса синтеза и отвечающих за характер образующихся углеродных продуктов.

Эксперименты проводились при давлении в испарительной камере 450 – 500 торр, с непрерывной подачей плазмообразующего газа гелия со скоростью 100 мл/мин. Гелий одновременно являлся и закаливающим газом. Межэлектродное расстояние регулировалось вручную и поддерживалось около 2 мм. В опытах применялись графитовые электроды из спектрально чистого графита марки С-3. В качестве анода использовался графитовый стержень диаметром 6 мм, в качестве катода – графитовый электрод диаметром 6 или 18 мм. Время синтеза лимитировалось испарением 40 мм графитового анода и находилось в пределах 10 – 12 мин.

В результате были получены продукты термического распыления, которые осаждались на торцевой поверхности катода (катодный депозит) в виде плотной, серой спекшейся массы и углеродный массив в виде рыхлого, сыпучего порошка на стенках и дне реакционной камеры. Выход углеродных наноструктур (УНС) находился в пределах 34 – 46 %. При этом максимальный выход наблюдался для силы тока 120 А. Интересно отметить, что использование пары «анод 6 мм – катод 18 мм» при прочих равных параметрах оказывает положительное влияние на производительность процесса, приводя к увеличению общего выхода углеродных продуктов более чем в два раза по сравнению с выходом при применении электродов одинакового диаметра. Иными словами, рост соотношения диаметров катод : анод приводит к увеличению выхода конечных продуктов, при этом максимальный выход достигнут при соотношении,

приблизительно равном 3 : 1. Обратное изменение соотношения диаметров катода и анода в сторону роста диаметра анода не показало преимуществ в качественных и количественных характеристиках полученных углеродных структур и не сопровождается увеличением выхода УНТ.

Экстракция навесок образцов кипящим толуолом в аппарате Сокслета показала наличие во всех образцах полученного углеродного массива фуллереновых соединений в количестве 1,0 – 1,1 %.

Очистка продуктов синтеза путем двухчасового кипячения в избытке азотной кислоты ( $d = 1,35 \text{ г/см}^3$ ) и последующим прогревом при  $400^\circ\text{C}$  в течение 2-х часов в токе воздуха показывает незначительную потерю массы, находящуюся в пределах 1–3 %, т.е. в процессе синтеза образуются стабильные углеродные наноструктуры, устойчивые к окислению.

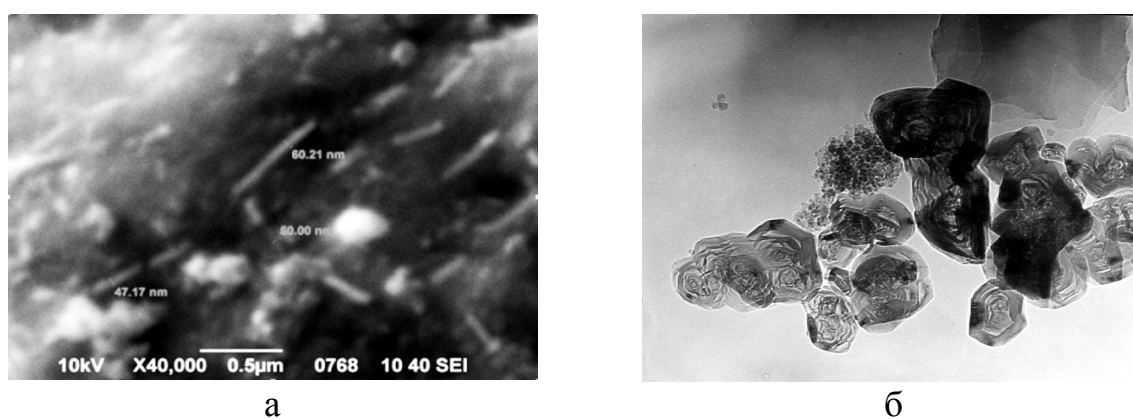


Рис. 1. СЭМ УНС:  $I = 100 \text{ А}$  (а), ПЭМ УНС:  $I = 60 \text{ А}$  (б)

Анализ состава синтезируемой сажи проведенный методами сканирующей (СЭМ) и просвечивающей (ПЭМ) электронной микроскопии показал, что полученные образцы представляют собой сложную смесь, состоящую из спутанных жгутов многостенных углеродных нанотрубок с преобладающим диаметром 50 – 60 нм. Кроме того, в смеси присутствуют аморфный углерод, слоистые структуры типа графенов, сфероидальные углеродные образования, напоминающие луковичные наноструктуры и, наконец, наноразмерный графит и графит с размером кристаллитов от нескольких микрон (рис. 1).

### Список литературы

1. Синтез углеродных наноструктур в высокочастотном индукционном плазмотроне / Г.Н. Залогин, А.В. Красильников и др. // Журн. технической физики. – 2015. – Т. 85, вып. 5. – С. 100-105.
2. Synthesis Methods of Carbon Nanotubes and Related Materials / A. Szabó, C. Perri, A. Csató, G. Giordano, D. Vuono, J. B. Nagy // Materials. – 2010. – V. 3. – P. 3092–3140.
3. Synthesis of Carbon Nanotube: A Review / A.A. Rashad, R. Noaman, S.A. Mohammed, E. Yo // J. Nanosci. Tech. – 2016. – V. 23, № 3. – P. 155.

## **ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ПАВ И ЭЛЕКТРОЛИТОВ НА ВЕЛИЧИНУ ДЗЕТА-ПОТЕНЦИАЛА ( $\zeta$ ) И ПОВЕРХНОСТНОЙ ПРОВОДИМОСТИ (ПП) АНТРАЦИТОВЫХ ДИСПЕРСИЙ**

*Зубкова Ю.Н.*

ГОУВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР  
*juliaZubkova2006@narod.ru*

Изучены электрокинетические свойства угольных (антрацитовых) дисперсных систем (с размером частиц 100–200 мкм) при контакте с водными растворами смачивателей. В исходный состав твердых смачивателей угольной пыли входят неионогенные поверхностно-активные вещества (ПАВ) – диэтаноламиды синтетических жирных кислот фракции  $C_{10} - C_{13}$  (ДЭА) и электролиты – хлориды калия (натрия) и кальция, фосфат калия (натрия),  $KCl$ ,  $K_2SO_4$ ,  $K_3PO_4$ ,  $CaCl_2$ .

Цель исследования – определение влияния концентрации ПАВ и электролитов, типа электролита на величину электрокинетического потенциала (ЭКП) (дзета- потенциала –  $\zeta$ ) и поверхностной проводимости (ПП) угольных частиц, а также нахождение условий, при которых ЭКП максимален. Такой подход объясняется взаимосвязью электрических и гидрофильных свойств поверхности твердых тел. Как правило, при большем (по абсолютной величине) значении ЭКП поверхность наиболее гидрофилизирована и, соответственно, лучше смачивается водным раствором ПАВ.

В процессах контактирования угольной поверхности с водными растворами смачивателя за счет адсорбции последнего, его концентрации могут существенно снижаться. В связи с этим изучен широкий интервал концентраций смачивателя – от  $10^{-5}$  г/л до 5 г/л. В разбавленных системах учитывался вклад ПП (40–60 %) в общую проводимость дисперсной системы при расчете реальной величины ЭКП по формуле Смолуховского.

Для получения экспериментальных данных при расчете ЭКП и ПП использовался метод потенциала течения и ячейка оригинальной конструкции. Анализ данных по изменению ПП для угольной диафрагмы при контакте с растворами ДЭА различной концентрации (рис. 1) позволяют сделать предположение об идущем адсорбционном процессе. ПП максимальна при низких концентрациях ПАВ ( $10^{-3} - 10^{-5}$  г/л).

При повышении концентрации ПАВ, сопровождающемся агрегированием и мицеллообразованием, подвижность ионов в приповерхностном слое снижается, что снижает и ПП. Это связано и с тем, что при формировании на поверхности первого слоя агрегированных молекул ПАВ (т.н. гемимицелл), которые прочно связаны с поверхностью угля, утрачивается способность слоя к диэлектрической поляризации за счет

ориентированных диполей воды. При дальнейшем увеличении концентрации ДЭА происходит формирование полислоев у поверхности угля, что нивелирует растущую плотность заряда при росте содержания электролита. Закономерности мицеллярного агрегирования сохраняются в определенной мере и при изменении типа фонового электролита (KCl, CaCl<sub>2</sub>).

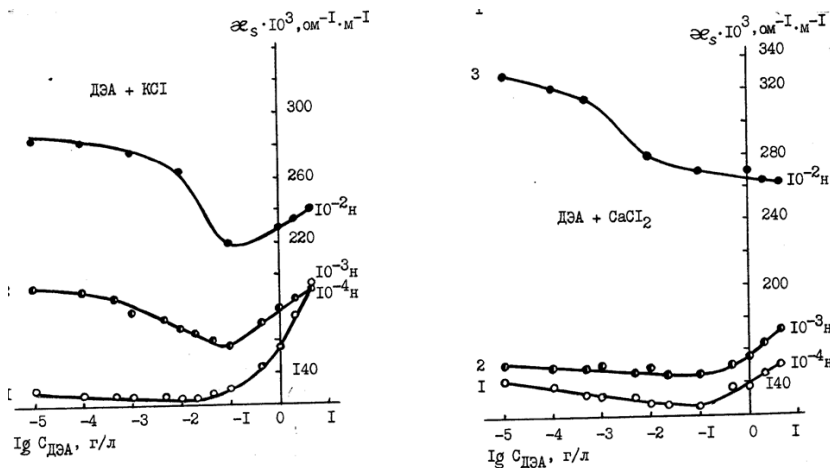


Рис. 1. Зависимость ПП антрацитовых частиц от концентрации ДЭА в растворе фонового электролита различной ионной силы

В системах, контактирующих с разбавленными растворами ДЭА в этих электролитах, отмечено наличие отрицательно заряженных угольных дисперсий со значительными ЭКП, а именно, порядка  $-200 \div -300$  мВ (рис. 2). При постоянной ионной силе раствора и с увеличением содержания ДЭА в растворе от  $10^{-5}$  до 5 г/л ЭКП в большинстве случаев монотонно снижается. Наблюдаемые колебания величин ЭКП при невысоких концентрациях электролита ( $10^{-4}$  н) можно связать с образованием в этих условиях объемных диффузионных слоев, включающих мицеллярные структуры из ДЭА, воды и электролита.

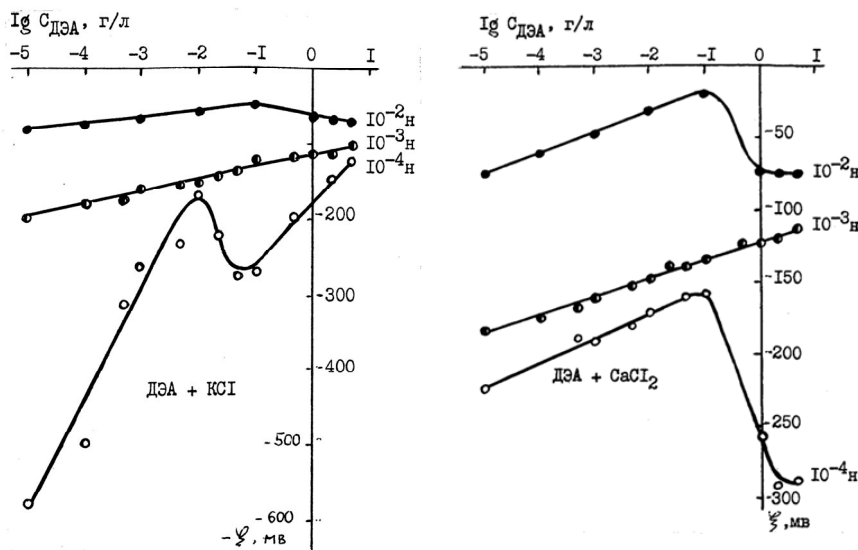


Рис. 2. Зависимость ЭКП антрацитовых частиц от концентрации ДЭА в растворе фонового электролита различной ионной силы

На примере KCl, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> изучено влияние заряда аниона электролита на изменение величины ЭКП. При низких концентрациях

электролита, например 0,01 н и менее, ЭКП антрацитовых частиц увеличивается с увеличением заряда аниона: от -5,5 мВ для  $\text{Cl}^-$  до -78,0 мВ для  $\text{PO}_4^{3-}$ , что можно связать с различием гидролизующих свойств анионов при формировании ДЭС у отрицательно заряженной угольной поверхности.

По изменению величины ПП (рис. 3) можно оценить механизм адсорбции ДЭА в присутствии фосфат-ионов. При концентрации ПАВ  $10^{-4}$  и  $10^{-3}$  г/л вне зависимости от содержания электролита ПП почти не изменяется; при концентрации  $10^{-2}$  и  $10^{-1}$  г/л она монотонно увеличивается с ростом плотности заряда (то есть с увеличением содержания фосфата калия). При концентрациях 0,5 и 1 г/л начинается агрегирование, мицеллообразование и гемимицеллообразование молекул ДЭА, что снижает подвижность ионов и компенсирует рост плотности заряда. При концентрации 5 г/л идет образование полислоев молекул ДЭА, что практически на нет сводит подвижность ионов в ДЭС и ведет к снижению ПП.

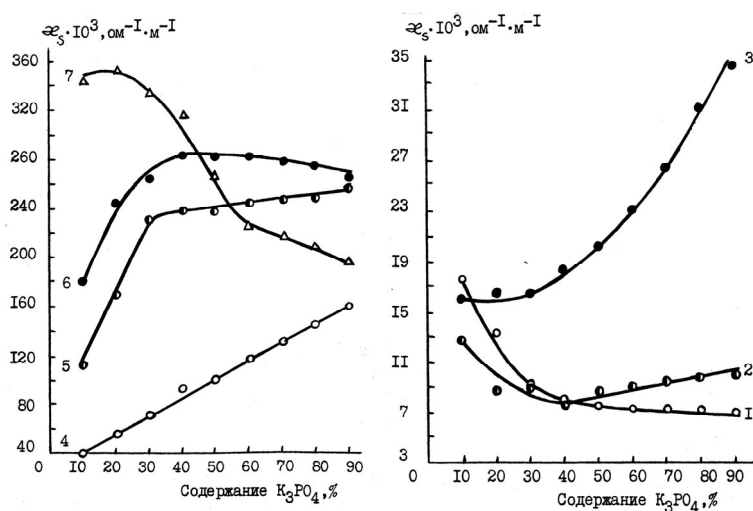


Рис. 3. Зависимость ПП от концентрации раствора смачивателя и от его состава (содержания в нем  $\text{K}_3\text{PO}_4$ ). Концентрация раствора смачивателя, г/л. 1 –  $10^{-4}$ , 2 –  $10^{-3}$ , 3 –  $10^{-2}$ , 4 –  $10^{-1}$ , 5 –  $5 \cdot 10^{-1}$ , 6 – 1, 7 – 5

Показано влияние содержания фосфат-иона в составе смачивателя на ЭКП антрацитовых дисперсий. Максимальные величины ЭКП наблюдаются в пределах 20–40 % содержания электролита в смеси с ДЭА, что коррелирует с данными по наилучшему смачиванию антрацитовой пыли. ЭКП систем с фосфатом калия весьма велики (до -430 мВ), что больше, чем в сочетании ДЭА с  $\text{KCl}$  или  $\text{CaCl}_2$ . Соотношение ДЭА и фосфата от 1:2 до 1:3, приводящее к максимальным величинам ЭКП, приняты во внимание при создании так называемых патронируемых смачивателей угольной пыли.

Таким образом, подход к разработке состава смачивателей угольной пыли путем предварительной оценки электроповерхностных свойств углей при контакте с водными растворами смачивателей поможет прогнозировать эффективность применения последних в условиях адсорбционного понижения концентрации ПАВ и электролита.



## ХЕМИЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ ПРИ ФЕРМЕНТАТИВНОМ ОКИСЛЕНИИ НАСТОЕВ ЧАЯ

*Калач И.Е., Прокопова А.В., Кравченко Е.М.,*

*Одарюк И.Д.*, канд. хим. наук, доцент

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

*email: iradonetsk2204@gmail.com*

Значительную часть экстрактивных веществ настоев чайного листа, обуславливающих его полезные свойства, вкус и аромат, составляют многоатомные фенолы и полифенолы. Методики, позволяющие определять содержание данных веществ, используются для характеристики его качества, а сами экстракты чая могут быть сырьем для выделения экстрактивных веществ с полезными свойствами.

Лакказное окисление ряда трехатомных и некоторых двухатомных фенолов сопровождается слабым хемилюминесцентным (ХЛ) свечением [1], которое в определенном концентрационном диапазоне ( $10^{-6} - 10^{-4}$  М) зависит от концентрации многоатомных фенолов линейно. Ферментативная реакция протекает быстро, в мягких условиях и не требует использования труднодоступных или опасных реагентов, потому может быть положена в основу методики для систематического контроля качества чая в лаборатории при производстве. В связи с этим был осуществлен подбор оптимальных условий для исследования хемилюминесценции при окислении настоев различных видов чая. Провели серию опытов с различной массой чайного листа и объемом водной фазы, а также концентрацией фермента в реакционной смеси.

Дальнейшее увеличение в реакционной смеси содержания лакказы из *Trametes versicolor* после 200 мг/л слабо влияет на повышение интенсивности ХЛ свечения. Такая же тенденция наблюдается в случае высоких масс навесок чайного листа, используемых для настаивания. Все это ограничивает использование метода хемилюминесценции при анализе качества чайного листа. Содержание экстрактивных веществ, судя по сухому остатку, несколько выше для зеленого чая, хотя при исследовании интенсивности хемилюминесценции в процессе ферментативного окисления настоев черных и зеленых чаев получена обратная тенденция. В работе подобраны оптимальные концентрационные характеристики реагентов и условия настаивания чайного листа для исследования закономерностей ХЛ в процессе окисления экстрактивных веществ чая кислородом в присутствии лакказы *Trametes versicolor*. Показано, что характеристики используемой ХЛ установки позволяют достоверно исследовать только настои сильно ферментированных чаев.

## РОЛЬ KAISO ПРИ ПЕРЕПРОГРАММИРОВАНИИ СОМАТИЧЕСКИХ КЛЕТОК В АДИПОЦИТЫ

*Капун Д.С., Женило С.В.*, канд. физ.-мат. наук

Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии»  
РАН, Российская Федерация, г. Москва

Белок Kaiso является членом ВТВ/РОЗ семейства метил-ДНК связывающих белков. Kaiso связывает метилированные CpG динуклеотиды за счет С-концевого домена «цинковые пальцы» C2H2 типа и неметилованную ДНК, содержащую последовательность CTGCNA. На N-конце белка находится ВТВ / РОЗ домен, за счет которого происходит белок-белковое взаимодействие, способствуя гомомерной или гетеромерной димеризации. ВТВ/РОЗ домен, обладающий способностью к привлечению крупных репрессивных комплексов к метилированной ДНК. Хотя Blattler et al. сообщили, что Kaiso может связываться с активными генами транскрипции в геноме клеточных линий, по-прежнему считается, что Kaiso репрессирует свои целевые гены путем связывания с последовательностями, содержащими CGCG и KBS [1]. Kaiso участвует в эпигенетической регуляции транскрипции. Более того, комплекс Kaiso и catenin p120 модулирует транскрипцию генов Wnt-мишеней [2,3,4,5].

Результаты. Новым свойством белка, найденным в данной работе, стало его участие в перепрограммировании мышечных эмбриональных фибробластов (MEF) в адипоциты. При перепрограммировании MEF нокаутных по гену Kaiso было детектировано увеличение эффективности перепрограммирования в адипоциты по сравнению с клетками дикого типа при окрашивании на Oil Red. Среднее значение образовавшихся адипоцитов на одно поле зрения для WT –  $3.5 \pm 3.9$ , для KO –  $19.9 \pm 9.8$  при  $p < 0.001$  (рис. 1).

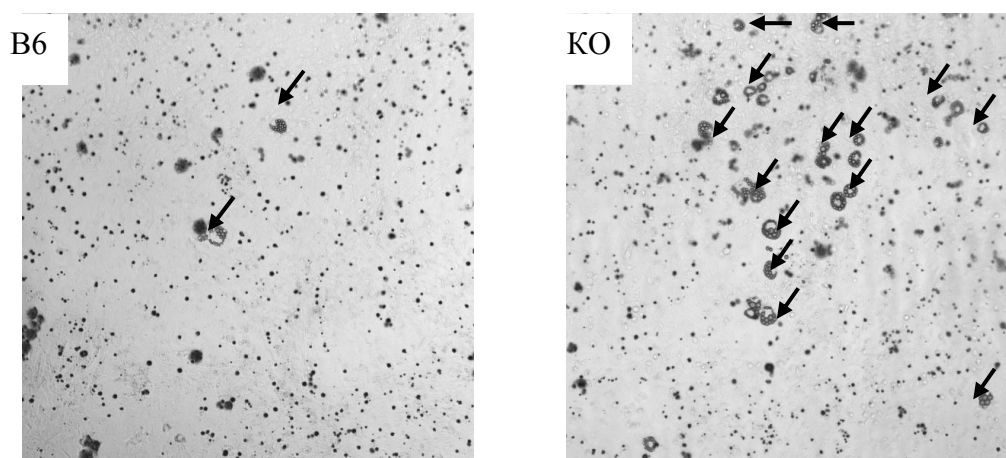


Рис. 1. Окраска на Oil Red MEF, полученных из эмбрионов WT и KO

Данные RRBS показали разницу в метилировании гена Ноха3, который хорошо экспрессируется в брюшной жировой ткани [5]. Таргетное бисульфидное секвенирование также показало снижение метилирования в гене Ноха3 (рис. 2).

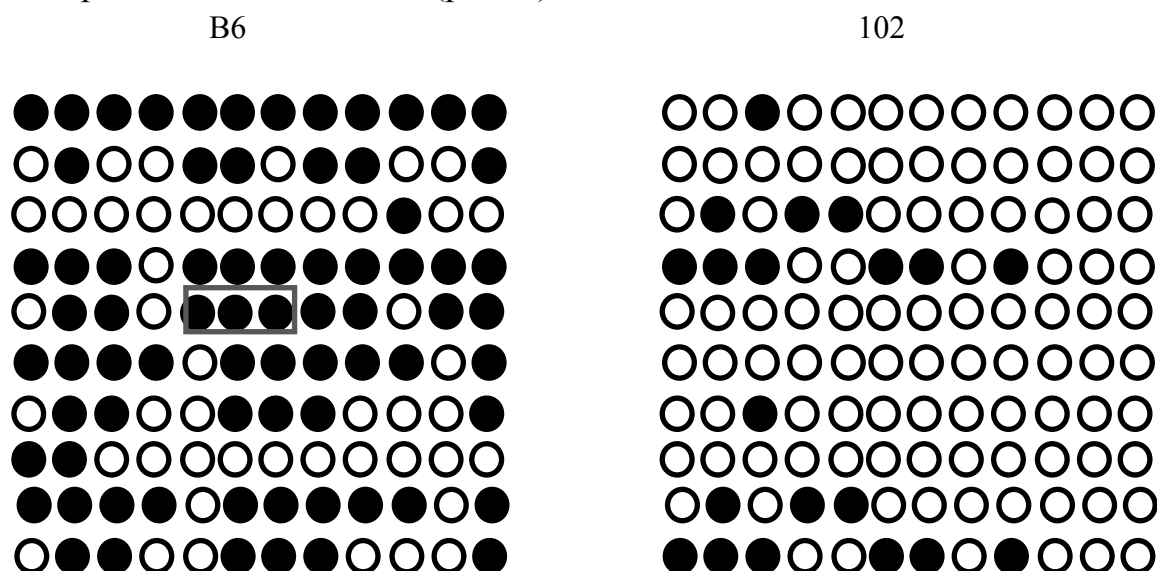


Рис. 2. Таргетное бисульфидное секвенирование Ноха3 в MEF

#### Список литературы

1. Alexey Ruzov et. al. The non-methylated DNA-binding function of Kaiso is not required in early *Xenopus laevis* development// *Development*. 2009. Vol. 136. No 5. P. 729–738.
2. Dong-In Koh KAISO, a critical regulator of p53-mediated transcription of CDKN1A and apoptotic genes // *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2014. Vol. 111. No 42. P. 15078–15083.
3. Kulikova E.A., Kulikov A.V. Kaiso Protein in the Regulation of Brain and Behavior. *Curr Protein Pept Sci*. 2018. Vol. 19 No 7. P. 692-698.
4. Raghav S.K. Integrative genomics identifies the corepressor SMRT as a gatekeeper of adipogenesis through the transcription factors C/EBP $\beta$  and KAISO // *Molecular Cell*. 2012. Vol. 46. No 3. P. 335-350.
5. Yoon H. G. N-CoR mediates DNA methylation-dependent repression through a methyl CpG binding protein Kaiso // *Molecular Cell*. 2003. Vol. 12. No 3. P.723-734.
6. Silvia Corvera, Olga Gealekman Adipose tissue angiogenesis: Impact on obesity and type-2 diabetes// *Biochimica et Biophysica Acta*. 2014. Vol 1842. No 3. P. 463-472/

## ОКИСЛЕНИЕ ОРТО-ФЕНИЛЕНДИАМИНА В ПРИСУТСТВИИ ЛАККАЗЫ *TRAMETES VERSICOLOR*

*Кравченко Е.М., Одарюк И.Д.*, канд. хим. наук, доцент  
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР  
*email: elena\_grazhina@mail.ru*

Фенилендиамины находят широкое применение как исходные вещества в органическом синтезе. Характерные для них реакции окисления и дальнейшей олигомеризации могут протекать в разных условиях, как правило, с образованием интенсивно окрашенных продуктов. Одним из продуктов таких превращений орто-фенилендиамина является 2,3-диаминофеназин. Последний применяется при получении электропроводящих пленок и нанотрубок, цитостатических препаратов, используется во флуоресцентном анализе [1, 2]. На настоящий момент для синтеза 2,3-диаминофеназина из орто-фенилендиамина используются соли металлов, например железа, меди, и их комплексы, а также некоторые ферментные системы [3]. Эти реакции имеют не всегда высокие выходы, сопровождаются образованием побочных продуктов и их длительность может достигать нескольких дней, в связи с чем, представляет интерес поиск новых эффективных способов его получения и исследование механизма данного превращения. Методики с использованием ферментов, особенно стабильных и высокоактивных, часто оказываются предпочтительнее химических агентов и физических воздействий из-за высокой эффективности процесса, минимума побочных реакций, возможности многократного использования фермента.

Изучено ферментативное окисление орто-фенилендиамина молекулярным кислородом в присутствии лакказы *Trametes versicolor*. Основным продуктом реакции является 2,3-диаминофеназин, что подтверждается спектрофотометрически. Опыты проводили в условиях оптимальных для работы фермента до выпадения осадка черно-коричневого цвета (время реакции составляло от 1,5 до 2,5 часов). Выход полученного 2,3-диаминофеназина составил 90 % от теоретического. То есть, по сравнению с другими системами время реакции сократилось в несколько раз, а выход продукта не ниже чем в других ферментных системах.

Зависимость начальной скорости лакказного окисления орто-фенилендиамина от его концентрации имеет вид кривой с насыщением, которая напоминает график, полученный по уравнению Михаэлиса-Ментен. Однако эта зависимость не спрямляется в координатах уравнений Лайнуивера-Берка, Иди-Хофсти и Хейнса. Это свидетельствует о том, что процесс ферментативного окисления орто-фенилендиамина не описывается в рамках модели Михаэлиса-Ментен. Следовательно, механизм образования

2,3-диаминофеназина более сложный, чем предсказывает данная модель, а часть элементарных реакций в нем протекает, видимо, вне сферы активного центра фермента.

Также изучено влияние – АВТС – 2,2'-азино-бис-(3-тилбензтиазолин-6-сульфоната), который является классическим медиатором лакказы и может повысить скорость ферментативного окисления. Взаимодействие АВТС с орто-фенилендиамином при отсутствии фермента не отмечается. При смешивании АВТС, орто-фенилендиамина и лакказы накопление 2,3-диаминофеназина начинается практически мгновенно, а полоса поглощения катион-радикала АВТС в спектре раствора реакционной смеси длительное время отсутствует. То есть, часть АВТС окисляется в присутствии лакказы до катион-радикала, который быстро реагирует с орто-фенилендиамином, восстанавливаясь до АВТС. Следовательно, пока в системе имеется субстрат, окисленная форма медиатора присутствует в следовых количествах, а соотношение концентраций окисленной и восстановленной форм медиатора, видимо, остается постоянным. Когда практически весь орто-фенилендиамин прореагировал, быстро проходит окисление АВТС до катион-радикала. То есть, АВТС является в данной реакции медиатором, однако практически не ускоряет накопление целевого продукта.

Таким образом, окисление орто-фенилендиамина в присутствии лакказы *Trametes versicolor* позволяет получать 2,3-диаминофеназин с высоким выходом и можно уменьшить время протекания процесса при высоких концентрациях фермента до 1 часа. Образование целевого продукта протекает по сложному механизму, часть элементарных реакций которого являются радикальными, но превращение орто-фенилендиамина в первичные продукты, видимо, не является скоростьюлимитирующим.

### Список литературы

1. Mahran, M. Asma et al. Synthesis and Anticancer Screening of Novel Polynuclear Heterocyclic Compounds Derived from 2,3-Diaminophenazine // European Journal of Medicinal Chemistry. – 2015. – Vol.90. – P. 568-576.
2. Ru Li et al. A label-free fluorimetric detection of biothiols based on the oxidase like activity of Ag<sup>+</sup> ions // Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy. – 2018. – Vol. 188. – P. 20-25.
3. Peter J. Tarcha, Victor P. Chu, And Dave Whittern. 2,3-Diaminophenazine Is the Product from the Horseradish Peroxidase-Catalyzed Oxidation of o-Phenylenediamine // Analytical Biochemistry. – 1987. – Vol.165. P. 230-233.

## МОДИФИКАЦИЯ СОПОЛИМЕРОВ МАЛЕИНОВОГО АНГИДРИДА С ВИНИЛАЦЕТАТОМ АМИНОКИСЛОТАМИ

*Крюк Т.В.*<sup>2</sup>, канд. хим. наук,

*Тюрина Т.Г.*<sup>1,2</sup>, д-р хим. наук, *Кобцева О.С.*<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>ГУ «Институт физико-органической химии и углехимии им. Л. М. Литвиненко»,  
г. Донецк, ДНР  
*t\_turina@mail.ru*

Важным направлением развития современной медицины является адресная доставка лекарственных средств. Биомедицинская инженерия в данной области быстро расширяется за счет разработки и синтеза новых многофункциональных полимерных материалов, которые могут быть получены на основе  $\alpha$ -аминокислот [1]. Учитывая сложность достижения четкой структуры и монодисперсности синтетических биоматериалов, обширные процедуры подготовки для достижения высокой степени чистоты, альтернативу составляют полимеры, в которых аминокислоты находятся в боковой цепи. Такие материалы могут быть получены путем конъюгации или модификации полимеров аминокислотами, однако на сегодняшний день для биомедицинского применения предлагается ограниченное количество конъюгатов  $\alpha$ -аминокислота–полимер.

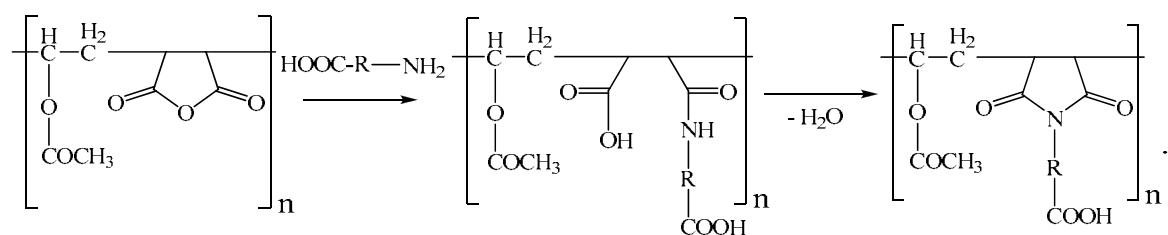
Целью настоящей работы было изучение влияния условий реакции модификации физиологически активных сополимеров малеинового ангидрида (МА) с винилацетатом (ВА) [2] глицином, лейцином, изолейцином на состав продуктов амидирования.

Модификацию проводили в растворе диоксана или  $H_2O$  при эквимольном соотношении звеньев МА и аминокислоты без катализатора и в присутствии триэтиламина. При синтезе в диоксане раствор модифицированного полимера декантировали от непрореагировавшей аминокислоты и высаждали полимер в петролейный эфир. Из водного гомогенного раствора полимер после модификации высаждали этиловым спиртом, инкубировали в течение 1 ч при  $-4\text{ }^\circ\text{C}$ , выделившийся осадок центрифугировали. Продукты модификации высушивали до постоянной массы в вакууме при  $50\text{ }^\circ\text{C}$ . Механическую обработку эквимольных смесей аминокислот с сополимером МА–ВА проводили в лабораторной шаровой мельнице MLW KM1 (прилагаемая нагрузка 20–30 Н) и в лабораторном вибрационном стирателе 75Т–ДрМ (действующая нагрузка 339–550 Н).

Модификацию сополимеров МА–ВА аминокислотами подтверждают данные потенциометрического титрования и  $^1\text{H}$  ЯМР спектров исходного и модифицированных сополимеров. Так, например, в спектре сополимера после реакции с лейцином наблюдаются уширенные сигналы протонов,

принадлежащих как полимерной цепи, так и фрагментам аминокислоты. Последним соответствуют: триплет 3,6-3,8 м. д. (протоны  $\alpha$ -CH); мультиплет 1,5-1,8 м. д. (протоны  $\beta$ -CH<sub>2</sub>); триплет 0,6-1,0 м. д. (протоны -CH<sub>3</sub>) [4]. «Размытый» вид пиков, относящихся к указанным протонам, подтверждает, что эти группы аминокислоты находятся в составе сополимера.

Взаимодействие сополимера МА-ВА с аминокислотами можно представить схемой:



При проведении реакции в растворе получена невысокая степень связывания аминокислоты с полимерной цепью: 70-50 %. Кроме того, при осуществлении синтеза в гомогенной водной среде не удалось добиться полного выделения продуктов из раствора.

С целью исключения стадий выделения, очистки и сушки модифицированного сополимера была изучена возможность амидирования ВА-МА аминокислотами механохимическим способом, который широко используется в фармацевтической практике в операциях измельчения, смешения и таблетирования. В условиях механохимической реакции модификации сополимера аминокислотами скорость реакции выше, чем при синтезе в растворе. Механообработка в шаровой мельнице MLW КМ-1 в течение 1 ч (нагрузка 20 Н) или в вибрационном истирателе 75Т-ДрМ в течение 1 мин (нагрузка 339-550 Н) позволяет достичь полного амидирования звеньев малеинового ангидрида.

### Список литературы

1. Smart polymersomes and hydrogels from polypeptide-based polymer systems through  $\alpha$ -amino acid N-carboxyanhydride ring-opening polymerization. From chemistry to biomedical applications [Text] / E. Liarou, S. Varlas, D. Skoulas [et al.] // *Progr. Polym. Sci.* – 2018. – Vol. 83. – P. 28-78.
2. Synthesis and Biocompatibility of Maleic Anhydride Copolymers: 1. Maleic Anhydride-Vinyl Acetate, Maleic Anhydride-Methyl Methacrylate and Maleic Anhydride-Styrene [Text] / Spiridon D., Panaitescu L., Ursu D. [et al.] // *Polym. Int.* – 1997. – Vol. 43. № 2. – P. 175-181.
3. In vitro amoebicidal activity of poly(maleic anhydride-co-vinyl acetate) copolymer on *Acanthamoeba* spp. trophozoites and cysts [Text] / Karakus G., Malatyali E., Zengin H.B. [et al.] // *Basic Clin. Sci.* – 2013. – Vol. 2. – P. 1-14.
4. Тихонов В. П., Костромина Н. А. Изучение конформационных превращений лейцина, изолейцина и валина методом ПМР [Текст] / В.П. Тихонов, Н.А. Костромина // *Теор. экс. химия.* – 1977. – Т. 13, № 4. – С. 496-503.

## УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЙ СИНТЕЗ КОНДЕНСИРОВАННЫХ ПИРИДОНОВ-2

*Ломов Д.А.*, канд. хим. наук,

*Абрамянц М.Г.*, канд. хим. наук, *Запорожец О.О.*

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

г. Донецк, ДНР

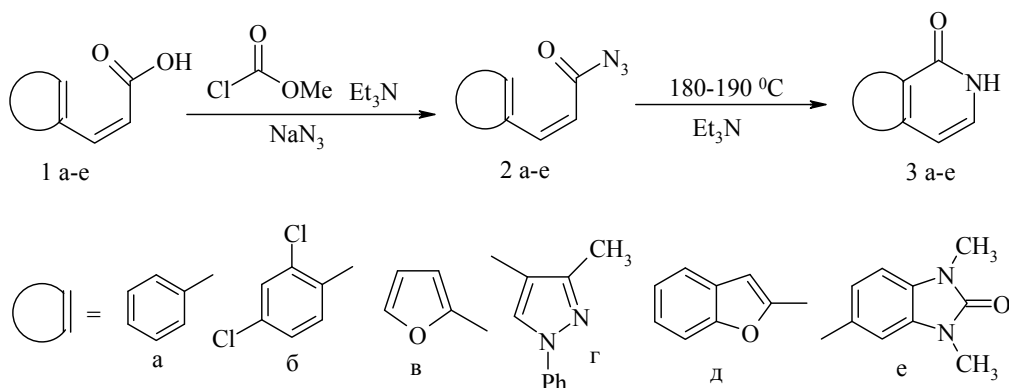
*lomov\_dmitrii@mail.ru*

Химические структуры некоторых прекурсоров лекарственных препаратов содержат фрагмент пиридона-2, конденсированный с ароматическими или гетероциклическими циклами. К числу таких соединений относятся 3-бутилизохинолон – прекурсор локального анестетика квотана, 6,7-диметокси-3-этилизохинолон – прекурсор спазмолитика паверина.

Одним из методов синтеза конденсированных пиридонов-2 является термическая циклизация азидов  $\beta$ -арил(гетарил)акриловых кислот. Данную реакцию обычно проводят постепенным прибавлением бензольного раствора азида в нагретый до 180 – 200 °С даутерм или дифенилоксид в присутствии трибутиламина или без него. При этом, как правило, берётся большой избыток даутерма или дифенилоксида, что затрудняет выделение продуктов реакции и ведёт к их частичному осмолению.

Азиды  $\beta$ -арил(гетарил)акриловых кислот получают *in situ* из соответствующих акриловых кислот или их хлорангидридов и азида натрия. Затем их экстрагируют бензолом и не выделяя вводят в реакцию циклизации.

Нами выделены и охарактеризованы азиды акриловых кислот **2 а-е**, а также разработан простой и удобный способ их циклизации в конденсированные пиридоны-2 **3 а-е**.



Методика выделения и очистки азидов **2 а-е** заключается в разбавлении реакционной смеси большим количеством ледяной воды. При этом происходит высаживание азидов из их растворов в ацетоне, и они легко отделяются фильтрованием.



Азиды  $\beta$ -арил(гетарил)акриловых кислот **2 а-е** представляют собой неокрашенные твёрдые соединения, относительно устойчивые на воздухе, бурно разлагающиеся при плавлении (плавятся много ниже соответствующих акриловых кислот). Для очистки их можно переосадить гексаном из толуольного раствора. Соединения **2 г,д** можно также перекристаллизовать из тёплого толуола (50 – 55 °С). В ЯМР  $^1\text{H}$  спектрах соединений **2 а-е**, присутствуют дублеты вицинальных протонов этиленового фрагмента в области 6.19 – 7.03 и 7.40 – 8.10 м.д. с КССВ 15.7 – 16.0 Гц. Выходы составляют 78 – 87 %.

Суть усовершенствованного метода циклизации заключается в кратковременном (45 мин) нагревании толуольных растворов азидов акриловых кислот в присутствии триэтиламина в автоклаве при 180 – 190 °С. Образующиеся с выходами 45 – 82 % конденсированные пиридоны-2 плохо растворяются в толуоле и легко могут быть отделены фильтрованием. В ЯМР  $^1\text{H}$  спектрах соединений **3 а-е** наблюдается исчезновение сигналов вицинальных протонов этиленовых фрагментов азидов акриловых кислот **2 а-е** и появление сигналов вицинальных протонов пиридоновых циклов в области 6.55 – 7.89 м.д. и 7.34 – 8.78 м.д. с КССВ 7.2 – 8.0 Гц.

Циклизация азиды  $\beta$ -1,3-диметил-2-оксобензимидазолил-5-акриловой кислоты **2е** в данных условиях приводит только к линейной трициклической системе – 1,3-диметил-3,6-дигидро-1*H*-имидазо[4,5-*g*]изохинолин-2,5-диону **3е** с выходом 45 %.

Усовершенствованный в данной работе метод циклизации азидов акриловых кислот позволяет упростить выделение и увеличить выход конденсированных пиридонов-2. Так, в патенте [1] описано получение соединения **3в** с выходом 30 %, тогда как нам удалось получить его с выходом 82 %.

#### Список литературы

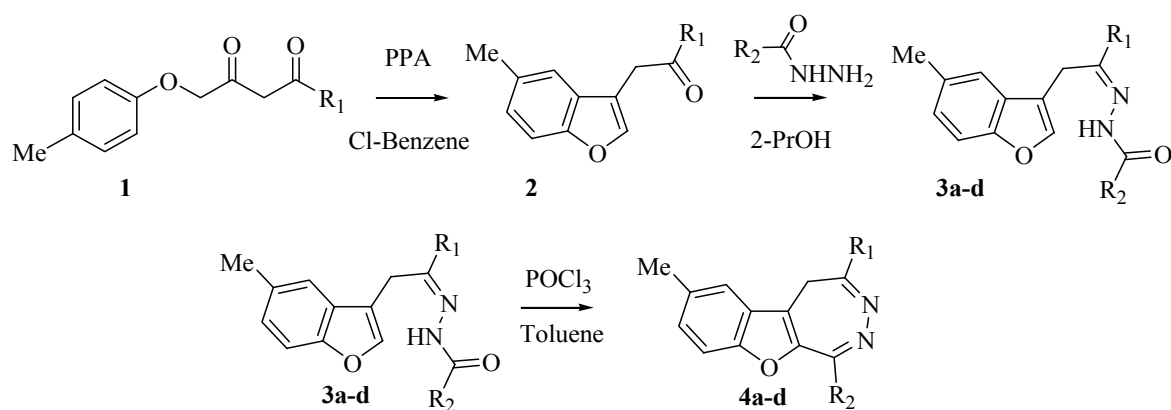
1. Preparation of oxo-furo-pyridines from furylvinil isocyanates. Pat. 3663559 USA (1972). – Заявл.: 05.07.1968. Оpubл.: 16.05.1972.

## КОНДЕНСИРОВАННЫЕ 1,2-ДИАЗЕПИНЫ: СИНТЕЗ И DFT МОЛЕКУЛЯРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИХ ЯМР СПЕКТРОВ

*Муратов А.Ю., Зинченко С.Ю., Матвеева Д.И., Попов В.Ю.,  
Войташ А.А., Берестнева Ю.В., Ракиш Е.В., Ересько А.Б.*

ГУ «Институт физико-органической химии и углехимии им. Л.М. Литвиненко»,  
г. Донецк, ДНР  
a\_eresko77@mail.ru

Основным методом получения производных 1,2-дiazепинов, конденсированных с индолом, бензофураном, бензотиофеном, является конденсация 1,5-дикарбонильных соединений с гидразином. Нами предложен новый подход к синтезу 1,4-биарильных производных конденсированных 1,2-дiazепинов [1], ключевой стадией которого является формирование diaзепинового цикла в условиях реакции Бишлера-Напиральского (Рис. 1). Строение полученных соединений доказано методами ЯМР  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$  спектроскопии, хромато-масс-спектрометрии.



где  $R_1 = 4\text{-Cl-C}_6\text{H}_4$ ;  $R_2 = \mathbf{a}$  3-Cl-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>,  $\mathbf{b}$  4-Me-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>,  $\mathbf{c}$  2-тиенил,  
 $\mathbf{d}$  2-фурил,  $\mathbf{e}$  4-Cl-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>

Рис. 1. Синтез производных бензофуоро[2,3-d][1,2]дiazепинов **4a-d**

Особенностью ЯМР  $^1\text{H}$  спектров полученных 1,2-дiazепинов **4a-e** в CDCl<sub>3</sub> является проявление протонов метиленовой группы diaзепинового ядра в виде двух уширенных сигналов с химическими сдвигами в области 2.86-3.12 м.д. и 4.17-4.52 м.д., что указывает на его непланарное строение. Очевидно, что наличие в diaзепиновом кольце двух арильных заместителей уменьшает его конформационную подвижность, и в ЯМР  $^1\text{H}$  спектре наблюдаются отдельные сигналы для экваториального и аксиального протонов метиленовой группы (таблица. 1).

Получен ряд новых производных [1,2]дiazепино[4,5-*b*]индолов **5-7**, содержащих арильный заместитель в diaзепиновом ядре (рис. 2).

Исходный [1,2]дiazепино[4,5-*b*]индол **5** был получен циклизацией этилового эфира [2-(4-метилбензоил)-1*H*-индол-3-ил]уксусной кислоты с гидразином в присутствии каталитического количества уксусной кислоты. [1,2]Diazепино[4,5-*b*]индол **5** переведен в соответствующий тион **6** по реакции с реагентом Лавессона при нагревании в толуоле. Diazепин-4-тион **6** взаимодействует с вторичными аминами при нагревании в пропаноле-2 с образованием соединений **7a,b**. Строение полученных соединений доказано методами ЯМР  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$  спектроскопии, хромато-масс-спектрометрии.

Таблица 1

ЯМР  $^1\text{H}$  химические сдвиги протонов метиленовой группы 1,2-дiazепинов **4a-e** в  $\text{CDCl}_3$  и **7a-b** в  $\text{DMSO-d}_6$  при 298 К

Соединение	$\text{R}^2$ заместитель	$\delta$ , ppm		$\Delta\delta$ , ppm
		$\text{H}_{\text{ax}}$	$\text{H}_{\text{eq}}$	
4a	3-Cl- $\text{C}_6\text{H}_4$	2.88	4.50	1.62
4b	4-Me- $\text{C}_6\text{H}_4$	2.95	4.46	1.51
4c	2-тиенил	3.12	4.24	1.12
4d	2-фурил	2.92	4.17	1.25
4e	4-Cl- $\text{C}_6\text{H}_4$	2.86	4.52	1.66
7a	морфолин-4-ил	2.98	4.30	1.32
7b	пирролидин-4-ил	3.00	3.51	0.51

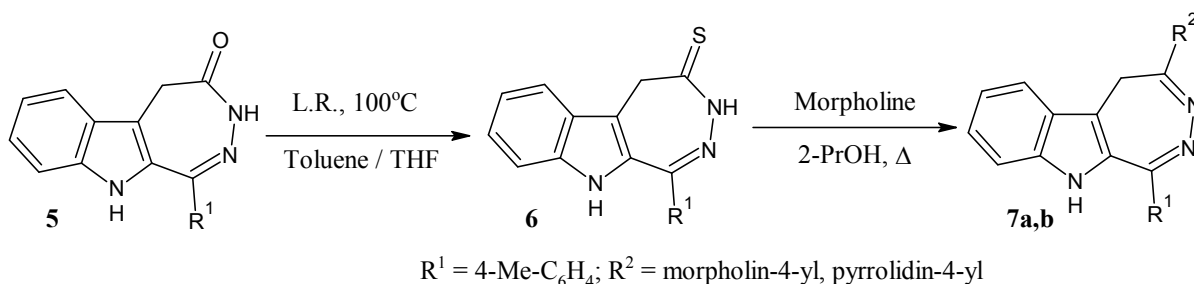


Рис. 2. Синтез производных [1,2]diazепино[4,5-*b*]индолов

Для amino-производных **7a,b** наличие в diaзепиновом кольце двух крупных заместителей уменьшает его конформационную подвижность, и в ЯМР  $^1\text{H}$  спектре этих соединений наблюдаются отдельные сигналы (таблица 1) для экваториального и аксиального протонов метиленовой группы.

1,2,5-Триазепины являются структурными изоэстерами 1,2-diazепинов. В этой связи предложен путь синтеза новых производных с ядром 1,2,5-триазепин-4-она [2] – 2-*R*-7-фенил-5,8-дигидро-4*H*-пиразоло-[5,1-*d*][1,2,5]триазепин-4-онов **10** циклизацией метиловых эфиров 3-*R*-1-(2-оксо-2-фенилэтил)-1*H*-пиразол-5-карбоновой кислоты **9a,b** гидразингидратом (рис. 3). Строение полученных соединений доказано методами ЯМР  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$  спектроскопии, хромато-масс-спектрометрии.

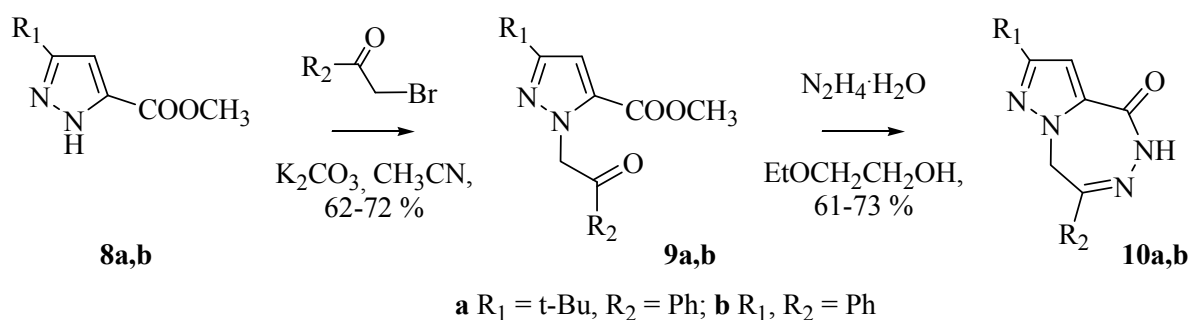


Рис. 3. Синтез 2-*R*-7-фенил-5,8-дигидро-4*H*-пиразоло-[5,1-*d*]-[1,2,5]триазепин-4-онов

Для полученных новых производных 1,2-дiazепинов и 1,2,5-триазепинов выполнена оптимизация молекулярной геометрии в приближении метода V3LYP с базисным набором 6-31G(d,p). Учет растворителя выполнен в приближении PCM. Для наиболее стабильных конформеров 1,2-дiazепинов и 1,2,5-триазепинов в приближении метода GIAO выполнена оценка химических сдвигов ядер  $^1\text{H}$  [1-3]. Рассчитанные значения  $\delta_{\text{calc}}$  для исследуемого ряда 1,2-дiazепинов и 1,2,5-триазепинов хорошо согласуются с экспериментальными значениями. Получены линейные корреляции между расчетными и экспериментальными химическими сдвигами протонов 1,2-дiazепинов и 1,2,5-триазепинов. Пример такой корреляции представлен на рис. 4.

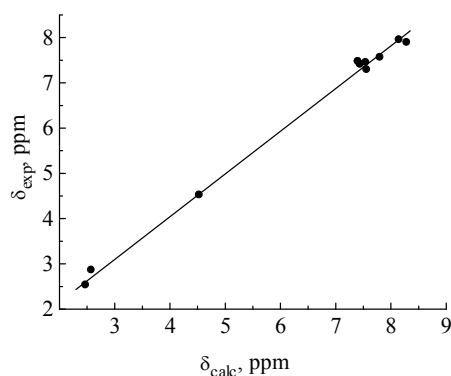


Рис. 4. Линейная корреляция между экспериментальными и рассчитанными значениями химических сдвигов ядер  $^1\text{H}$  7-метил-1,4-бис-(4-хлорофенил)-5*H*-[1]бензофуоро[2,3-*d*][1,2]дiazепина

### Список литературы

1. Synthesis of 1,2-Diazepines by the Bischler–Napieralski Reaction / Muratov A.V., Grebenyuk S.A., Eresko A.B. // Russ. J. Org. Chem. – 2018. – Vol. 54, Iss. 6. – P. 861-866.
2. S.I. Serobaba, V.Yu. Popov, A.Yu. Popov, A.B. Eresko, E.V. Raksha, G.E. Zaikov / Synthesis and GIAO NMR Calculations for Novel Heterocyclic Systems: 5,8-Dihydro-4*H*-Pyrazolo[5,1-*d*][1,2,5]Triazepin-4-Ones // Journal of Characterization and Development of Novel Materials. – 2017. – Vol. 9, Iss. 2. – P. 1-10.
3. A.V. Muratov, Yu.V. Berestneva, E.V. Raksha, A.B. Eresko, G.E. Zaikov /  $^1\text{H}$  NMR Spectra of the Benzofuro [2,3-*d*][1,2]Diazepines: Experimental Versus GIAO Calculated Data // Journal of Characterization and Development of Novel Materials. – 2018. – Vol. 10, Iss. 3. – in Press.

## ОСОБЕННОСТИ НАЧАЛЬНОЙ СТАДИИ ПРЯМОГО ОЖИЖЕНИЯ ИСКОПАЕМЫХ УГЛЕЙ ДОНБАССА

*Осинов А.М.*, канд. хим. наук, доцент,

*Гришук С.В., Бойко З.В.*

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

г. Донецк, ДНР

*sgrishchuk@yandex.ru*

Ископаемые угли отличаются большим разнообразием в химическом составе, органическая масса угля (ОМУ) содержит от 50 до 98 % углерода, от 1,5 до 6 % водорода и от 0 до 25 % кислорода. ОМУ образовалась из различных исходных растительных или животных остатков, а их соотношение могло быть неодинаковым. Кроме того, процессы углефикации протекали в разных условиях (восстановительная или окислительная среда, разные давления и температуры и т. д.), поэтому угли отличаются степенью метаморфизма (степенью углефикации).

Химическая структура ОМУ представлена многокольчатыми ароматизованными фрагментами, содержащими функциональные группы. Алифатические углеродные атомы могут входить в состав углеводородных заместителей, алициклических колец, конденсированных с ароматическими, и в состав алифатических цепочек, связывающих ароматические фрагменты («кластеры»). Кластеры могут соединяться также кислородно-метиленовыми, эфирными, тиоэфирными и другими «мостиками».

Сформулировано несколько общих закономерностей: 1) основная ОМУ представляет собой трехмерный полимер нерегулярного строения, жесткость каркаса которого усиливается донорно-акцепторными взаимодействиями; 2) в ОМУ присутствует и некоторое количество мономолекулярных и малополимеризованных веществ; 3) функциональные группы в ОМУ также разнообразны: карбоксильные, сложноэфирные, карбонильные, гидроксильные, алкильные, сульфогруппы; 4) по мере углефикации в ОМУ уменьшаются содержание кислорода и атомное отношение Н/С и О/С в результате элиминирования  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ , реакций дегидрирования, ароматизации и деалкилирования; уменьшается доля подвижной фазы. Эти закономерности предопределяют, что невозможно построить обычную структурную формулу ОМУ. Очевидно, что такие формулы могут иметь лишь иллюстративное значение [1]. Одними из популярных являются модель Вайзера [2] и ее современная модификация (рисунок) [3]. Формулы наглядно показывают наличие «слабых» связей в макромолекуле, разрыва которых следует ожидать в первую очередь при термолизе или гидрогенолизе угля. Кольчатые фрагменты моделей

содержат от одного до нескольких колец, в том числе до 4–5 ароматического характера.

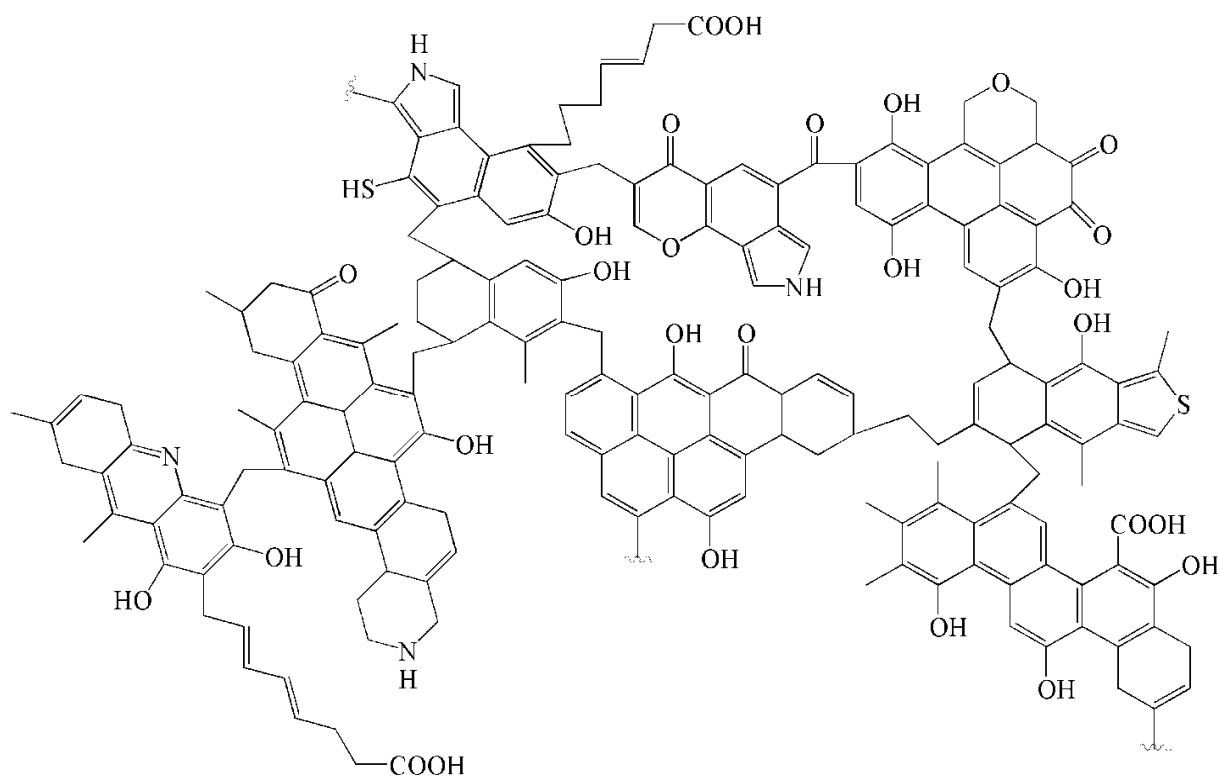


Рис. Структурная модель витринита длиннопламенного угля [3]

При изучении механизма прямого ожигания углей установлено, что процесс протекает в три стадии: быстрое поглощение водорода (300–400 °С), ожигание и высокотемпературный крекинг. Первичной реакцией при термическом воздействии является разрыв слабых мостичных связей С–О, С–S, С–С. Далее происходит гидрирование с присоединением водорода по месту разрыва связей. Роль катализатора заключается в активации молекулы  $H_2$  и селективном влиянии на прочность тех или иных связей в ОМУ.

Цель данной работы заключалась в определении количества и состава газообразных продуктов, выделяющихся на начальной стадии гидрогенизации углей.

Исследовались угли Донбасса: длиннопламенный (Д, пласт  $l_4$ ), газовый (Г,  $m_3$ ), жирный (Ж,  $l_2$ ), коксовый (К,  $k_8$ ), отощенный спекающийся (ОС,  $l_4$ ), тощий (Т,  $l_4$ ). Характеристики углей представлены в сообщении [4]. Для смягчения условий проведения процесса в качестве катализатора использовался  $SnCl_2$  в количестве 1 мас. % металла на ОМУ. Гидрирование проводили без растворителя в автоклаве при начальном давлении  $H_2$  10,0 МПа, режимной температуре 340–380 °С в течение 4–6,5 ч. Во всех опытах продуктами процесса были расплавленная твердая масса, газ и вода. Результаты элементного анализа гидрогенизата и газового анализа

(хроматограф с двумя колонками, заполненными силикагелем и молекулярными ситами) представлены в таблице.

Таблица

Анализ твердых продуктов и газовой фазы гидрогенизации ископаемых углей

Марка угля	Химический анализ твердых продуктов, %		Химический состав газовой фазы, об. %					
	C <sup>r</sup>	H <sup>r</sup>	H <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>
Д	87,0	6,6	95,7	< 0,1	0,5	0,5	0,6	0,2
Г	89,3	6,4	92,6	0,5	0,7	1,0	0,5	0,3
Ж	87,9	5,6	90,4	0,1	0,8	0,8	0,1	0,2
К	90,9	6,2	94,1	< 0,1	1,2	2,1	0,4	0,4
ОС	88,0	6,5	95,2	< 0,1	0,6	2,4	0,4	–
Т	87,3	6,5	93,3	< 0,1	0,3	2,2	0,1	–

Установлено, что главной особенностью начальной стадии является образование относительно большого количества газов. Основные компоненты – низшие алканы и CO<sub>2</sub>. Очевидно, что газы могли образоваться только при деструкции соответствующих «лабильных» связей в ОМУ. Однако во всех случаях при проведении экспериментов наблюдался положительный термоэффект. Следовательно, преобладающими реакциями являются реакции присоединения водорода по месту разрыва связей. Это подтверждается результатами элементного анализа твердых продуктов. Содержание углерода увеличилось в среднем на 4 % по сравнению с исходными углями, а водорода – в 1,2–1,7 раза, что нельзя объяснить только удалением кислорода. При дальнейшем повышении температуры будут образовываться также жидкие продукты.

### Список литературы

1. Ван-Кревелен Д. В. Наука об угле / Д. В. Ван-Кревелен, Ж. Шуер – М. : Госгортехиздат, 1960. – 303 с.
2. Levine D. G. Understanding the chemistry and physics of coal structure (A Review) / D. G. Levine, R. H. Schlosberg, B. G. Silbernagel // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. – 1982. – Vol. 79. – P. 3365 – 3370.
3. Федяева О. Н. Структура и свойства макромолекулярных фрагментов органического вещества углей / О. Н. Федяева, Ю. Ф. Патраков // Химия тверд. топлива. – 2004. – № 5. – С. 24 – 30.
4. Структурные характеристики витринизированных углей Донбасса различной степени углефикации / В. Ю. Вишневский, С. В. Грищук, З. В. Бойко, А. М. Осипов // Материалы Междунар. науч. конф. студентов и молодых ученых «Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса», 17 – 20 октября 2017 г., Донецк. – Т. 2 : Химико-биологические науки / под общ. ред. проф. С. В. Беспаловой. – Донецк : ДонНУ, 2017. – С. 370 – 372.

## МАГНИТНАЯ СЕПАРАЦИЯ ЗОЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Пономарева И.Б.<sup>1</sup>, Зубкова Ю.Н.<sup>2</sup>*

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

<sup>2</sup>ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР  
*juliaZubkova2006@narod.ru*

Традиционная переработка твердого и жидкого топлива на тепловых электростанциях (ТЭС) сопровождается образованием больших объемов отходов производства – золы и шлаков (около 100 млн. т. в год). Золошлаковые отвалы, занимая значительные участки земли, загрязняют окружающую среду. Однако утилизация этих минеральных золошлаковых отходов (ЗШО), их применение в различных отраслях промышленности в качестве вторичных материалов дает существенный экономический эффект, сокращает и экономит расходы природного сырья, позволяет решить многие экологические проблемы.

Большую часть топливных отходов ТЭС (примерно 80%) составляют золы, которые могут применяться в производстве цемента, строительных растворов, бетонных и железобетонных, искусственных пористых заполнителей бетона, силикатных и керамических изделий, теплоизоляционных материалов. В меньшей степени топливные отходы используются как сырье черной и цветной металлургии, для повышения плодородия почв, очистки сточных вод, шламов, отходящих дымовых газов.

Золы и золошлаки ТЭС могут содержать промышленно значимые концентрации цветных (ванадий, никель) и редких (германий, галлий) металлов. Наиболее богаты германием, галлием летучие золы, образующиеся в процессе сжигания так называемых германиеносных углей. Ванадием и никелем богаты золошлаки мазутных блоков ТЭС. Они могут служить источником этого ценного металлургического сырья благодаря высокому содержанию оксидов ванадия и никеля. Известно, процесс производства 1 кВт/час электроэнергии сопровождается образованием 35-220 г ванадий-никель содержащей золы. Извлечение цветных и редких металлов, необходимых для металлургии, электронной и военной промышленности, повышает ценность такого рода зол и золошлаков.

Переработка ванадиевых шлаков может, идти по традиционной многоступенчатой схеме, включающей дробление, окислительный обжиг с реакционными добавками, выщелачивание ванадия в раствор, гидролиз растворов с осаждением пентоксида ванадия, его сушку и плавление. На характер технологии переработки зол и шлаков влияет исходное содержание в них ванадия и никеля, что в свою очередь определяет количество стадий выделения чистых продуктов. Экономические



параметры процесса извлечения ценных компонентов золошлаков зависят от стадии подготовки ванадийсодержащих отходов к дальнейшей переработке. Одной из таких стадий является магнитная сепарация, которая позволяет сконцентрировать большую часть ванадия в одном из продуктов сепарации и тем самым повысить эффективность его выделения. Различие в магнитных свойствах ванадиевых и никелевых соединений так же должно сказаться на степени их разделения по различным продуктам. В настоящее время промышленные образцы отечественных магнитных сепараторов разработаны для всех классов минералов, в том числе и таких, к которым можно отнести золу уноса и золошлаковые отходы. Метод экологически чист, что важно для условий ГРЭС, где возможно осуществление первичного разделения золошлаков. Имеющиеся отечественные разработки по магнитной сепарации ванадийсодержащих отходов показывают ее эффективность. Однако все исследования в этом направлении касаются лишь конверторных шлаков, характеризующихся низким содержанием ванадия (до 2%). По этой причине представляло интерес изучение процесса магнитной сепарации для более «богатого» источника ванадия – золошлаков мазутных блоков ТЭС.

Нами были разработаны способы утилизации зол ТЭС и ГРЭС, сжигающих твердое и жидкое топливо, с использованием химических, физико-химических и физических способов обработки твердых зольных материалов для выделения химических соединений редких и цветных металлов (концентратов).

Экономический и социальный эффект от использования разработанных технологий обусловлен сокращением объема зольных накоплений на ТЭС и ГРЭС, привлечением забалансовых сырьевых ресурсов ценных металлов в сферу производства, а также существенным вкладом в решение экологических проблем Донецкого региона.

На основании проведенных теоретических и экспериментальных исследований можно сделать следующее заключение.

На модели ленточного магнитного сепаратора конструкции ОНИЛ ДонНУ проверено влияние факторов сухого многостадийного разделения и дисперсности на массовое распределение золошлака по фракциям, а также на качественный и количественный состав полученных продуктов; на магнитном сепараторе ССМ-I конструкции института «Гипромашуглеобогашение» г. Луганска проведена обработка золошлаков в неоднородном магнитном поле с напряженностью 50-510 кА/м, а также 400-1600 кА/м. Изготовлена модельная установка мокрого полиградиентного магнитного сепаратора в нескольких модификациях – ПГС-1, ПГС-2 и ПГС-3, на которой ведено магнитное разделение суспензии золошлака в деминерализованной воде. Показано, что мокрый метод магнитной сепарации позволяет эффективно концентрировать шлак по легирующим компонентам при высокой степени селективности относительно ванадия в

немагнитном продукте. С целью предварительной химической модификации отработан оптимальный режим в деминерализованной воде и 0,3 %-ном водном растворе гидроксида натрия: продолжительность обработки – 20 мин., соотношение Т:Ж = 1:30. Электрохимическая модификация золошлака для более полного раскрытия и повышения селективности последующей магнитной сепарации проведена на модельной установке электрохимического реактора. Оценка энергетических затрат на электрообработку шлака показала конкурентоспособность данного метода по сравнению с химическими методами модификации золошлака. На основании расчетов удельных стоимостных затрат на электроэнергию и оборудование рекомендованы для использования в комплексном методе обработки мазутных золошлаков промышленные магнитные сепараторы типа ЭБМ-63/7 (для обработки 100-200 т/год золошлаков и ЭВС-28/9 для обработки 1000 т/год золошлаков).

*Работа защищена патентами.*

УДК 552.574:621.359.2:661.185

## **УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИЕ СОРБЕНТЫ И МЕТОДЫ ИХ МОДИФИКАЦИИ**

*Пономарева И.Б.<sup>1</sup>, Плевако М.З.<sup>2</sup>*

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

<sup>2</sup>ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР  
*juliaZubkova2006@narod.ru*

Разработка новых методов получения углеродных адсорбентов путем варьирования условий обработки углей – одна из актуальных проблем **коллоидной химии**, которой посвящено значительное количество публикаций. В результате различной термообработки получают сорбционные материалы с высокой адсорбционной способностью по отношению к токсичным загрязнителям природных сточных вод (тяжелым металлам, радионуклидам, нефтепродуктам, красителями, фенолам). Однако эти методы требуют больших затрат и энергоемки. Поэтому разработка новых подходов к проблеме получения сорбентов более простыми и экономически выгодными способами является актуальной и перспективной.

В качестве исследования были взяты землистые бурые угли (БУ) Александровского месторождения и отходы их нетопливной переработки – остаточные бурые угли (ОБУ-1, ОБУ-2), получаемые после ступенчатого извлечения гуматов аммония.

Модификаторами были выбраны пиридин и диметилформамид (ДМФА), обладающие эффективной растворяющей способностью по отношению к полярным и аполярным компонентам углей (битумам, гуминовым соединениями). Для устранения трудоемкой операции отделения угольного субстрата от жидкой фазы экстракцию проводили в парах органических растворителей. Выход модифицированного твердого сорбента колеблется в пределах 89,5–84,0 % (от исходного) при экстракции пиридином и 50,5–45,5 % при экстракции ДМФА.

Была изучена сорбция из парогазовой фазы аполярного и полярного сорбентов – бензола и уксусной кислоты. Ранее было показано, что бензол способен к специфической адсорбции на сорбенте симбатной бензеновой структуре, а уксусная кислота специфически взаимодействует с участками сорбента, содержащими функциональные группировки полярного характера.

Анализ экспериментальных данных показал, что после экстракции пиридином адсорбция бензола модифицированными углями существенно уменьшается (на 47,5; 21,2 %). Во всех других случаях сорбция бензола, уксусной кислоты модифицированными сорбентами возрастает существенно (на 40 %) или незначительно (на 7–10 %). По-видимому, ДМФА экстрагирует в раствор алифатические соединения, входящие в состав угля, не затрагивая ароматических фрагментов, что способствует формированию новых пористых структур, обладающих повышенным сорбционным объемом по сравнению с исходными углями. Тогда как пиридин, являясь ароматическим соединением, в процессе экстракции извлекает ароматические фрагменты (согласно закономерности: «Подобное растворяется в подобном»), что затрудняет сорбцию бензола из парогазовой фазы.

При сорбции уксусной кислоты из парогазовой фазы модификация угольных сорбентов пиридином и ДМФА способствует увеличению их адсорбции по сравнению с исходными образцами. Адсорбция уксусной кислоты носит аномально высокий характер, что согласуется с литературными данными.

## КОНСТРУИРОВАНИЕ МИКРОГЕТЕРОГЕННЫХ СУПЕРНУКЛЕОФИЛЬНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ПАВ ДЛЯ РАСЩЕПЛЕНИЯ СУБСТРАТОВ-ЭКТОКСИКАНТОВ

*Прокопьева Т.М.*, канд. хим. наук, ст. научн. сотр.,  
*Белюсова И.А.*, канд. хим. наук, ст. научн. сотр.,  
*Зубарева Т.М.*, канд. хим. наук, *Гайдаш Т.С.*,  
*Разумова Н.Г.*, *Михайлов В.А.*, канд. хим. наук

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

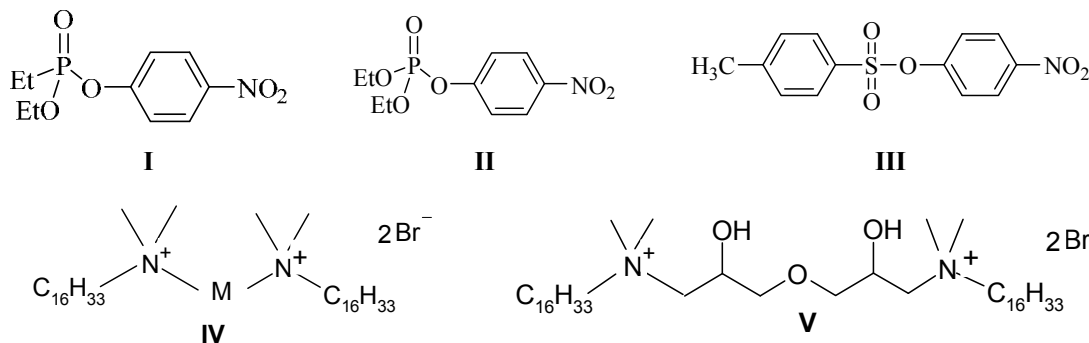
Установление закономерностей самоорганизации и корреляционных соотношений «химическая структура–супрамолекулярная архитектура–функциональная активность наносистем» позволяет получать информацию о механизмах формирования супрамолекулярных агрегатов и факторах, регулирующих реакционную способность в организованных наноразмерных системах (ОНС). Такой подход является основой для выбора путей модификации и функционализации микроорганизованных систем, открыл и открывает широкие перспективы управления скоростями химических реакций. Современный уровень требований к синтетическим «строительным» блокам весьма высок, и повышение их конкурентной способности сопряжено с решением ряда проблем. Необходимо обеспечить сочетание высокой функциональной активности с возможностью направленного варьирования эффекта; избирательность действия; использование при низких концентрациях и мягких условиях (рН, температура); экологичность [1].

Перспективными направлениями дизайна систем, отвечающих этим критериям, следует признать следующие:

– Создание ОНС на основе димерных ПАВ, обеспечивающих низкий концентрационный порог агрегации и высокую солубилизирующую активность. Использование димерных ПАВ не только позволяет решить проблему солубилизации субстрата, но и дает возможность повысить скорости реакций при крайне низких концентрациях ПАВ.

– Дизайн новых классов функционализированных детергентов. Так на примере функционализированных ПАВ, в состав которых входят имидазольное ядро и фрагмент  $\alpha$ -нуклеофила, продемонстрировано, что такие системы обеспечивают высокую эффективность действия в реакциях расщепления электронодефицитных субстратов, в том числе, и субстратов-эктоксикантов (ускорение реакций на два-три порядка) при низких концентрациях компонентов системы в мягких условиях, удовлетворяющих требованиям «зеленой» химии.

Щелочной гидролиз ацилсодержащих субстратов в ОНС на основе димерных катионных ПАВ – один из наиболее простых путей регулирования скорости реакции: только варьируя pH среды, можно существенно изменить концентрацию гидроксид-аниона и величину  $k_{набл.}, c^{-1}$ . Анализ мицеллярных эффектов ПАВ проведен в процессах расщепления эфиров (I–III) – модельных аналогов экотоксикантов.



Модификация структуры димерных ПАВ (IV, M – мостиковое звено) и исследование кинетических закономерностей расщепления эфира (I) гидроксид-ионом показало, что максимальные мицеллярные эффекты достигаются в системах на основе детергента (V). Именно по этой причине детальное изучение щелочного гидролиза субстратов (I – III) проведено в присутствии детергента (V). Щелочной гидролиз 4-нитрофениловых эфиров (I – III) кислот протекает в водных растворах димерного ПАВ (V) по двум параллельным маршрутам – в воде (в.) и мицеллярной псевдофазе (м.). Эффективность солюбилизации субстратов возрастает в ряду:  $K_S(I) \approx K_S(II) \leq K_S(III)$  и напрямую зависит от гидрофобных свойств эфира. Нуклеофильность гидроксид-иона изменяется в следующем порядке:  $k_2^m(I) \approx k_2^m(II) \gg k_2^m(III)$  (см. табл.).

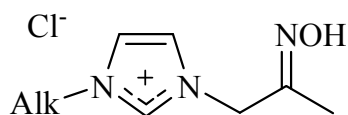
Таблица

Мицеллярные каталитические эффекты ОНС на основе ПАВ (IV) в реакциях щелочного гидролиза эфиров (I–III)

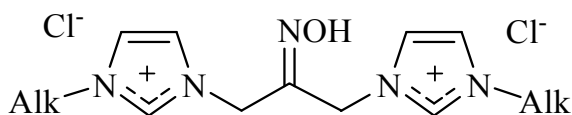
Субстрат	pH	$k_2^m,$ л/(моль·с)	$K_S,$ л/моль	$k_2^b,$ л/(моль·с)	$k_2^m/k_2^b$	$k_{набл.}^m/k_{набл.}^b$
I	10,7	0,13	100 ± 10	0,15	1,2	64
II	11,0	0,13	100 ± 30	0,01	13	870
III	10,5	0,006	2200 ± 150	0,01	0,6	3000
	11,0	0,013	1950 ± 150		1,3	
	11,5	0,017	1400 ± 80		1,7	

Мицеллярные эффекты уменьшаются при переходе от тозилата (III) к фосфату (фосфонату) и в случае щелочного гидролиза эфира (III) достигают  $\sim 10^3$  раз (табл.). Основным фактором, ответственным за увеличение наблюдаемых скоростей реакции выступают эффекты концентрирования реагентов.

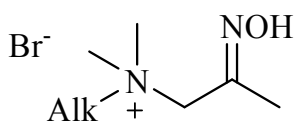
Особое место среди ОНС занимают растворы функционализированных ПАВ и, прежде всего, детергентов, в состав которых входят фрагменты  $\alpha$ -нуклеофилов. Несомненным преимуществом функционализированных ПАВ является отсутствие необходимости концентрирования реагента: концентрация нуклеофила всегда будет максимальной, соответствуя аналитической концентрации ПАВ. В течение последнего десятилетия нами проводился целенаправленный дизайн мономерных и димерных ПАВ, функционализированных оксимной группой (VI – X).



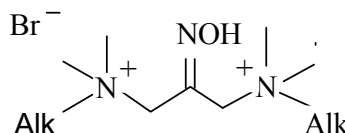
VI, а-в



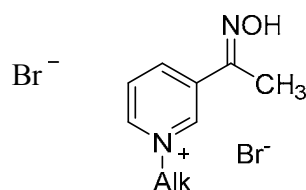
VII, а-в



VIII, а-в



IX, а-в



X, а-в

Alk = C<sub>12</sub>H<sub>25</sub> (VIa – Xa); Alk = C<sub>14</sub>H<sub>29</sub> (VIb – Xb); Alk = C<sub>16</sub>H<sub>33</sub> (VIc–Xc)

Сравнительный анализ различных классов функционализированных детергентов показал, что применение ПАВ на основе имидазола (VI – VII) позволяет достичь времен полупревращения субстратов (I – III) от 90, с (II – III) до 2, с (I). Такие скорости реакции обеспечивают аномально быстрое разложение эфиров – модельных аналогов экотоксикантов. При этом основным фактором, ответственным за увеличение скорости, выступает эффект концентрирования субстратов. Нуклеофильность оксиматного фрагмента в димерных ПАВ несколько выше, чем для мономерных, а взаимосвязь между основностью и нуклеофильностью аналогична таковой для оксимов, не образующих мицеллы. Установленная закономерность позволяет осуществлять целенаправленный дизайн супернуклеофильных ОНС. В заключение подчеркнем: при выборе направления структурной модификации детергентов следует учитывать как гидрофобные свойства ПАВ и субстратов, так и природу катионного фрагмента головной группы.

### Список литературы

1. Dikationic hydroxylic surfactants: Aggregation behaviour, guest-host interaction and catalytic effect / Alla B. Mirgorodskaya, Farida G. Valeeva, Svetlana S. Lukashenko, Rushana A. Kushnazarova, Tatiana M. Prokop'eva, Tatiana M. Zubareva, Vasiliy A. Mikhailov, Lucia Ya. Zakharova // J. Mol. Liq. 2018. 250. P. 229–235.

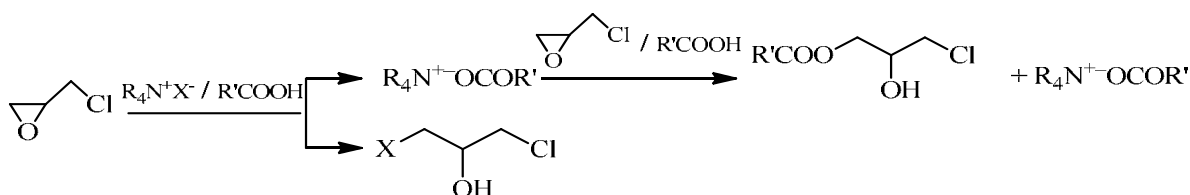
## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ СОЛЕЙ ТЕТРАЭТИЛАММОНИЯ В РЕАКЦИИ РАСКРЫТИЯ ОКСИРАНОВОГО ЦИКЛА БЕНЗОЙНЫМИ КИСЛОТАМИ

*Синельникова М.А., Лаврова А.И., Осколкова О.Н.*

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

*maryna\_synel@mail.ru*

Оксираны, благодаря уникальному строению цикла, имеют высокую реакционную способность и широкое практическое применение. Эффективными катализаторами реакции нуклеофильного раскрытия оксиранового цикла являются галогениды тетраалкиламмония. Высокая и почти одинаковая каталитическая активность солей может быть связана с образованием в быстрой стадии промежуточного соединения, которое далее в лимитирующей стадии приводит к продукту реакции. Анализ литературы и предварительные исследования по изучению механизма реакции позволяют предположить, что таким соединением являются карбоксилаты тетраалкиламмония:



Целью работы является моделирование поведения галогенидов тетраалкиламмония в реакции хлорметилоксирана с бензойными кислотами для проверки гипотезы об образовании в ходе реакции интермедиата  $R_4N^+OCOR'$ , который катализирует раскрытие оксиранового цикла.

Объекты исследования: серия замещенных бензойных кислот  $RC_6H_4COOH$ , где R – 2- $CH_3$ , 3- $CH_3$ , H, 2-Cl, 2-Br, 2- $NO_2$ , 3- $NO_2$ , оксиран – 1-хлор-2,3-эпоксипропан (эпихлоргидрин, ЭХГ), катализаторы –  $(C_2H_5)_4N^+X^-$  (X – Cl, Br, I) и  $RC_6H_4COO^-(C_2H_5)_4N^+$ . Исследования проведены в избытке эпихлоргидрина,  $60 \pm 0,1$  °C. Методы исследования: рН-потенциометрия, УФ и ИК-спектроскопия, ЯМР  $^1H$ .

Исследована формальная кинетика реакции. Установлено, что каталитические активности галогенидов и бензоатов тетраэтиламмония сопоставимы. Кинетика расходования и накопления галогенид-анионов показывает, что их концентрация в начале реакции резко уменьшается, а затем медленно повышается практически до исходной величины. Полученные данные согласуются с результатами квантовохимических расчетов энергий ВЗМО для галогенидов, карбоксилатов и НВМО ЭХГ. Моделирование поведения солей позволило установить, что галогениды

тетраалкиламмония на начальных стадиях реакции участвуют в первичном процессе генерирования ионной пары  $R_4N^+OCOR'$ , которая является трансфером аниона нуклеофильного реагента в системе «оксиран – протонодорный нуклеофил – основание».

УДК 547.288.4:541.124/541.123

## ЧЕТВЕРТИЧНЫЕ АММОНИЕВЫЕ ПАВ В ПРОЦЕССАХ РАСЩЕПЛЕНИЯ АЦИЛСОДЕРЖАЩИХ СУБСТРАТОВ

*Туровская М.К.* канд. хим. наук,

*Прокопьева Т.М.*, канд. хим. наук, ст. научн. сотр.,

*Михайлов В.А.*, канд. хим. наук

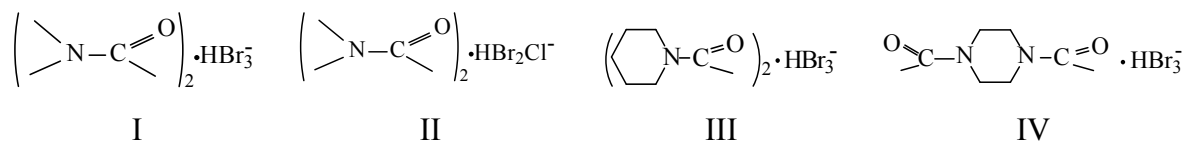
ГУ «Институт физико-органической химии и углехимии им. Л.М.Литвиненко»,

г. Донецк, ДНР

*v\_mikhailov@yahoo.com*

В последние десятилетия огромное внимание уделяется исследованию твердофазных носителей брома [1], открываются возможности применения в органических превращениях: бромирование, со-галогенирование, окисление, циклизация, раскрытие цикла, реакции замещения, гидролиза. Четвертичные аммониевые трибромиды применяются в органическом синтезе в качестве бромлирующих агентов.

Новые источники «активного» галогена – дигалогенгалогенаты бис-(диалкиламид)водорода (I–IV) – кристаллические вещества с высоким содержанием «активного» брома (~ 40 %), стабильны, хорошо растворимы в воде, относительно безопасны в обращении [2]. Изучена нуклеофильная реакционная способность  $BrO^-$ -иона с 4-нитрофениловыми эфирами диэтилфосфоновой (НФДЭФС), диэтилфосфорной (НФДЭФ) и 4-толуолсульфоновой (НФТС) кислот.

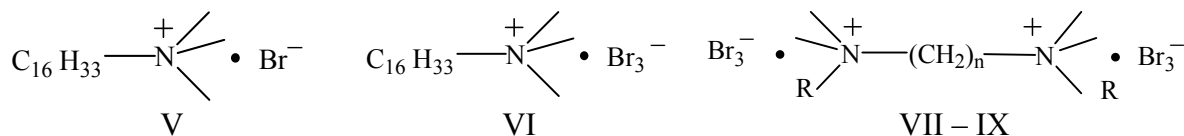


Продемонстрировано, что в этих процессах гипобромит-ион ведет себя как типичный  $\alpha$ -нуклеофил [2]. Сопряженная с ним бромноватистая кислота  $HOBr$  – сильный окислитель, что позволяет использовать систему  $HOBr/BrO^-$  как нуклеофильно – окислительную пару, обеспечивающую нуклеофильное расщепление ацилсодержащих субстратов и деструкцию продуктов реакции.

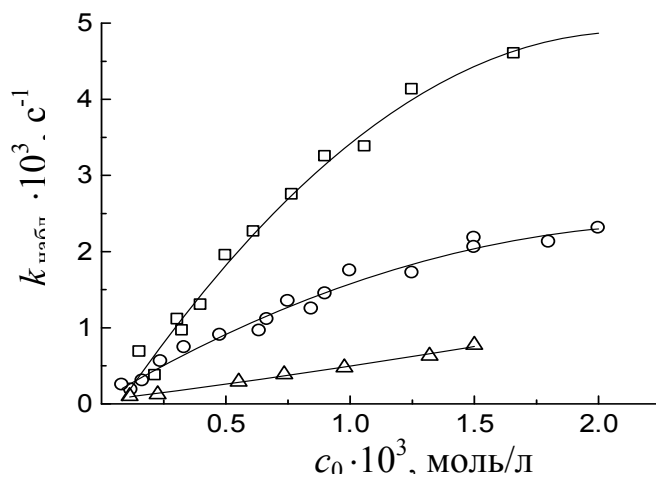
Конструирование микрогетерогенных систем на основе ПАВ актуально, ввиду несомненного преимущества таковых перед другими средами, так как позволяет достигать высокого уровня реакционной способности



при низких концентрациях ПАВ в водной среде, что полностью отвечает требованиям “green chemistry” [3]. В водных растворах бромиды цетилтриметиламмония (V) скорость реакции  $\text{BrO}^-$ -аниона, генерируемого соединениями (I–IV) с эфирами возрастает в  $\sim 20\text{--}30$  раз, в случае дибромбромата цетилтриметиламмония (VI) –  $30\text{--}50$  раз.



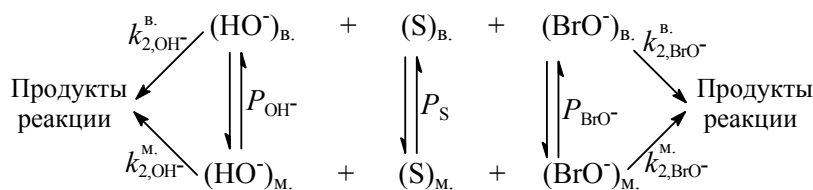
Модификация структуры ПАВ направлена на получение новых дикационных дибромброматов: этандиил-бис-диметилдодециламмония (VII,  $\text{R}=\text{C}_{12}\text{H}_{25}$ ,  $n=2$ ), этандиил-бис-диметилтетрадециламмония (VIII,  $\text{R}=\text{C}_{14}\text{H}_{29}$ ,  $n=2$ ), бутандиил-бис-диметилтетрадециламмония (IX,  $\text{R}=\text{C}_{14}\text{H}_{29}$ ,  $n=4$ ), которые характеризуются двухкратным увеличением содержания «активного» галогена. На рис. представлены типичные зависимости « $k_{\text{набл.}} - c_0$ » для реакций расщепления субстратов в присутствии ПАВ (VII–IX).



□ – НФДЭФС (pH 11,2); ○ – НФТС (pH 11,5); △ – НФДЭФ (pH 11,7); вода; 25 °С.

Рис. Зависимость наблюдаемых констант скорости ( $k_{\text{набл.}} \cdot \text{с}^{-1}$ ) от концентрации ПАВ ( $c_0$ , моль/л) реакций субстратов с гипобромит-ионом (дибромбромат этандиил-бис-диметилтетрадециламмония)

В водных растворах ПАВ диссоциируют с образованием трибромид-аниона  $\text{Br}_3^-$ , который в зависимости от pH среды генерирует  $\text{BrO}^-$ -анион и бромноватистую кислоту, и формируют мицеллярную псевдофазу. Полагая, что как в воде (в.), так и в мицеллярной псевдофазе (м.) разложение субстратов (S) происходит по двум параллельным маршрутам – щелочной гидролиз и взаимодействие с анионом  $\text{BrO}^-$ , общую схему процесса можно представить в виде:



Коэффициенты  $P_{\text{S}}$ ,  $P_{\text{BrO}^-}$  и  $P_{\text{OH}^-}$  описывают распределение субстрата и реагентов между водой и мицеллярной псевдофазой,  $k_{2,\text{HO}^-}^{\text{B.}}$ ,  $k_{2,\text{BrO}^-}^{\text{B.}}$  и  $k_{2,\text{HO}^-}^{\text{M.}}$ ,  $k_{2,\text{BrO}^-}^{\text{M.}}$ , л/(моль·с) – константы скорости второго порядка, характеризующие нуклеофильность гидроксид- и гипобромит-ионов в воде и мицеллах ПАВ.

Количественные закономерности расщепления субстратов в присутствии мицелл дикатионных ПАВ с учетом распределения субстрата, гипобромит- и гидроксид-ионов описаны [4] в рамках псевдофазной распределительной модели (см. табл.  $K_{\text{S}}$ ,  $K_{\text{BrO}^-}$  – константы связывания субстрата и  $\text{BrO}^-$ -иона).

Таблица

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

Субс.	НФДЭФС			НФДЭФ			НФТС		
	$k_{2,\text{BrO}^-}^{\text{M.}}$	$K_{\text{S}}$ , л/МОЛЬ	$K_{\text{S}}$ , л/МОЛЬ,	$k_{2,\text{BrO}^-}^{\text{M.}}$	$K_{\text{S}}$ , л/МОЛЬ	$K_{\text{BrO}^-}$ , л/МОЛЬ	$k_{2,\text{BrO}^-}^{\text{M.}}$	$K_{\text{S}}$ , л/МОЛЬ	$K_{\text{BrO}^-}$ , л/МОЛЬ
VII	0,08	200± 25	40 ± 7	0,0035	220 ± 30	40 ± 7	0,006	1900± 300	45 ± 8
VIII	0,05	300± 45	55 ± 8	0,008	310 ± 50	60 ± 7	0,008	3000± 500	60 ± 8
IX	0,085	210 ± 25	45 ± 8	0,004	200 ± 30	50 ± 7	0,008	2200± 450	50 ± 8
$k_{2,\text{BrO}^-}^{\text{B.}}$ – л/(моль·с) = 0,15 – НФДЭФС; 0,011 – НФДЭФ; 0,017 – НФТС.									

Уникальность исследуемых ПАВ в том что, с одной стороны, проявляют свойства мицеллообразующих соединений, с другой – источники  $\text{BrO}^-$ - аниона за счет наличия реакционноспособного противоиона. Дикатионные детергенты характеризуются аномально низкими критическими концентрациями мицеллообразования, что позволяет проводить процесс разложения экотоксикантов в «мягких» условиях при концентрациях ПАВ в 10–100 раз меньших, чем в случае катионного детергента. Продемонстрировано, что расщепление 4-нитрофениловых эфиров фосфорных кислот ПАВ с реакционноспособным противоионом приводит к увеличению скорости реакций нуклеофильного замещения в ~ 10–50 раз.

### Список литературы

1. Saikia I., Jyoti A.B., Prodeep P. Use of Bromine and Bromo-Organic Compounds in Organic Synthesis // Chem. Rev. 2016. Vol. 116. P. 6837–7042.
2. Новые источники «активного» галогена – дибромброматы бис(диалкиламид) водорода – эффективные реагенты для разрушения экотоксикантов / Т.М. Прокопьева, В.А. Михайлов, М.К. Туровская, Е.А. Карпичев, Н.И. Бураков,

- В.А. Савелова, И.В. Капитанов, А.Ф. Попов // Журн. орган. химии. 2008. Т. 44, вып. 5. С. 649–658.
3. Кустов Л.М., Белецкая И.П. «Green Chemistry» – новое мышление // Рос. хим. журн. 2004. Т. 48, № 6. С. 3–12.
4. Реакционная способность неорганических  $\alpha$ -нуклеофилов в процессах переноса ацильной группы в воде и мицеллах ПАВ: I. Системы на основе органокомплексов дибромат-аниона / М.К. Туровская, В.А. Михайлов, Н.И. Бураков, И.В. Капитанов, Т.М. Зубарева, В.Л. Лобачев, Б.В. Панченко, Т.М. Прокопьева // Журн. орган. химии. 2017. Т. 53, вып. 3. С. 353–360.

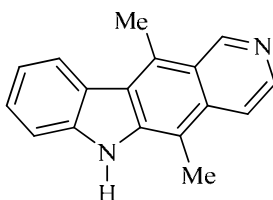
УДК 547.75+547.83

## НОВЫЙ МЕТОД СИНТЕЗА 1,3,6-ТРИМЕТИЛ-6*H*-ПИРИДО[4,3-*b*]КАРБАЗОЛА – БЛИЗКОГО АНАЛОГА АЛКАЛОИДА ЭЛЛИПТИЦИНА

*Харанеко О.И.*, канд. хим. наук

ГУ «Институт физико-органической химии и углехимии им. Л.М. Литвиненко»,  
г. Донецк, ДНР  
*o\_kharaneko@mail.ru*

Алкалоид эллиптицин выделен из листьев растения *Ochrosia elliptica* Labill, и его некоторые синтетические аналоги обладают высокой противоопухолевой активностью.



Эллиптицин

В живой клетке эллиптицин взаимодействует с ДНК таким образом, что его плоская молекула внедряется (интеркалирует) в пространство между витками двойной спирали полинуклеотида и прочно удерживается там за счет перекрывания молекулярных орбиталей алкалоида с орбиталями нуклеиновых оснований. В результате этого геометрические параметры молекулы ДНК изменяются и она становится неспособной к нормальному функционированию.

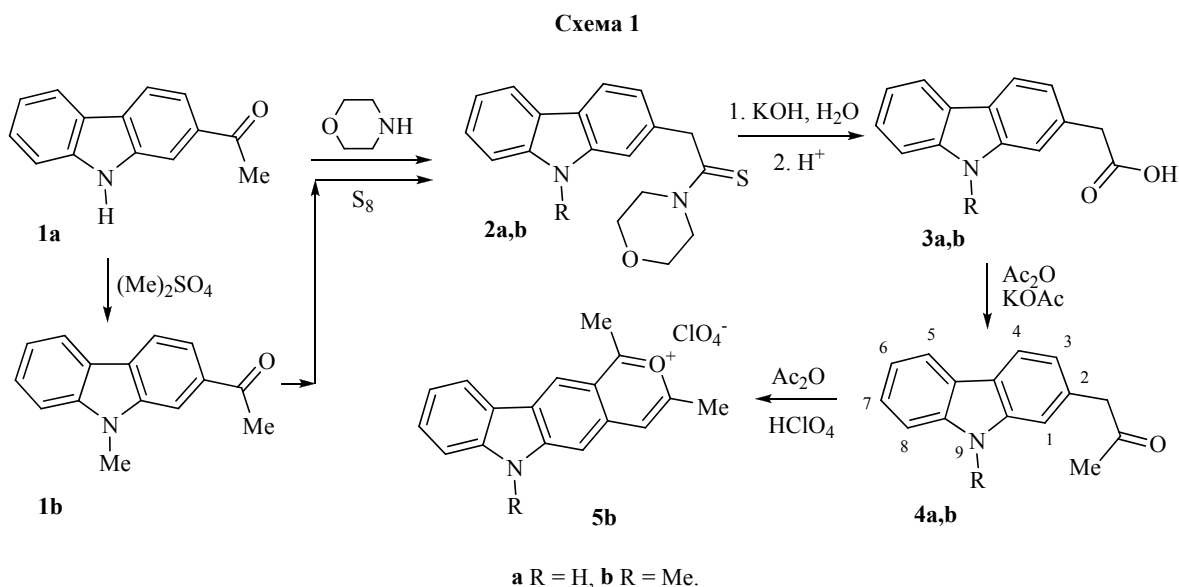
В работе представлен метод синтеза 1,3,6-триметил-6*H*-пиридо[4,3-*b*]карбазола **6b** – гетероциклического аналога природного алкалоида эллиптицина (схема 1), основанный на реакции рециклизации 1,3,6-триметил-6*H*-пирано[4,3-*b*]карбазол-2-пирилий перхлората **5b**, полученного как показано на схеме 1. В отличие от известных методов синтеза производных эллиптицина [1] этот метод не требует

использования металлоорганических соединений, низких температур (до–78°C), высокотоксичных реагентов (таких, например, как  $\text{COCl}_2$ ).

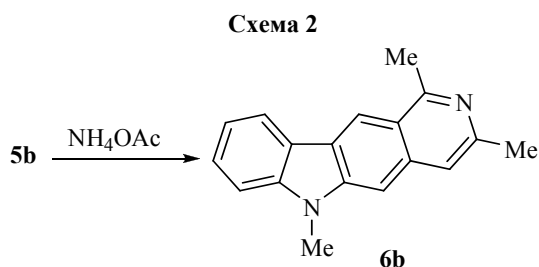
На схеме 1 2-ацетонил-9-метилкарбазол **4a,b** (предшественник карбазоло[3,2-*c*]пирилия **5b**) синтезирован из 2-ацетилкарбазола **3a,b** превращением его в карбазолил-2-уксусную кислоту с последующими метилированием и получением кетона по реакции Декина-Веста. К сожалению, нам не удалось на этой стадии поднять выход конечных продуктов хотя бы до средних. Выход **4a,b** не превышал ~ 10%. Если использовать в качестве основания ацетат натрия или пиридин, выход **4a,b** снижается.

В производственной практике для получения несимметричных кетонов из кислот применяют оксид тория. Возможно, что ацетат тория решит эту проблему.

При обработке карбазола **4b** ацилирующей смесью (уксусный ангидрид и  $\text{HClO}_4$ ) с количественным выходом образуется пирилиевая соль **5b**



Рециклизация пирилиевой соли **5b** ацетатом аммония при комнатной температуре приводит к количественному образованию 1,3,6-триметил-6*H*-пиридо[4,3-*b*]карбазола **6b** (схема 2).

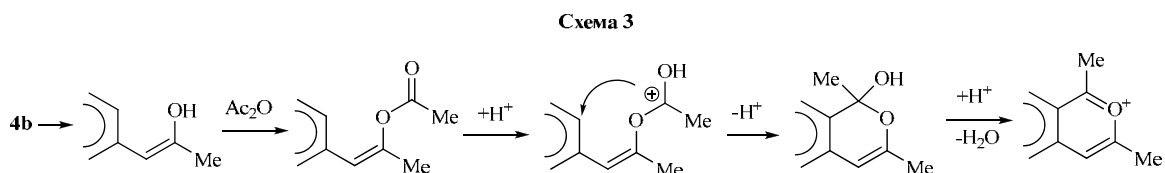


Обратим внимание, что 2-ацетонилкарбазол **4a** не образует пирилиевую соль **5a** в отличие от **4b**. Это легко объяснить ацилированием

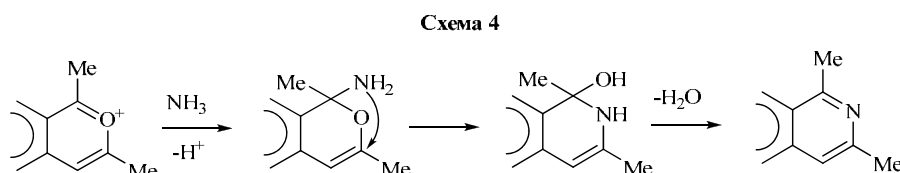
**4a** по NH-группе карбазольного ядра в ацилирующей смеси и последующим протонированием этой ацетильной группа [2]. Столь сильный акцепторный заместитель при азоте сильно дезактивирует третье положение карбазола, что препятствует образованию пирилеевой соли.

Ранее предполагалось [3], что механизм образования пирилевых солей включает стадию ацилирования ароматической системы в *орто*-положение к ацетонильной группе (т.е. третье положение в молекуле карбазола). Но в молекуле карбазола шестое положение такое же по реакционной способности как и третье. Учитывая это, мы ожидали, что в полученной нами пирилеевой соли **5b** будет присутствовать ацетильная группа и в шестом положении карбазольного ядра. Однако экспериментально это не подтвердилось. Это дает основание утверждать, что предполагаемый ранее в литературе механизм образования пирилевых солей не учитывает особенности данной системы.

Нами предложен механизм образования пирилевых солей, который не противоречит полученным экспериментальным результатам (схема 3).



Принято считать [4], что рециклизация пирилевых солей протекает по ANRORC-механизму (присоединение нуклеофила к пирилевому циклу с нарушением его ароматичности и образованием нестабильного аддукта, раскрытие образовавшегося цикла и его последующее закрытие в новый цикл). Мы полагаем, что такая реакция может протекать без раскрытия пирилевого цикла (схема 4).



Таким образом, в настоящей работе предложен простой в исполнении метод синтеза 1,3,6-триметил-6*H*-пиридо[4,3-*b*]карбазола, а также проанализированы альтернативные механизмы образования пирилевых солей и их рециклизации.

### Список литературы

1. Schmidt A.W., Reddy K.R., Knolker H. Occurrence, biogenesis, and synthesis of biologically active carbazole alkaloids // J. Chem. Rev. 2012. Vol. 112 (6) P. 3193-3328.
2. Методы получения химических реактивов и препаратов. М.: ИРЕА, 1964, 11. С. 29.
3. Кривун С.В., Дуленко В.И., Дуленко Л.В., Дорофеев Г.Н. Пристройка пирилевого цикла к ароматическим соединениям // Докл. АН СССР. 1966. Т. 166 (2). С. 359-362.
4. Kuznetsov E.V., Shcherbakova I.V., Balaban A.T. Advances in heterocyclic chemistry // Ed. A.R. Katritzky N.Y. 1990. Vol. 50. P. 157-254.

## НОВАЯ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКАЯ СИСТЕМА [1,2,5]ТРИАЗЕПИНО[5,4-*a*]БЕНЗИМИДАЗОЛА: СИНТЕЗ ПЕРВЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ

*Харанеко А.О.<sup>1</sup>, Морковник А.С.<sup>2</sup>*, д-р хим. наук

<sup>1</sup> ГУ «Институт физико-органической химии и углехимии им. Л.М. Литвиненко»,  
г. Донецк, ДНР  
*antonhar08@rambler.ru*

<sup>2</sup> Научно-исследовательский институт физической и органической химии  
Южного федерального университета, г. Ростов-на-Дону, Россия  
*asmork@sfnedu.ru*

Производные семичленных азациклов и бензимидазола, как известно, обладают весьма широким спектром фармакологической активности [1,2]. В медицинской практике они представлены большим числом лекарственных препаратов, примерами которых могут служить находящие широкое применение феназепам, грандаксин, омепразол, эзомепразол, мебендазол и т.д.

С учетом этого и в рамках концепции объединения привилегированных скафолдов в одной молекуле представляет интерес комбинация в трициклические структуры бензимидазольного ядра и семичленного азацикла с одним или большим числом циклических атомов азота. Примерами синтетических исследований в этом направлении могут служить получение бензимидазо[1,4]дiazепин-2-онов [3] как потенциальных противоопухолевых препаратов, 4,5-дигидро-1,2,4-триазепино[3,5-*a*]бензимидазола с комбинированным бактериостатическим и фунгицидным действием [4а], а также 2,3,4,5-тетрагидро[1,3]дiazепино[1,2-*a*]бензимидазолов [4б], в ряду которых обнаружены высокоактивные транквилизаторы.

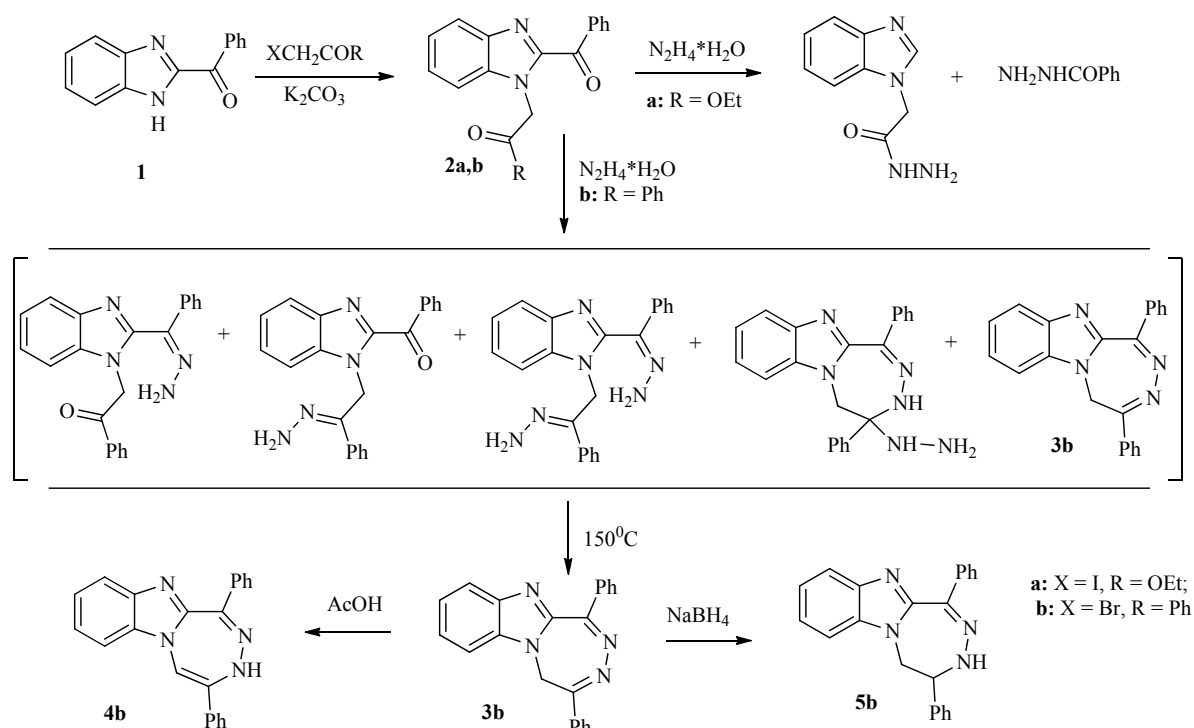
Малоизученными трициклами указанного типа являются триазепинобензимидазолы, из которых известны некоторые представители 1,2,4-[4] и 1,3,5-триазепинобензимидазолов [5], тогда как соединения 1,2,5-триазепинобензимидазольного ряда, в том числе и его родоначальник, до настоящей работы, по данным БД SciFinder, не были описаны, ни в какой из трех возможных для них прототропных форм.

В настоящей работе представлена стратегия выхода на эту новую гетероциклическую систему на примере синтеза 1,4-дифенил[1,2,5]триазепино[5,4-*a*]бензимидазолов **3b, 4b**, которые интересны и с чисто познавательной точки зрения, и как объекты для биоскрининга. Схема синтеза приведена ниже. Исходным соединением послужил кетон **1**, а ключевой стадией процесса является термическая внутримолекулярная гетероциклизация смеси продуктов, образующихся в реакции дикетона **2b**

с гидразингидратом. Дикетон **2b** получали алкилированием кетона **1a**-бромацетофеноном в ДМФА в присутствии  $K_2CO_3$ .

Отметим, что с карбэтоксиметилпроизводным **2a**, полученным алкилированием кетона **1** этилиодацетатом (этилхлорацетат для этих целей оказался непригодным) и являющимся структурно родственным дикетону **2b**, аналогичный синтез провести не удалось из-за склонности **2a** к гидразинолизу отщеплением 2-бензоильной группы и образованием 2-(1*H*-бензимидазол-1-ил)ацетогидразида и бензогидразида.

Реакция бензимидазола **2b** с гидразингидратом проводилась в MeOH и, по данным ЯМР  $^1H$ , дает смесь из нескольких продуктов, в которой присутствует 5*H*-форма 1,4-дифенил-[1,2,5]триазепино[5,4-*a*]бензимидазола **3b** в количестве, не превышающем 5-7%. Однако после термической циклизации этой смеси при  $150^\circ C$  в расплаве (2 ч) выход триазепина **3b** возрастает до ~ 50%.



Схема

Структура всех вновь полученных соединений подтверждена методами элементного анализа, а также ИК- и ЯМР  $^1H$  и  $^{13}C$  спектроскопии.

Для спектра ЯМР  $^1H$  триазепина **3b** характерно наличие двух дублетов метиленовой группы при 4.74 и 6.22 м.д. ( $J = 14.0$  Гц) триазепинового цикла и может быть интерпретировано как указание на непланарность триазепинового цикла. Аналогичные сигналы присутствуют и в спектрах сходных по структуре триазепинов изомерного типа и располагаются в областях от 3.5 до 6.5 м.д. ( $J$  от 12 до 19 Гц) [6]. В спектре ЯМР  $^{13}C$  метиленовой группе отвечает сигнал при 42.5 м.д.

При кипячении в уксусной кислоте 5H-форма **3b** претерпевает изомеризацию в 3H-форму **4b**. Отметим, что в спектре ЯМР  $^1\text{H}$  **4b** не удается наблюдать разрешенный сигнал метинового протона H(5), так как он перекрывается с сигналами фенильных групп, при этом в спектре ЯМР  $^{13}\text{C}$  метиновой группе отвечает сигнал при 117.1 м.д.

Показано, что при действии  $\text{NaBH}_4$  триазепин **3b** восстанавливается до дигидропроизводного – рацемата 1,4-дифенил-4,5-дигидро-3H-[1,2,5] триазепино[5,4-a]бензимидазола **5b**. Его строение подтверждено спектром ЯМР  $^1\text{H}$ , в котором имеется мультиплет (4.5 – 4.8 м.д.) трех взаимодействующих протонов фрагмента  $\text{CH}_2\text{-CH}$ , что свидетельствует о восстановлении в триазепине **3b** именно связи  $\text{C}(4)=\text{C}(5)$ .

Установлено также, что окисление триазепина **3b**  $\text{SeO}_2$  в уксусной кислоте вместо образования оксо-производного приводит к расщеплению триазепинового цикла и дает исходный бензимидазол **3b**. Ранее аналогичное превращение наблюдали при окислении пирроло[2,1-d][1,2,5]триазепина  $\text{SeO}_2$  в диоксане [6].

#### Список литературы

1. Elattar Kh.M., Abozeid M.A., Etman H.A. Developments in 1,2,5-triazepine chemistry: reactions and synthetic applications // *Synthetic Commun.* 2016. Vol. 46. P. 93 – 117.
2. Elattar Kh.M., Abozeid M.A., Ibrahim A., Mousa I.A., El-Mekabaty A. Advances in 1,2,4-triazepines chemistry // *RSC Advances.* 2015. Vol. 5. P.106710 – 106753.
3. Ghandi M., Zarezadeh N., Taheri A. A novel isocyanide-based three-component synthesis of benzimidazo[1,2-a][1,4]diazepinones // *Tetrahedron Lett.* 2011. Vol. 52. P.1228-1232.
4. a). Pryimenko B.A. Synthesis of 4,5-dihydro-1,2,4-triazepino[3,5-a] benzimidazol derivatives // *Farm.Zh.* 1982. Vol. 37. P. 68 – 69; b) А.С.Морковник, А.А.Спасов, Т.А.Кузьменко и соавт. Прототропное равновесие в 1(11)H-2,3,4,5-тетрагидро[1,3]дiazепино[1,2-a]бензимидазоле, синтез и фармакологические свойства его N-замещенных производных // *Изв. АН, Серия химическая.* 2015. № 11. С. 2622-2631.
5. Demydchuk B.A., Brovarets V.S., A.N. Chernega, Rusanov E.B., Drach B.S. Regioselective annulation of seven-, eight-, and nine-membered azaheterocycles to benzimidazole starting from chloro-substituted 2-aza-1,3-dienes // *Synthesis.* 2006. Vol. 14. P. 2323 – 2326.
6. Mengeş N., Sari O., Abdullayev Y., Erdem S.S., Balci M.J. Design and synthesis of pyrrolotriazepine derivatives: an experimental and computational study // *Org. Chem.* – 2013. – V. 78. – P. 5184-5195.



## РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ ИМИДАЗОЛИЕВЫХ ОКСИМОВ НА ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА ЖИДКОСТЬ-ГАЗ

*Хилько С.Л.*, канд. хим. наук, ст. научн. сотр.,

*Котенко А.А., Михайлов В.А.* канд. хим. наук

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

г. Донецк, ДНР

*sv-hilko@yandex.ru*

В последние десятилетия резко возрос интерес к новому классу димерных поверхностно-активных веществ (ПАВ-“близнецы” или Gemini) [1, 2]. Димерные ПАВ обладают уникальными структурными особенностями: они способны к образованию переменных агрегатных образований, морфология которых может регулироваться при изменении их молекулярных структур [3]. Эти свойства определяются как типом гидрофильных групп, длиной углеводородных заместителей, а также размерами и структурой мостиковых фрагментов.

Целью работы было исследование реологических свойств поверхностных слоев дикатионного имидазолиевого оксима с цетильными заместителями на границе раздела жидкость-газ в сравнении со свойствами мономерного аналога. Были исследованы монокатионный (хлорид 1-(2'-оксиминопропил)-3-цетилимидазолия) и дикатионный (дихлорид 1,3-бис(3'-цетилимидазолий-1'-ил)-2-оксиминопропана) оксимы, структуры которых приведены на рис. 1.

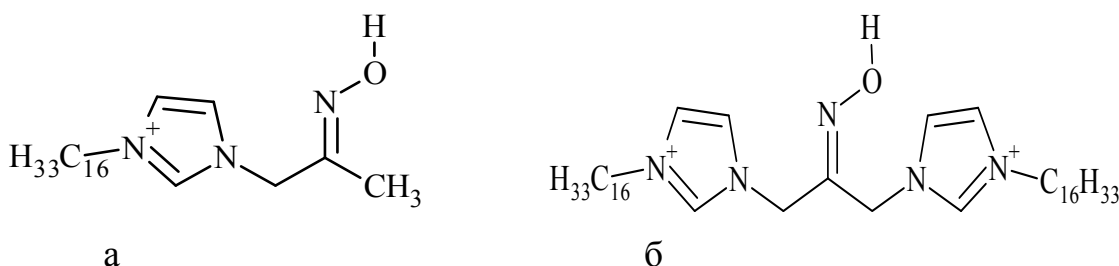


Рис. 1. Общие формулы оксимов имидазолиевых солей: монокатионный оксим (а), дикатионный оксим (б)

Дилатационные реологические характеристики поверхностных слоев растворов имидазолиевые солей изучали на тензиометре РАТ-2Р, путем гармонических осцилляций капли после достижения адсорбционного равновесия  $((5\div 7)\times 10^4$  секунд с момента формирования капли). При варьировании частоты осцилляции капли от 0,005 до 1,0 Гц использовали амплитуду осцилляций 6 %. Результаты экспериментов с гармоническими осцилляциями капли анализировали с помощью преобразования Фурье.

На рис. 2 приведены зависимости модуля вязкоупругости от концентрации оксимов. Максимальные значения модуля вязкоупругости для растворов дикатионного оксима примерно в 2 раза больше, чем для монокатионного оксима.

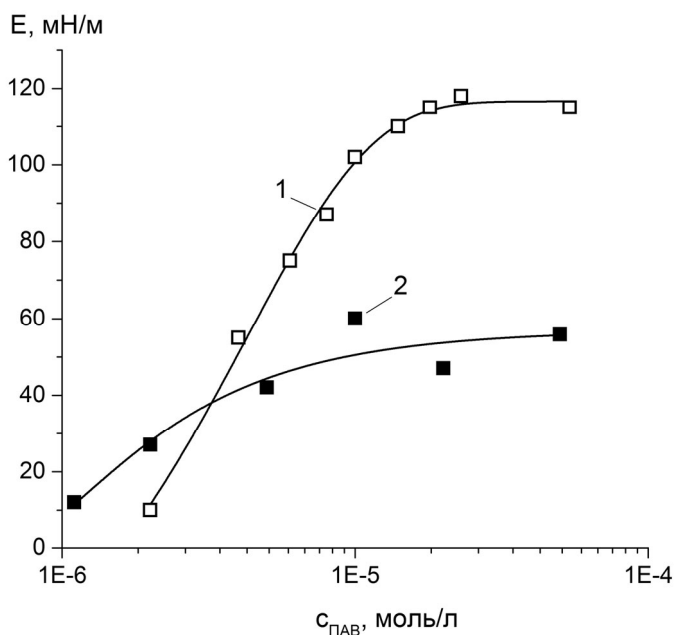


Рис. 2. Зависимости модуля вязкоупругости от концентрации ПАВ  
1 – дикатионный оксим, 2 – монокатионный оксим

Значения модуля вязкоупругости для дикатионного оксима превышают максимальные значения величины  $|E|$  для некоторых мономерных и димерных ПАВ, выбранных в качестве примеров (таблица). При этом были использованы литературные данные для частоты 0,1 Гц.

Таблица

Экспериментальные значения максимальных значений модуля вязкоупругости для различных ПАВ на границе раздела жидкость-газ

ПАВ	Модуль вязкоупругости, $ E _{\max}$ , мН/м
Дикатионный оксим	120
Монокатионный оксим	60
Цетилтриметиламмоний бромид	60
1,2-этан-бис(диметилдодециламмоний бромид)	60 [4]
$C_{14}H_{29}(OCH_2CH_2)_8$ , $C_{12}H_{25}(OCH_2CH_2)_5$ , $C_{10}H_{21}(OCH_2CH_2)_8$	60, 40, 20 [5]
Цетилглицидиловый эфир глицин-бетаина	40 [6]
Альбумин	70 [7]

Изменение модуля вязкоупругости от частоты осцилляции площади капли приведены на рис. 3. С ростом частоты осцилляции для растворов дикатионного оксима значения модулей вязкоупругости и упругости (реальная компонента) возрастают, а значения фазового угла и модуля

вязкости (мнимая компонента) резко падают. Для монокатионного оксима величины  $|E|$ ,  $E_r$ ,  $E_i$  и  $\phi$  возрастают при увеличении частоты осцилляции капли.

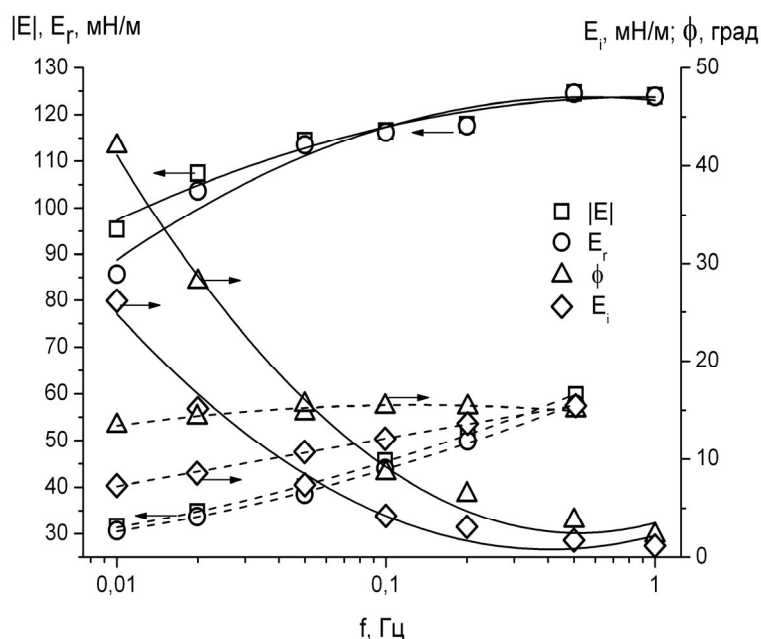


Рис. 3. Зависимости модулей вязкоупругости ( $|E|$ ), упругости ( $E_r$ ), вязкости ( $E_i$ ) и фазового угла ( $\phi$ ) от частоты осцилляции капли ( $f$ ) растворов дикатионного оксима (сплошные линии) и монокатионного оксима (пунктирные линии).  $C_{\text{ПАВ}} = 10^{-4}$  моль/л. Амплитуда – 6 %

Высокие значения модуля вязкоупругости для дикатионного оксима могут быть связаны со способностью молекул к образованию прочных поверхностных слоев. При этом свойства адсорбционных пленок определяются не только концентрацией ПАВ в поверхностном слое, но и связаны с расположением и изменением ориентации молекул ПАВ на межфазной границе.

### Список литературы

1. Menger F.M., Keiper J.S., Azov V. // *Langmuir*. 2000. Vol. 16. P. 2062.
2. Kamal M. S. // *J. Surfactants and Detergents*. 2016. Vol. 19. P. 23.
3. Wang P., Pei S., Wang M., et al. // *Phys. Chem. Chem. Phys.* 2017. Vol. 19 (6). P. 4462.
4. Wu D., Feng Y., Xu G., Chen Y., et al. // *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*. 2007. Vol. 1-3. P. 117.
5. Fainerman V.B., Aksenenko E.V., Krägel J. and Miller R. // *Langmuir*. 2013. Vol. 29. P. 6964.
6. Zhou Z.H., Ma D.S., Zhang Q., et al. // *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*. 2018. Vol. 538. P. 739.
7. Miller R., Fainerman V.B., Makievski A.V., Krägel J., et al. // *Advances in Colloid and Interface Science*. 2000. Vol. 86. P. 39.

## ТЕНЗИОМЕТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ИМИДАЗОЛИЕВЫХ ОКСИМОВ НА ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА ЖИДКОСТЬ-ГАЗ

*Хилько С.Л.*, канд. хим. наук, ст. научн. сотр.,

*Котенко А.А., Михайлов В.А.* канд. хим. наук

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

г. Донецк, ДНР

*sv-hilko@yandex.ru*

Димерные ПАВ представляют собой соединения, которые состоят из двух гидрофильных головных групп и двух гидрофобных хвостов, соединенных мостиком (спейсер), который ковалентно связывает фрагменты дифильных молекул по полярным группам или вблизи этих групп по гидрофобным частям.

В последние годы одним из актуальных направлений синтеза димерных ПАВ является получение функционализированных производных [1, 2]. Изменение молекулярной структуры мостиковых фрагментов димерных ПАВ при их функционализации способствует увеличению гидрофильности головной группы. Функционализация мостикового фрагмента дикатионных ПАВ является важным направлением в мицеллярном катализе. Введение в состав мостикового фрагмента реакционноспособных нуклеофильных групп позволяет создавать соединения, которые являются уникальными энзимоподобными реагентами, совмещающих в водных растворах свойства нуклеофила и мицеллообразователя [3, 4].

Целью работы было исследование поверхностно-активных свойств имидазолиевых ПАВ, функционализированных оксимной группой, на границе раздела жидкость-газ. Для определения динамического и равновесного поверхностного натяжения в широком диапазоне времени жизни поверхности раздела фаз (от 1 до  $10^5$  сек) использовали метод формы висячей капли (тензиометр РАТ-2Р, SINTERFACE Technologies, Germany). Растворы ПАВ готовили в очищенной воде (Milli-Q), имеющей поверхностное натяжение  $72,0 \pm 0,1$  мН/м.

Были исследованы тензиометрические свойства водных растворов монокатионного (хлорид 1-(2'-оксиминопропил)-3-цетилимидазолия) и дикатионного (дихлорид 1,3-бис(3'-цетилимидазолий-1'-ил)-2-оксиминопропана) оксимов, структуры которых приведены на рис. 1.

Метод синтеза таких ПАВ и каталитическая активность их мицеллярных сред в нуклеофильных реакциях описаны в работе [4, 5].

На рис. 2 и 3 приведены зависимости динамического поверхностного натяжения растворов дикатионного и монокатионного оксимов от

концентрации. Для концентраций  $<10$  мкмоль/л требуется не менее  $10^5$  секунд для достижения равновесия.

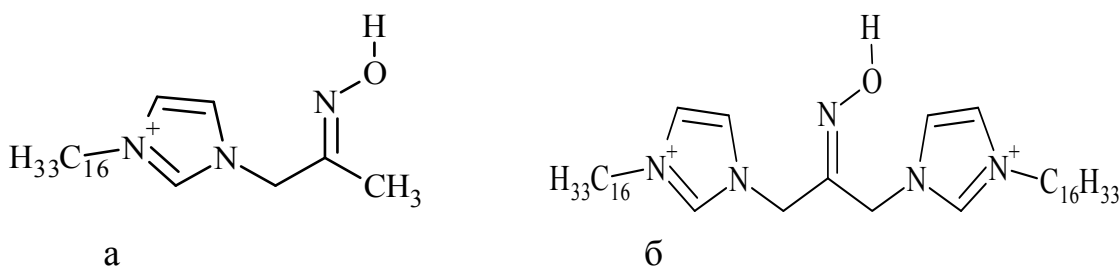


Рис. 1. Общие формулы оксимов имидазолиевых солей: монокатионный оксим (а), дикатионный оксим (б)

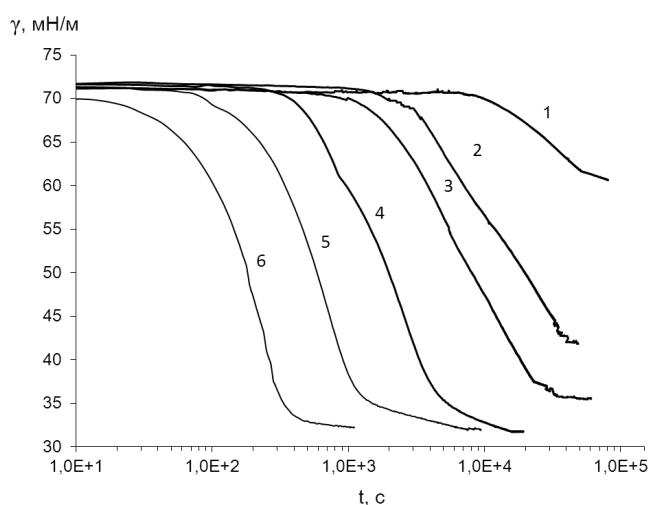


Рис. 2. Зависимость динамического поверхностного натяжения ( $\gamma$ ) растворов дикатионного оксима от времени. Концентрация ПАВ, мкмоль/л ( $\times 10^{-6}$  моль/л): 1 – 2,0; 2 – 5,0; 3 – 7,0; 4 – 20,0; 5 – 50,0; 6 – 500,0

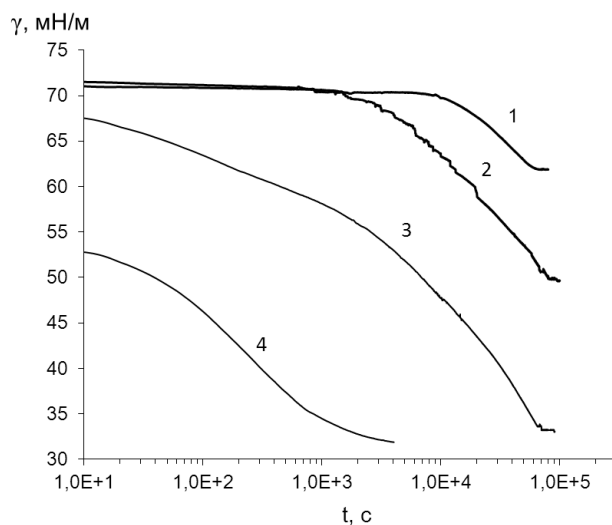


Рис. 3. Зависимость динамического поверхностного натяжения ( $\gamma$ ) растворов монокатионного оксима от времени. Концентрация ПАВ, мкмоль/л ( $\times 10^{-6}$ , моль/л): 1 – 2,0; 2 – 5,0; 3 – 50,0; 4 – 500,0

Изотермы изменения равновесного поверхностного натяжения растворов в зависимости от концентрации ПАВ для дикатионного и монокатионного оксимов приведены на рис. 4. Как следует из этих данных, поверхностная активность исследуемых ПАВ довольно высока. Рассчитанные по экспериментальным зависимостям значения критической концентрации мицеллообразования (ККМ) для дикатионного оксима  $7 \times 10^{-6}$  моль/л, а для монокатионного оксима –  $15 \times 10^{-6}$  моль/л. Для сравнения: ККМ цетилтриметиламмоний бромида составляет  $1 \times 10^{-3}$  моль/л.

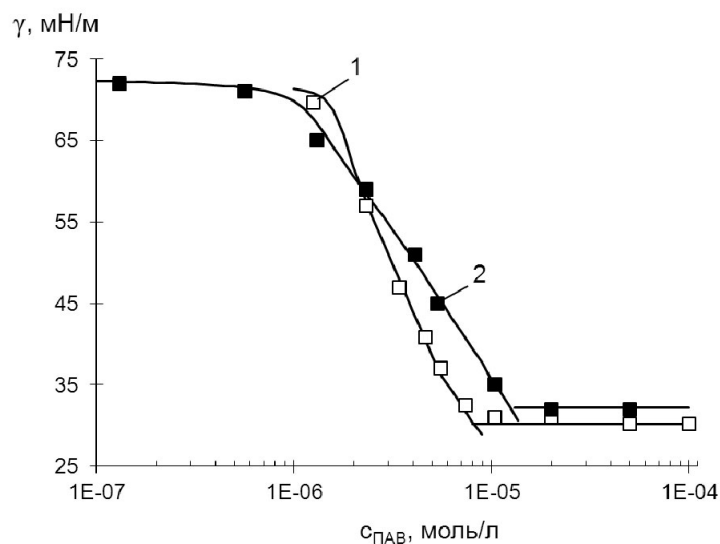


Рис. 4. Изотермы  $\gamma = f(C_{\text{ПАВ}})$  для дикатионного оксима (1) и монокатионного оксима (2)

Высокая поверхностная активность имидазолиевых оксимов может быть связана как с длиной углеводородной цепи, так и, в значительной степени, с размерами и структурой гидрофильной части ПАВ. Эта часть представляет собой однозамещенную  $-(\text{Im}^+-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{NOH})-\text{CH}_3)$  или двухзамещенную гидроксимино-группу  $-(\text{Im}^+-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{NOH})-\text{CH}_2-\text{Im}^+)$ , где  $\text{Im}^+$  – имидазолиевый цикл. Структура и расположение гидроксимино-групп на межфазной границе может определять положение цетильных цепей и значения поверхностного натяжения растворов ПАВ.

#### Список литературы

1. Bhadani A., Tani M., Endo T., Sakai K., Abe M., Sakai H. // Phys. Chem. Chem. Phys. 2015. Vol. 17. P. 19474.
2. Akram M., Ansari F., Bhat I.A., et al. // Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. 2017. Vol. 516. P. 245.
3. Masri A.N., Mi A.M., Leveque J.M. // Industrial Engineering & Management. 2016. Vol.5. P. 197.
4. Капитанов И.В., Белоусова И.А., Шумейко А.Е. и др. // Журн. орг. химии. 2013. Т. 49. Вып. 9. С. 1308.
5. Прокопьева Т. М., Капитанов И. В., Белоусова И. А. и др. // Журн. орган. химии. 2015. Т. 51. С. 1105.

**МЕХАНОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ЭТОКСИЛИРОВАННЫХ  
ПРОИЗВОДНЫХ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ  
И ИХ ТЕНЗИОМЕТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НА ГРАНИЦЕ  
РАЗДЕЛА ЖИДКОСТЬ-ГАЗ**

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

Интерес к твердофазным механохимическим реакциям связан с перспективами использования в технике, особенно в области создания новых, так называемых «сухих», технологических процессов, которые более экологически безопасны и экономически выгодны по сравнению с традиционными [1]. Под действием механических сил вещества способны изменять свой состав и строение. В результате чисто физические процессы измельчения и трения становятся причиной химических реакций [1, 2]. Для протекания твердофазных химических реакций наиболее благоприятные условия могут быть созданы в вибрационных аппаратах (механохимические реакторы) [3].

Поверхностную активность природных (нативных) гуминовых соединений можно увеличить путем введения в состав макромолекулы дополнительных функциональных групп. С помощью реакции этоксилирования можно попытаться ввести в состав гуминовых кислот этоксильные группы (-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-O-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-), что позволит получать новые виды ПАВ, совмещающие анионоактивные, за счет присутствующих в макромолекулах ГК -COOH и -OH групп, и неионогенные свойства – за счет этокси-групп.

Целью работы было проведение реакции этоксилирования гуминовых кислот (ГК) при их механохимической обработке в присутствии полиэтиленгликоля (ПЭГ-6000) и NaOH в вибрационном аппарате 75Т-ДрМ при частоте вибрации  $\nu = 50$  Гц и амплитуде  $A = 3.0 - 5.0$  мм; величина виброускорения ( $I = 4\pi^2 A\nu^2$ ) составляла 300 – 490 м/с<sup>2</sup>.

ИК-спектры записывали на спектрометре Specord IR-75 в таблетках KBr (концентрация вещества в таблетке составляла  $\approx 0.5$  %).

Динамическое и равновесное поверхностное натяжение ( $\gamma$ , мН/м) водных растворов ПАВ при постоянной (фиксированной) концентрации как функцию времени жизни поверхности ( $t$ , с) измеряли методом кольца Дю Нуи (тензиометр TE-1, Lauda, Germany). Ошибка при измерении поверхностного натяжения не превышала  $\pm 0.1$  мН/м. Все измерения выполнены при температуре ( $20 \pm 0.1$ ) °С. Растворы ПАВ готовили в

очищенной воде (Milli-Q), имеющей поверхностное натяжение  $72.0 \pm 0.2$  мН/м.

В результате механохимической реакции ГК с ПЭГ-6000 появляется полоса поглощения в области  $1100 \text{ см}^{-1}$ , которая соответствует валентным  $\nu_{\text{C-O}}$  колебаниям эфирной группы (-CH<sub>2</sub>-O-CH<sub>2</sub>-). Эта интенсивная полоса поглощения наблюдается в ИК-спектре ПЭГ-6000, но отсутствует в немодифицированном образце ГК (см. рис. 1).

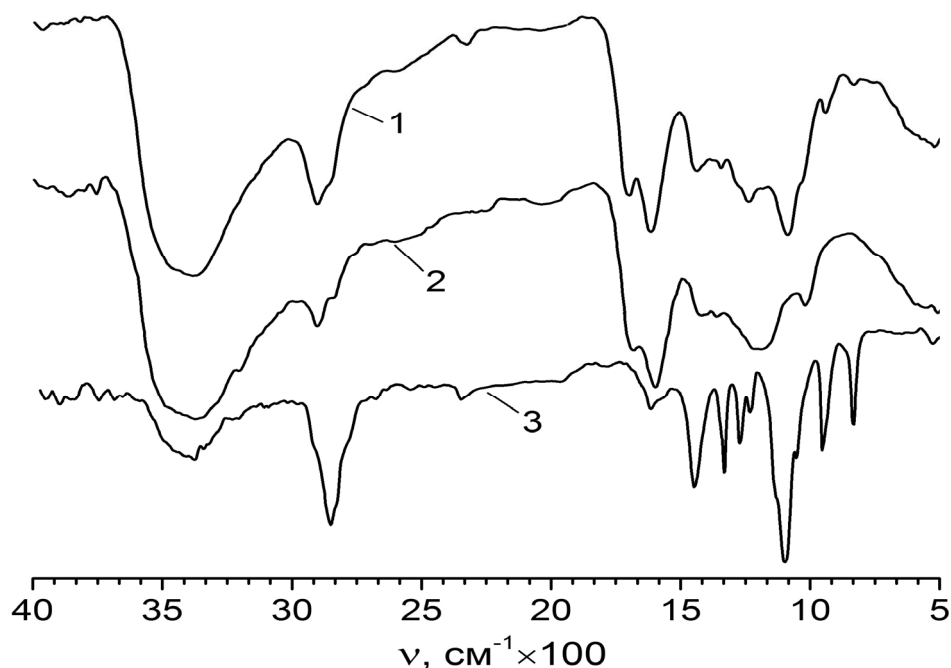


Рис. 1. ИК спектры образцов (в таблетках KBr): 1 – (ГК+ПЭГ+ NaOH), 2 – Исходный образец ГК, 3 – (ПЭГ-6000+ NaOH)

На основании данных ИК-спектроскопии можно полагать, что в результате механохимической реакции происходит введение в структуру макромолекулы ГК этокси-групп (-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-O-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-)<sub>n</sub>.

Введение этокси-групп в структуру макромолекул ГК изменяет тензиометрические характеристики (поверхностное натяжение) их растворов на границе раздела жидкость-газ. Динамическое поверхностное натяжение водных растворов ПАВ существенно ниже для этоксилированного образца ГК по сравнению с нативной формой (рис. 2). Как следует из рис. 3, равновесное поверхностное натяжение этоксилированных производных ГК на межфазной границе также ниже, чем у нативных форм.

Возможность получения этоксилированных производных гуминовых кислот в результате механохимической реакции позволяет рекомендовать такие бифункциональные поверхностно-активные вещества как новый вид ПАВ в дисперсных системах различного назначения.



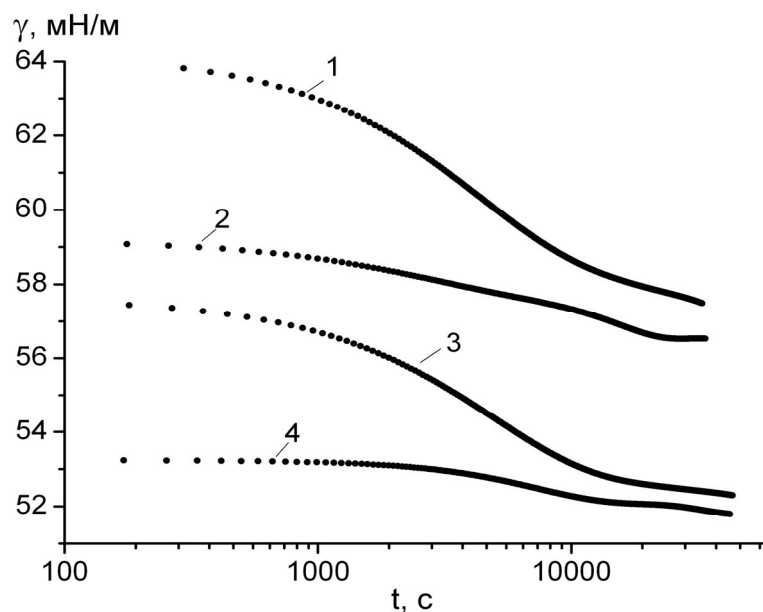


Рис. 2. Изменение динамического поверхностного натяжения ( $\gamma$ ) от времени. С, %: 0.1 (1, 2) и 1.0 (3, 4) для нативного гумата натрия (1, 3) и этоксилированного производного (2, 4)

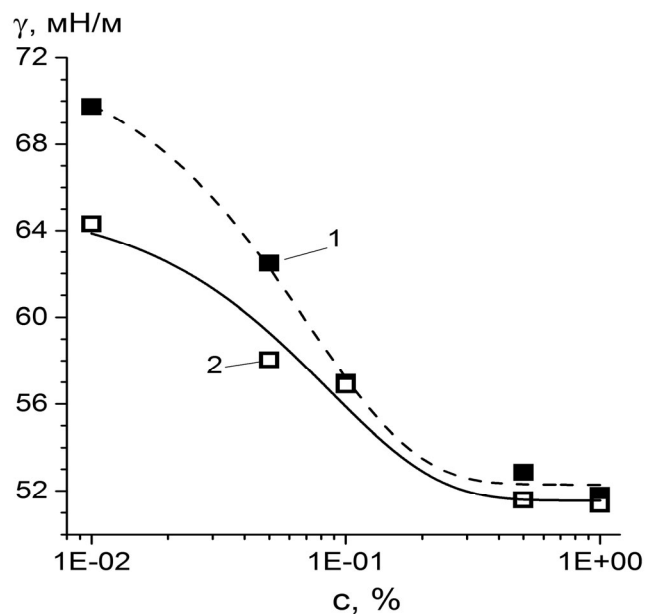


Рис. 3. Изменение равновесного поверхностного натяжения от концентрации растворов нативного гумата натрия (1) и его этоксилированного производного (2)

### Список литературы

1. Болдырев В.В. Механохимия и механохимическая активация твердых веществ // Успехи химии. 2006. Т. 75, № 3. С. 203-216.
2. James S.L., Friscic T. Mechanochemistry: fundamentals and applications in synthesis // Chem. Commun. 2013. Vol. 49. P. 5349-5365.
3. Блехман И.И. Что может вибрация. О «вибрационной механике» и вибрационной технике. М.: Наука, 1988. 208 с.

## АНТИОКСИДАНТНАЯ И ПРООКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ СМЕСЕЙ АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ И АЛИЗАРИНА В ПРОЦЕССАХ РАДИКАЛЬНО-ЦЕПНОГО ОКИСЛЕНИЯ

*Хилько С.Л.* к.х.н., с.н.с., *Семенова Р.Г.* к.х.н.,  
*Макарова Р.А.* к.х.н., *Помещенко А.И.*

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

Известно, что аскорбиновая кислота (АК) проявляет антиоксидантные свойства, как в водной, так и в органической фазе, и, не зависимо от природы растворителя, продолжительность действия АК определяется ее концентрацией в системе [1]. Установлен диапазон концентраций аскорбиновой кислоты в реакционной смеси, где ее эффективность как ингибитора радикально-цепного окисления в органической среде является наибольшей [1].

В работе [2] показано, что смеси аскорбиновой кислоты и природных полифенолов на основе гуминовых кислот в зависимости от концентрации компонентов в системе могут вести себя как антиоксиданты и как прооксиданты в процессах радикально-цепного окисления.

Целью работы было исследование поведения смесей аскорбиновой кислоты и ализарина, взятого в качестве полифенола и отличного по структуре от природного полиэлектролита (гуминовой кислоты), в процессах радикально-цепного окисления.

Изучено инициированное азодиизобутиронитрилом (АИБН) жидкофазное окисление кумола (Ку) в среде диметилсульфоксида (ДМСО) в присутствии аскорбиновой кислоты (АК) и ализарина (АН). За кинетикой процесса окисления следили газоволюмометрически, измеряя количество поглощенного кислорода, что позволило рассчитать скорость поглощения кислорода ( $W$ ) при постоянных температуре  $75\text{ }^{\circ}\text{C}$  и давлении кислорода  $760\text{ мм. рт. ст.}$  Скорость поглощения кислорода окисляемой смесью ( $W$ ) рассчитывали по формуле:

$$W = 6,83 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{\text{tg } \alpha}{V_0},$$

где  $V_0$  – объем реакционной смеси, мл;  $\text{tg } \alpha$  – тангенс угла наклона касательной к зависимости количества поглощенного кислорода ( $V_{O_2}$ , мл) от времени ( $t$ , с).

Антиоксидантную активность (АОА) субстратов характеризовали отношением:

$$\text{АОА} = W_0/W,$$

где  $W_0$  – скорость поглощения кислорода без антиоксидантов;  $W$  – скорость поглощения кислорода в присутствии антиоксидантов.

Как следует из данных рис. 1 и таблицы, эффект увеличения антиоксидантной активности при концентрации АК = 0,008 М и появление прооксидантного эффекта при концентрации АК = 0,24 М в смесях с ализарином проявляются также, как и в случае с гуминовой кислотой [2]. Это может свидетельствовать об общей закономерности действия аскорбиновой кислоты в смесях с полифенолами разной природы при варьировании концентрации АК.

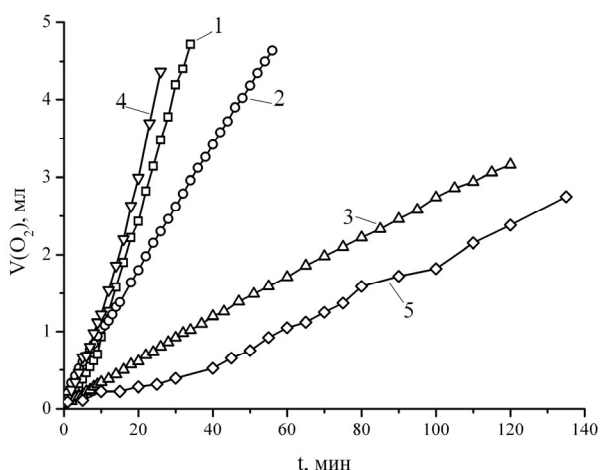


Рис. 1. Кинетические кривые окисления реакционных смесей при  $C_{АН}=0,01$  М: 1-КУ; 2-(КУ+ДМСО); 3-(КУ+ДМСО+АН); 4-(КУ+ДМСО+АН+АК),  $C_{АК}=0,24$  М; 5-(КУ+ДМСО+АН+АК),  $C_{АК}=0,008$  М

Таблица  
Кинетические параметры окисления кумола в присутствии ализарина и аскорбиновой кислоты

[Ализарин], моль·л <sup>-1</sup>	[АК], моль·л <sup>-1</sup>	$W \cdot 10^3$ , моль·л <sup>-1</sup> ·с <sup>-1</sup>	АОА
0	0	2,738	–
0	0,24	2,930	0,934
0	0,008	1,140	2,300
0,01	0	0,808	3,384
0,01	0,008	0,713	3,837
0,01	0,24	5,517	0,496

Характеристики окисления кумола в присутствии аскорбиновой кислоты в аналогичных условиях при варьировании ее концентрации приведены на рис. 2 и в таблице. Уменьшение антиоксидантной активности (АОА) аскорбиновой кислоты при  $[АК] = 0,24$  М может быть связано с окислением самой аскорбиновой кислоты и потерей ею части антиоксидантной активности. Однако проявление прооксидантного эффекта в этом случае не наблюдается.

Окисление аскорбиновой кислоты при ее больших концентрациях доказывают полученные данные по окислению систем, где вместо кумола был взят хлорбензол – углеводород, инертный к окислению (рис. 3). При  $C_{АК}=0,008$  М в окисляемой системе нет увеличения объема поглощенного кислорода, тогда как при концентрации  $C_{АК}=0,24$  М количество поглощенного кислорода возрастает, что указывает на окисление самой аскорбиновой кислоты и потерю ею части антиоксидантных свойств.

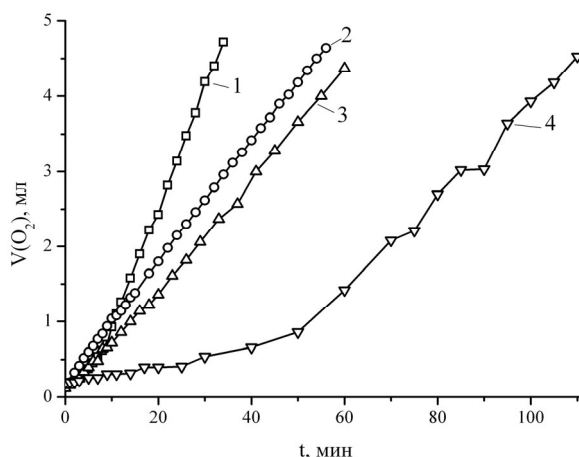


Рис. 2. Кинетические кривые окисления реакционных смесей с АК: 1-Ку; 2-(Ку+ДМСО); 3-(Ку+ДМСО+АК),  $C_{AK}=0,24$  М; 4-(Ку+ДМСО+АК),  $C_{AK}=0,008$  М

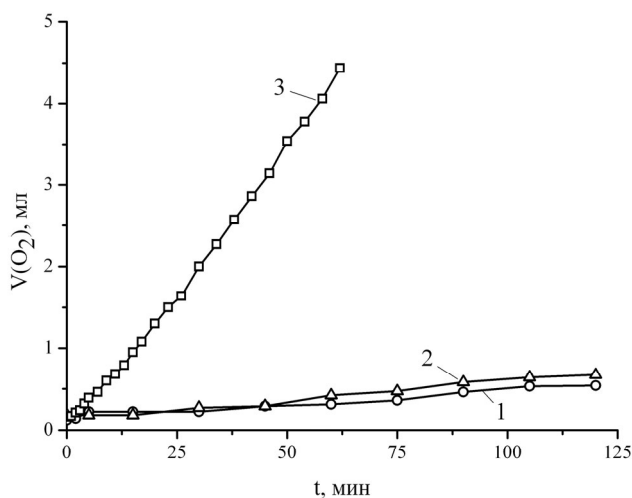


Рис. 3. Кинетические кривые окисления реакционных смесей: Хлорбензол – АИБН (1), Хлорбензол – ДМСО – АК (0,008 М) – АИБН (2), Хлорбензол – ДМСО – АК (0,24 М) – АИБН (3)

Таким образом, из полученных результатов следует, что смеси полифенольных соединений с большими концентрациями аскорбиновой кислоты проявляют противоположные антиоксидантным свойства, становясь окислительными системами, и, возможно, полифенолы ускоряют процесс окисления самой аскорбиновой кислоты. Совместное действие полифенолов с большими концентрациями аскорбиновой кислоты нельзя назвать ни синергетическим, ни антагонистическим. Аскорбиновая кислота теряет антиоксидантные свойства при больших концентрациях в системе, а при совместном ее действии с полифенолами способствует проявлению прооксидантных эффектов.

### Список литературы

1. Смирнова О.В., Ефимова И.В., Опейда И.А. // Журнал прикладной химии. – 2009. – Т. 82. – Вып. 1. – С. 99-102.
2. Смирнова О.В., Ефимова И.В., Хилько С.Л. // Журнал прикладной химии – 2012. – Т. 85. – № 2. – С. 253-256.

## АГРЕГАЦИЯ МЕТИЛЕНОВОГО ГОЛУБОГО В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ И ВЛИЯНИЕ НА НЕЕ СОПОЛИМЕРА МАЛЕИНОВОГО АНГИДРИДА С ВИНИЛАЦЕТАТОМ

*Шевчук Н.О.<sup>1</sup>, Хомутова Е.В.<sup>2</sup>,  
Тюрина Т.Г.<sup>1</sup>, д-р хим. наук*

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

<sup>2</sup> ГУ ВПО «Донецкий национальный университет экономики и торговли  
им. Михаила Туган-Барановского», г. Донецк, ДНР  
*minarina@mail.ru*

Работа посвящена изучению взаимодействия сополимера МА и винилацетата (ВА) с тиазиновым красителем метиленовым голубым (МГ), отличающегося плоской структурой молекул и обладающего биологической активностью [1]. Сополимеры малеинового ангидрида (МА) и в частности сополимер МА с винилацетатом (ВА) способны взаимодействовать с лекарственными препаратами, содержащими катионные группы, в качестве модели которых можно рассматривать МГ.

Спектры поглощения водных растворов МГ в видимой области состоят из нескольких полос, соответствующих поглощению различных форм красителя: (мономерная молекула, ди- или полимерный ассоциаты). Агрегации молекул МГ посвящено большое количество работ (например, [1-4]), в которых, однако, не достигнуто общее мнение по вопросам разделения спектра на полосы или спектры его молекул и их ассоциатов.

Ранее нами было показано, что в водных растворах тиазиновых и трифенилметановых красителей в присутствии сополимера МА–ВА наблюдается явление метахромазии, указывающее на связывание красителей с сополимером, изменяющее процессы их агрегации [5]. В данной работе приведены результаты дополнительных исследований с использованием спектрофотометра Helios Gamma для записи спектров и их обработки в программе Origin 9.1 (рис. 1). Расчет концентраций моно-, ди- и тримеров МГ проводили по системе уравнений, предложенной авторами [4], с использованием найденных ими констант :

$$\begin{cases} K_d = \frac{[M\Gamma_2^{2+}]}{[M\Gamma^+]^2} \\ K_t \cdot K_d = \frac{[M\Gamma_3^{3+}]}{[M\Gamma^+]^3} \\ C_{M\Gamma} = \sum_{n=1}^3 n[M\Gamma_n^{n+}] \end{cases},$$

где  $K_d = 2,54 \cdot 10^3$ ,  $K_t = 1,35 \cdot 10^3$  – константы димеризации и тримеризации соответственно;  $n$  – количество молекул в ассоциате.

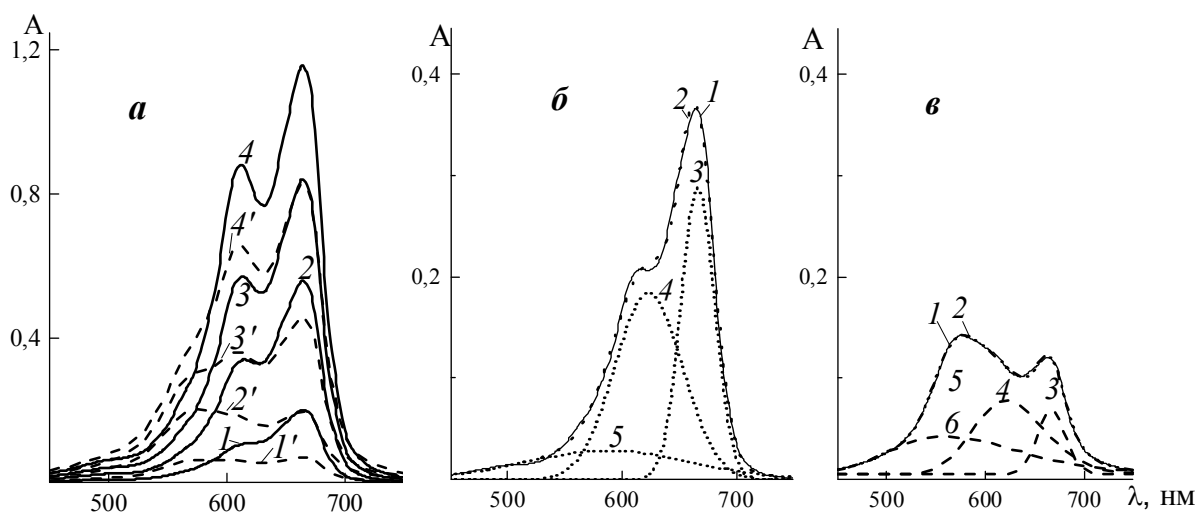


Рис. 1. Электронные спектры поглощения (а) водных растворов МГ (1–4) без добавок и с добавкой  $4,83 \cdot 10^{-5}$  осново-моль/л сополимера МА-ВА (1'–4') и пример их обработки (б, в): исходный (1) и суммарный расчетный спектр (2), выделенные полосы (3–6). Концентрация МГ, моль/л:  $2,01 \cdot 10^{-5}$  (1а, 1'а);  $4,02 \cdot 10^{-5}$  (1б, 1в);  $6,03 \cdot 10^{-5}$  (2а, 2'а);  $1,00 \cdot 10^{-4}$  (3а, 3'а);  $1,51 \cdot 10^{-4}$  (4а, 4'а). Кювета 0,2 см

Полученные в результате расчета концентрации тримера составили от  $\sim 0,024$  до 6 % от общей концентрации МГ при ее изменении от  $0,5 \cdot 10^{-5}$  до  $1,5 \cdot 10^{-4}$  моль/л. Исходя из низкого содержания тримеров МГ в растворе считали, что в выбранном диапазоне концентраций красителя его спектр будет определяться поглощением моно- и димерной форм, к которым в большинстве источников принято относить полосы  $\sim 663$  и  $605$  нм соответственно [3, 4]. Проведенная нами обработка спектров выявила наличие полос 665, 621, 592 нм (рис. 1б, кр. 3-5) и 665, 624, 574, 558 нм (рис. 1в, кр. 3-6) для МГ без добавок и с добавкой сополимера МА-ВА соответственно. Первая из полос, безусловно, соответствует мономеру МГ, однако оказалось, что с  $[MG^+]$  линейно связаны высота и площадь как первого, так и второго пика, тогда как величине  $[MG_2^{2+}]$  пропорциональны высота и площадь полосы 592 нм (рис. 2).

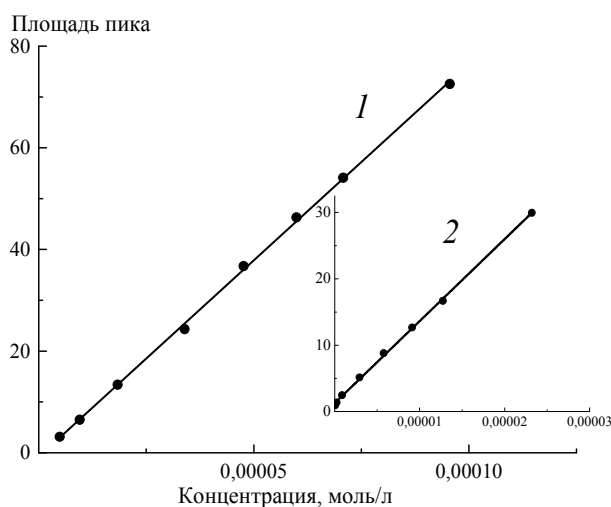


Рис. 2. Зависимость площади полос 665, 621 нм (сумма) и 592 нм от концентрации мономерной (1) и димерной (2) форм МГ в водном растворе

Таким образом, следует считать, что полосы 665 и 621 нм относятся к отдельным молекулам (катионам) МГ, а полоса 592 нм – к его димеру.

Аналогичное рассмотрение данных высоты и площади четырех полос, выделенных в спектрах водных растворов МГ в присутствии сополимера показывает, что для зависимостей этих величин от  $[МГ^+]$  характерен резкий перегиб при  $[МГ^+]$ , соответствующей концентрации сополимера в растворе. Объяснение этого явления, по нашему мнению, состоит в том, что при  $[МГ^+] \leq [СПЛ]$  краситель находится в связанной форме, для которой характерен более низкий коэффициент экстинкции вследствие изменения распределения заряда при связывании катиона. После достижения  $[МГ^+] = [СПЛ]$  краситель может находиться в свободном состоянии в концентрации, равной  $([МГ^+]_0 - [СПЛ]_0)$  и образовывать димерные ассоциаты в количестве, соответствующем концентрации несвязанного сополимером МГ. Оказалось, что при таком рассмотрении мы получаем практически одинаковый наклон зависимостей высоты пика 660 нм от концентрации мономерной формы МГ (рис. 3), что свидетельствует о правильности сделанных нами предположений.

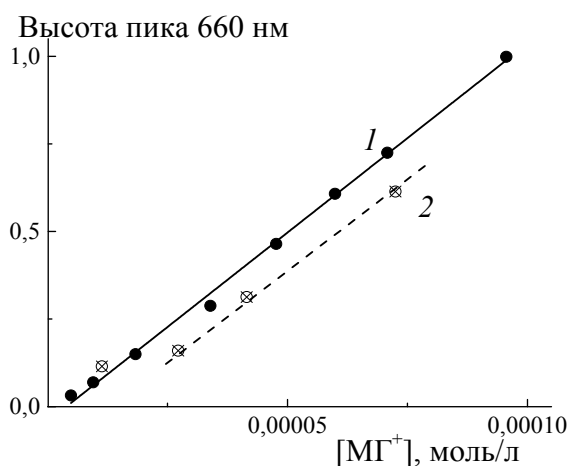


Рис. 3. Зависимость высоты пика 660 нм от концентрации мономерной формы МГ без добавок (1) и в присутствии сополимера МА-ВП (2)

### Список литературы

1. Usacheva, M. N. The role of the methylene blue and toluidine blue monomers and dimers in the photoinactivation of bacteria [Text] / M. N. Usacheva, M. C. Teichert // J. Photochem. Photobiol. B.–2003.–Vol. 71.–P. 87–98.
2. Ghosh, A. K. Multiple Association Equilibria in the Self-Association of Methylene Blue and Other Dyes [Text] / A. K. Ghosh, P. Mukerjee // J. Am. Chem. Soc. – 1970. – Vol. 92, №22. – P. 6408–6412.
3. Heger, D. Aggregation of Methylene Blue in Frozen Aqueous Solutions Studied by Absorption Spectroscopy [Text] / D. Heger, J. Jirkovsky, P. Klan // J. Phys. Chem. A. – 2005. – Vol. 109, №30. – P. 6702–6709.
4. Composition, structure, and luminescence of montmorillonites saturated with different aggregates of methylene blue [Text] / Z. Klika, P. Čapková, P. Horáková, [at al.] // J. Colloid Interface Sci. – 2007. – Vol. 311. – P. 14–23.
5. Взаимодействие катионных красителей с сополимерами малеинового ангидрида / Т.Г. Тюрина, Н.О. Шевчук, Т.В. Крюк, Т.И. Завязкина // Тез. VIII межд. научн. конф. “Хим. термодинамика и кинетика”, Тверь, 28 мая –1 июня 2018 г. – С. 383-384.

# *Неорганическая химия*

УДК 546.77:544.341.2.001.24

## **ОСОБЕННОСТИ СИНТЕЗА ИЗОПОЛИМОЛИБДАТОВ ГАДОЛИНИЯ**

*Белоусова Е.Е.*, канд. хим. наук, доцент,

*Пойманова Е.Ю.*, канд. хим. наук,

*Заславская Л.В.*, канд. хим. наук, *Кравченко В.В.*

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

*inorg.chem@yandex.ru*

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

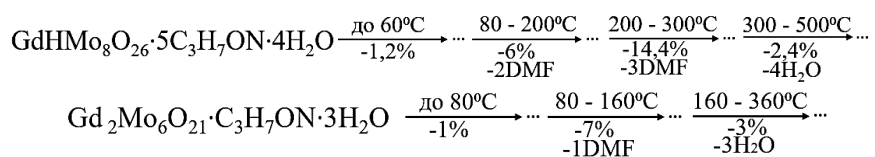
Моделирование процессов равновесия при подкислении молибдат-аниона в водно-диметилформамидной среде позволило выбрать условия синтеза изополимолибдатов гадолиния: интервал кислотности, концентрацию реагирующих ионов и диметилформамида. Результаты физико-химического исследования взаимодействия в изомолярных сериях при кислотностях  $Z=1,00; 1,14; 1,17; 1,29; 1,50$  и  $1,67$  и исследования твердых фаз в них методами химического анализа, ИК-спектроскопии, рентгенофазового, термогравиметрического анализа и РСМА позволили провести идентификацию образующихся изополимолибдатов скандия в водной и водно-диметилформамидной средах и предложить их химический состав.

В водно-диметилформамидной среде образуются устойчивые фазы кристаллических продуктов гадолиния: гексамолибдата состава  $(\text{GdOH})_3\text{Mo}_6\text{O}_{21} \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot \text{C}_3\text{H}_7\text{NO}$  при  $Z=1,00; 1,14; 1,17$ ; тетрамолибдата состава  $(\text{GdOH})_2\text{Mo}_4\text{O}_{14} \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot \text{C}_3\text{H}_7\text{NO}$  при  $Z=1,29$ ; протонированного октамолибдата состава  $\text{GdHM}_8\text{O}_{26} \cdot 4\text{H}_2\text{O} \cdot 5\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}$  при  $Z=1,50$  и среднего гексамолибдата состава  $\text{Gd}_2\text{Mo}_6\text{O}_{21} \cdot 3\text{H}_2\text{O} \cdot \text{C}_3\text{H}_7\text{NO}$  при  $Z=1,50; 1,67$ , образование которого также наблюдается в фильтрате после отделения первичных изополимолибдатов гадолиния в интервале кислотностей  $1,00-1,50$ .

Методом дифференциально-термического анализа изучено поведение при нагревании протонированного октамолибдата и гексамолибдата



гадолиния и установлены температурные интервалы процессов дегидратации, десольватации и их устойчивости, а также предложены схемы их термолитиза:



УДК 548.32

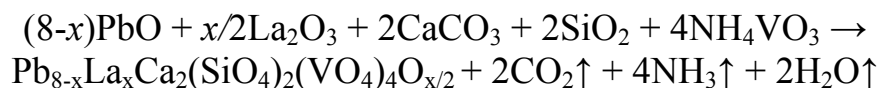
## СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ СОСТАВА $\text{Pb}_{8-x}\text{La}_x\text{Ca}_2(\text{SiO}_4)_2(\text{VO}_4)_4\text{O}_{x/2}$

*Дидоренко Е.Г., Игнатов А.В.*, к.х.н., доцент  
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк  
*inorg.chem@yandex.ru*

Соединения со структурой апатита являются одним из широко исследуемых классов минералов на протяжении многих десятилетий. Неугасающий интерес исследователей объясняется широким комплексом практически значимых свойств, обусловленных высокой изоморфной емкостью апатитов по отношению как к катионам, так и анионам. В настоящее время апатиты широко применяются для создания костных имплантатов, лазеров, пигментов, ионных проводников, матриц иммобилизации радиоактивных отходов и многих других материалов и приборов.

В связи с вышеизложенным, целью данной работы является синтез образцов состава  $\text{Pb}_{8-x}\text{La}_x\text{Ca}_2(\text{SiO}_4)_2(\text{VO}_4)_4\text{O}_{x/2}$  ( $0 \leq x \leq 1$ ), определение области замещения свинца лантаном, которое протекает по схеме:  $2\text{Pb}^{2+} + \square \rightarrow 2\text{La}^{3+} + \text{O}^{2-}$ , а также изучение электрофизических свойств однофазных твердых растворах.

Получение образцов проводилось по методике твердофазного синтеза при конечной температуре  $850^\circ\text{C}$  в предположении протекания взаимодействия по реакции:



Исследование полученных образцов проводили методом рентгенофазового анализа, ИК-спектроскопии, сканирующей электронной микроскопии, а также измеряли удельное сопротивление спеченной керамики.

Согласно данным рентгенофазового анализа и сканирующей электронной микроскопии образование однофазных твердых растворов  $\text{Pb}_{8-x}\text{La}_x\text{Ca}_2(\text{SiO}_4)_2(\text{VO}_4)_4\text{O}_{x/2}$  происходит в области составов  $0 \leq x \leq 0,6$ . Область замещения лимитируется наличием у ионов  $\text{Pb}^{2+}$

стереохимически-активных  $6s^2$ -пар электронов, которые препятствуют вхождению в каналы структуры апатита ионов  $O^{2-}$ , необходимых для компенсации зарядов. Увеличение содержания лантана в кристаллической структуре твердого раствора сопровождается уменьшением параметра  $a$  и возрастанием параметра  $c$  элементарной гексагональной ячейки.

Установлена зависимость удельной проводимости полученных твердых растворов от состава, рассчитана энергия активации проводимости для каждого образца.

УДК 548.32

## ЗАМЕЩЕНИЕ СВИНЦА ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫМИ МЕТАЛЛАМИ В ДВОЙНОМ ФОСФАТЕ СВИНЦА НАТРИЯ

*Жегайло А.О., Игнатов А.В.*, канд. хим. наук, доцент  
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР  
*inorg.chem@yandex.ru*

Фосфат свинца натрия  $Pb_8Na_2(PO_4)_6$  кристаллизуется в структурном типе апатита (пространственная группа  $R\bar{6}_3/m$ ) и характеризуется наличием двух структурно-неэквивалентных катионных положений M1 и M2. Располагающиеся в этих положениях структурные единицы могут быть замещены другими ионами, однако величина предела замещения зависит от нескольких факторов и может быть определена только экспериментальным путем. Целью данной работы является изучение замещения свинца щелочноземельными металлами (Ca, Sr, Ba) в двойном фосфате свинца натрия со структурой апатита.

Твердые растворы состава  $Pb_{8-x}Me_xNa_2(PO_4)_6$  ( $Me = Ca, Sr, Ba$ ) получали по методике, в которой гомогенизация реагентов проводилась в азотнокислом водном растворе. Образовавшуюся после гомогенизации и удаления растворителя шихту прокаливали при температуре  $800\text{ }^\circ\text{C}$  до достижения постоянства фазового состава. Методы рентгенофазового анализа, рентгеноструктурного анализа порошка, ИК- и КР-спектроскопии, а также сканирующей электронной микроскопии использовались для исследования полученных образцов.

Образование однофазных твердых растворов состава  $Pb_{8-x}Me_xNa_2(PO_4)_6$  происходит в интервале до  $x = 5.4$  (Ca),  $2.75$  (Sr) и  $0.4$  (Ba). Протекание замещения сопровождается изменением параметров элементарной гексагональной ячейки структуры апатита. При замещении свинца кальцием параметры уменьшаются с увеличением степени замещения, в то время как в случае бария происходит их возрастание. В стронций-содержащих твердых растворах наблюдается только незначительное уменьшение параметра  $c$

элементарной ячейки. Изменение параметров ячейки коррелируется с размерами ионных радиусов замещающихся катионов.

Методом рентгеноструктурного анализа порошка показано, что ионы кальция преимущественно локализируются в катионном положении M1 структуры апатита, в то время как ионы стронция статистически распределяются между катионными положениями M1 и M2.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что величина предела замещения свинца щелочноземельным металлом в твердых растворах  $Pb_{8-x}Me_xNa_2(PO_4)_6$  ( $Me = Ca, Sr, Ba$ ) определяется различием в характере химической связи замещающихся структурных единиц.

УДК 546.77:544.341.2.001.24

## **О СИНТЕЗЕ ИЗОПОЛИВОЛЬФРАМАТОВ СТРОНЦИЯ В ВОДНО-ОРГАНИЧЕСКИХ СРЕДАХ**

*Коломеец И.С., Сухов П.В.,*

*Белоусова Е.Е.*, канд. хим. наук, доцент,

*Пойманова Е.Ю.*, канд. хим. наук

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

*inorg.chem@yandex.ru*

Повышенный интерес к химии изополивольфраматов связан с применением их в различных областях современной науки, техники, промышленности и медицины. Поиск новых полиоксвольфраматов и исследование их свойств позволяет расширить класс этих соединений и в зависимости от состава рекомендовать их к использованию. Однако к настоящему времени все еще остается дискуссионным вопрос о влиянии среды на синтез декавольфраматов и недавно полученных на кафедре ундекавольфраматов некоторых d- и f- элементов.

Установлено, что в водной среде образуются два устойчивых полиоксвольфрамата стронция, содержащие протонированный гепта- и паравольфрамат- анионы, а осаждение декавольфрамата стронция не наблюдается. В связи с этим была изучена возможность синтеза изополивольфраматов стронция в водно-диметилформамидной (ДМФ) и водно-ацетонитрильной (АН) средах в зависимости от кислотности среды и концентрации реагирующих веществ.

Результаты физико-химического исследования взаимодействия в изомолярных сериях  $Sr^{2+} - WO_4^{2-} - H^+ - H_2O - ДМФ (АН)$  ( $C \geq 0,1 M$ ) при кислотностях  $Z=1,00; 1,14; 1,17; 1,29; 1,42; 1,50$  и 1, 67 и исследования твердых фаз в них методами химического анализа, ИК-спектроскопии и

РСМА (рентгеноспектрального микроанализа) позволили провести идентификацию образующихся изополивольфраматов стронция в двух средах и предложить их химический состав.

Установлено, что в водно-диметилформамидной среде образуются устойчивые фазы кристаллических продуктов стронция: гептавольфрамата  $\text{Sr}_3\text{W}_7\text{O}_{24} \cdot n \text{H}_2\text{O} \cdot m \text{C}_3\text{H}_7\text{NO}$  при  $Z=1,00; 1,14; 1,17; 1,29$ ; и неизвестного ранее декавольфрама  $\text{Sr}_2\text{W}_{10}\text{O}_{32} \cdot n \text{H}_2\text{O} \cdot m \text{C}_3\text{H}_7\text{NO}$  при  $Z=1,50; 1,60$ . В водно-ацетонитрильной среде состав солей значительно отличается от ДМФ среды. Так при  $Z=1,50$  появляется новая фаза предположительно относящаяся к ундекавольфрамату состава  $\text{Sr}_3(\text{H}_2\text{W}_{11}\text{O}_{37}) \cdot n\text{H}_2\text{O} \cdot m\text{CH}_3\text{CN}$ , а при  $Z=1,60$  и  $1,67$  осаждается декавольфрамат состава  $\text{Sr}_2\text{W}_{10}\text{O}_{32} \cdot n \text{H}_2\text{O} \cdot m \text{CH}_3\text{CN}$ . Как и в водной среде при  $Z=1,17$  осаждается кристаллическая фаза паравольфрамата стронция  $\text{Sr}_5(\text{H}_2\text{W}_{12}\text{O}_{42}) \cdot n\text{H}_2\text{O} \cdot m\text{CH}_3\text{CN}$ . Таким образом использование ацетонитрильной среды способствует синтезу новых полиоксвольфраматов стронция.

УДК 548.32

## ТВЕРДЫЕ РАСТВОРЫ В СИСТЕМЕ $\text{Pb}_{7-x}\text{Dy}_x\text{Ca}_3(\text{SiO}_4)_2(\text{VO}_4)_4\text{O}_{x/2}$

*Кулик Я.А., Дидоренко Е.Г.,*

*Игнатов А.В.*, канд. хим. наук, доцент

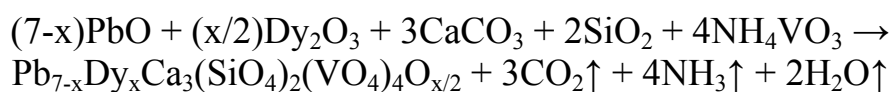
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР

*inorg.chem@yandex.ru*

Развитие современных технологий неразрывно связано с поиском и разработкой новых материалов. Одним из способов создания материалов является замещение одних атомов в кристаллической структуре твердого тела другими, вследствие чего происходит изменение, как кристаллохимических характеристик, так и физико-химических свойств.

Целью данной работы является изучение замещения свинца на диспрозий по схеме  $2\text{Pb}^{2+} + \square \rightarrow 2\text{Dy}^{3+} + \text{O}^{2-}$  (где  $\square$  – вакантная позиция в канале структуры) в кальций-содержащем твердом растворе состава  $\text{Pb}_7\text{Ca}_3(\text{SiO}_4)_2(\text{VO}_4)_4$ . Образование последнего происходит при замещении свинца кальцием в силикато-ванадате свинца со структурой апатита.

Диспрозий-содержащие твердые растворы получали по методике твердофазного синтеза при конечной температуре синтеза  $850^\circ\text{C}$  в предположении протекания взаимодействия реагентов по реакции:



Исследование полученных образцов методами рентгенофазового анализа и сканирующей электронной микроскопии показало, что все

твердые растворы в области составов  $0 \leq x \leq 0.6$  становятся однофазными после 74 часов прокаливания при температуре синтеза. Вхождение в кристаллическую структуру ионов диспрозия не приводит к изменению параметра  $a$  элементарной гексагональной ячейки структуры апатита. В тоже время наблюдается немонотонное изменение параметра  $c$  ячейки с увеличением содержания редкоземельного элемента. Поскольку ионный радиус диспрозия меньше ионного радиуса свинца, то протекание замещения должно приводить к уменьшению параметра  $c$  элементарной ячейки, что и наблюдается в области до  $x = 0.2$ . Однако, согласно схеме замещения, вхождение в структуру апатита ионов редкоземельного элемента приводит к заполнению каналов ионами кислорода. Увеличение содержания последних должно сопровождаться возрастанием величины параметра  $c$  ячейки, что и наблюдается в области  $x > 0.2$ . При малых значениях  $x$ , содержание ионов кислорода в канале структуры апатита не значительно, поэтому связанное с их появлением увеличение параметра  $c$  ячейки компенсируется действием размерного фактора за счет замещения свинца меньшим по размеру диспрозием.

Методом ИК-спектроскопии показано отсутствие в каналах структуры диспрозий-содержащих твердых растворов гидроксильных групп, что подтверждает протекание замещения по предполагаемой схеме.

УДК 548.32

## СИНТЕЗ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ $Pb_{7-x}La_xCa_3(SiO_4)_2(VO_4)_4O_{x/2}$ МЕТОДОМ ПИРОЛИЗА ЦИТРУС ГЕЛЯ

*Лаврентьев И.В., Дидоренко Е.Г.,  
Яблочкова Н.В., канд. хим. наук, доцент,  
Игнатов А.В., канд. хим. наук, доцент*

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

Разработка новых методик получения веществ, а также адаптация уже существующих методов синтеза к конкретным объектам является актуальной задачей. Традиционно для получения твердых растворов замещения используется классическая твердофазная технология, которая характеризуется трудоемкостью, высокими температурами синтеза и значительным временем прокаливания при высоких температурах. Более перспективными являются методы получения твердых растворов замещения, в которых перемешивание компонентов исходных веществ в жидкой фазе осуществляется в существенной большей степени, чем при перетирании в ступке или гомогенизации в шаровой мельнице, что, в свою очередь, приводит к снижению температуры и/или времени синтеза образцов.

Целью данной работы является синтез твердых растворов состава  $Pb_{7-x}La_xCa_3(SiO_4)_2(VO_4)_4O_{x/2}$  ( $0 \leq x \leq 0.8$ ) по методике пиролиза цитрус геля, исследование полученных образцов методами рентгенофазового анализа (автоматизированный ДРОН-3М дифрактометр) и сканирующей электронной микроскопии (JSM-6490LV растровый электронный микроскоп), и сопоставление полученных результатов с данными по получению образцов такого же состава методом твердофазного синтеза.

В качестве исходных веществ для синтеза использовались  $PbO$ ,  $CaCO_3$ ,  $La_2O_3$ ,  $NH_4VO_3$ ,  $Si(OC_2H_5)_4$  и лимонная кислота  $C_6H_8O_7$ . После получения однородного раствора содержащего все необходимые компоненты, медленно удалялся растворитель, что приводило сначала к образованию геля, а затем твердого остатка, который прокаливали при температуре  $850^\circ C$ .

Исследование полученных по методике пиролиза цитрус геля образцов показало, что постоянство фазового состава достигается уже после 16 часов прокаливания, что почти в пять раз меньше, чем для твердофазно-синтезированных твердых растворов (67 часов). Кроме того, размеры агрегатов поликристаллических образцов, полученных по использованной методике, меньше, чем в образцах, синтезированных методом твердофазных реакций. Последний факт имеет существенное значение при получении керамики, поскольку более мелкие частицы поликристаллических образцов лучше спекаются, что позволит получить керамику с большей относительной плотностью.

УДК 546.7 + 544.016.2

## ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕКОТОРЫХ ГЕТЕРОПОЛИВОЛЬФРАМАТОВ И ПРОДУКТОВ ИХ ТЕРМОЛИЗА

*Мороз Я.А.*, канд. хим. наук, ст. научн. сотр.,

*Лозинский Н.С.*, канд. хим. наук, ст. научн. сотр.

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

г. Донецк, ДНР

*jaroslavchem@mail.ru*

Гетерополивольфраматы (ГПВ) с 3d-элементами и продукты их термолитиза – соединения семейства пирохлора и гексагональных вольфрамовых бронз – являются перспективными полупроводниковыми материалами [1–5]. Значение величин их удельной электропроводности находятся в области  $\chi = 10^{-7} - 10^{-10} \text{ ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ . Величины температурных коэффициентов сопротивления (ТКС) свидетельствуют об ионном механизме электропроводности в данных соединениях и для различных температурных интервалов имеют различные значения, что связано со структурными превращениями в них [2].

При нагревании образцов аппроксимируется экспоненциальная зависимость от температуры, типичная для полупроводниковых материалов. Отклонение от закона  $x = x_0 \cdot e^{E/KT}$  связано с процессами дефектообразования в структуре при удалении молекул воды и групп аммония, а также обусловлено кристаллизацией продуктов термолиза. Как известно, упорядочение структуры приводит к уменьшению электропроводности вследствие уменьшения числа дефектов. Характер изменения электропроводности от температуры свидетельствует об отсутствии образования хорошо проводимых вольфрамовых бронз при термолизе аммонийных солей гетерополивольфраматов.

Известно, что оксиды ванадия, ниобия, тантала, молибдена и вольфрама являются эффективными модифицирующими добавками, снижающими ТКС рутениевых резисторов. Нами изучены некоторые гетерополивольфраматы с 3d-элементами и продукты их термолиза в качестве заменителей драгметаллов и добавок в пасты для толсто пленочных резисторов для микроэлектроники.

Зависимость ТКС резисторов, содержащих 65,0 мас.% свинцовоборосиликатного стекла, от количества добавки гетерополивольфраматов приведена в таблице, из которой следует, что замена 20 весовых процентов рутенита свинца на ГПВ приводит к снижению ТКС резисторов, т.е. улучшает их электрофизические характеристики. Подобная закономерность установлена для оксидных добавок d-элементов V–VI групп Периодической системы элементов. Её можно объяснить тем, что по мере введения в рутенит свинца, имеющего положительный ТКС, полупроводниковой добавки с отрицательным ТКС, общее значение ТКС резисторов также уменьшается.

Однако дальнейшее увеличение процента ГПВ в пасте (замена свыше 20%  $Pb_2Ru_2O_6$  на ГПВ) неожиданно приводит к росту ТКС резисторов. Это аномальное поведение ТКС, а также непропорциональный рост сопротивления резисторов (величина сопротивления возрастает не более, чем в 3–6 раз) невозможно объяснить без предположения о появлении новых носителей зарядов или новых соединений в процесс обжига рутениевых резистивных паст.

Таблица

Состав и электрофизические характеристики резисторов на основе рутенита свинца и ГПВ металлатов аммония

№ п/п	$Pb_2Ru_2O_6$ , масс.%	ГПВ никелат аммония, масс.%	ГПВ кобальтат аммония, масс.%	% $Pb_2Ru_2O_6$ , замещен-ный на ГПВ	$R_{кОм}$	ТКС $10^6$ , град <sup>-1</sup>
1	35,0	0	–	0	8	+120
2	31,5	3,5	–	10	9	0
3	28,0	7,0	–	20	12	-70
4	24,5	10,5	–	30	13	0

5	21,0	14,0	–	40	17	+320
6	17,5	17,5	–	50	20	+360
7	13,0	22,0	–	60	25	+380
8	35,0	–	0	0	8	+100
9	31,5	–	3,5	10	10	0
10	28,0	–	7,0	20	13	–40
11	24,5	–	10,5	30	13	0
12	21,0	–	14,0	40	31	+255
13	17,5	–	17,5	50	40	+290
14	13,0	–	22,0	60	50	+300

Изучение фазового состава образцов рутениевых резистивных паст, прокаленных при 850°C показало, что в них протекает химическое взаимодействие, приводящее к образованию вольфрамата свинца, вольфрамата кобальта или никеля и оксида рутения(IV). Оксидные соединения вольфрама(VI) обладают более выраженными кислотными свойствами, чем соединения рутения(IV), в результате чего рутенит свинца разрушается с выделением  $\text{RuO}_2$  и связыванием оксида свинца в вольфрамат свинца. Начало химического взаимодействия обнаружено при 325°C, что практически совпадает с температурой распада гетерополивольфраматов аммония.

Таким образом, химизм процесса образования рутениевых резисторов с добавлением гетерополивольфраматов следующим образом объясняет аномальный ход ТКС резисторов от количества введенного гетерополивольфрамата:

- уменьшением концентрации рутенита свинца в резисторе;
- увеличением концентрации в резисторе новой токопроводящей фазы – оксида рутения(IV) – с высоким положительным ТКС,  $\sim 1000^{-6}$  град<sup>-1</sup>;
- увеличением содержания полупроводников с отрицательным значением ТКС ( $\text{CoWO}_4$ ,  $\text{NiWO}_4$ ,  $\text{PbWO}_4$ ).

По-видимому, химизм модифицирующего действия других оксидных добавок d-элементов V–VI групп Периодической системы элементов в рутениевых резисторах аналогичен этому.

Таким образом, изучены электрофизические свойства некоторых гетерополивольфраматов с 3d-элементами и продуктов их термолиза – соединений со структурой типа пирохлора и гексагональных вольфрамовых бронз. Показано, что они являются перспективными полупроводниковыми материалами, в том числе, заменителями драгметаллов (рутения) и добавками для снижения ТКС рутениевых толсто пленочных резисторов для микроэлектроники. Изучены процессы химического взаимодействия в резисторах на основе рутенита свинца с добавками гетерополивольфраматов с 3d-элементами, на основе чего предложен механизм их модифицирующего действия.



## Список литературы

1. Синтез, структура и свойства соединений семейства пирохлора [Текст] / Ф.М. Спиридонов, Е.Б. Петрова, И.Д. Белова и др. Обзорная информация Сер. Научно-технические прогнозы в области катализа, коррозии и синтеза сегнетоматериалов. – М.: НИИТЭХИМ, 1976. – 80 с.
2. Мороз Я.А. О некоторых закономерностях термолиза гетерополиоксо-металлатов с 3d элементами [Текст] / Я.А. Мороз, Л.А. Чередниченко // Журн. Вестник ДонНУ. Серия А: Естественные науки. – 2018. – № 1. – С. 95–104.
3. Химические взаимодействия в резисторах на основе рутенита свинца с добавкой оксида вольфрама(VI) [Текст] / Я.А. Мороз, Н.А. Шевцова, В.И. Волков, В.И. Кривобок // Изв. АН СССР «Неорг. материалы». – 1984. – № 5. – С. 868.
4. Влияние вольфрамсодержащих добавок на свойства толсто пленочных рутениевых резисторов [Текст] / Я.А. Мороз, Н.С. Лозинский, А.И. Груба, Н.А. Шевцова и др. // «Технология и конструирование в электронной аппаратуре» – 1992. – № 3. – С. 50–53.
5. А. с. 1618186 (СССР). Материал для толсто пленочных резисторов МПК(2006.01) H 01 C 7/00. [Текст] / Н.С. Лозинский, Я.А. Мороз, А.И. Груба, Н.А. Шевцова и др.; заявитель и патентообладатель Донецкий государственный университет, – №4395568/24–21; заявл. 22.03.88, опубл. бюлл. откр. и изобр. – № 48. – 1990.

УДК 546.817'824'831

## СОПОСТАВЛЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ СИНТЕЗА НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ ТИТАНАТА БАРИЯ И ЦИРКОНАТА-ТИТАНАТА СВИНЦА ОКСАЛАТНЫМ МЕТОДОМ

*Приседский В.В.*<sup>1</sup>, д-р хим. наук, профессор,

*Погибко В.М.*<sup>2</sup>, канд. хим. наук

<sup>1</sup>ГОУ ВПО Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, ДНР

<sup>2</sup>ГУ НИИ «Реактивэлектрон», г. Донецк, ДНР

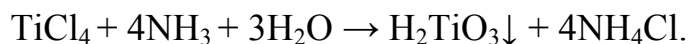
*prisedskyvadim@mail.ru*

Ранее нами показано, что электрофизические свойства пьезокерамики на основе твердых растворов цирконата-титаната свинца (ЦТС) могут быть значительно улучшены в результате консолидации в объемные изделия предварительно синтезированных нанокристаллических порошков [1]. Эффективным методом синтеза нанопорошков ЦТС и других оксидных материалов является термолиз оксалатных прекурсоров [2, 3]. До настоящего времени полная последовательность превращений и составы аморфных промежуточных продуктов при синтезе сложных оксидов перовскитового семейства оксалатным методом остаются дискуссионными.

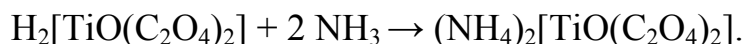
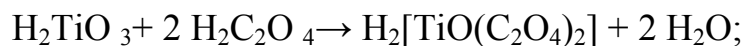
Целью настоящей работы является сравнительное изучение механизмов термолиза оксалатных прекурсоров двух наиболее широко применяемых сегнетокерамик: титаната бария  $BaTiO_3$  и цирконата-титаната свинца  $Pb[(Ti_{0,48}Zr_{0,52})O_3]$ .

Синтез оксалатных прекурсоров проводили следующим образом (на примере титаната бария).

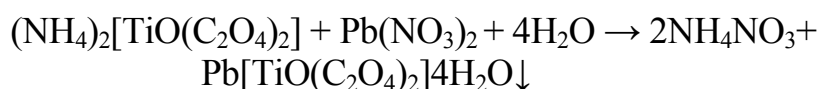
Сначала водным раствором аммиака осаждали гидроксид титана (и/или циркония) из раствора его хлорида:



Осадок, отмытый от хлорид-ионов, растворяли в щавелевой кислоте, а затем нейтрализовали аммиаком до  $\text{pH} = 2,5$ :



Катионы аммония замещали на свинец, приливая раствор нитрата свинца:



Синтез оксалатного прекурсора титаната бария завершали высушиванием в сушильном шкафу при  $120\text{ }^\circ\text{C}$ .

Нанокристаллические порошки перовскитовых оксидов синтезированы термическим разложением оксалатных прекурсоров. Процессы термического разложения изучали методами термогравиметрии (ДТА и ДТГ), рентгенофазового анализа и ИК спектроскопии. Для уточнения промежуточных продуктов и путей реакций термолиза результаты сопоставлялись с данными, полученными при изучении большой совокупности специально синтезированных отдельных оксалатных ацидокомплексов различного состава.

На рис. 1 и 2 сопоставлены установленные схемы термолиза оксалатных прекурсоров при получении нанопорошков титаната бария и ЦТС.

Для термолиза прекурсора ТБ характерны следующие стадии: удаление воды (АБ, до  $T_1 = 210\text{ }^\circ\text{C}$ ), разложение одной из оксалатных групп (БВ), удаление большей части остальных групп лигандов по нескольким параллельным реакциям (ВГ) с образованием  $\text{BaCO}_3$  и  $\text{TiO}_2$  или полититанилкарбонатов. На стадии ГД, при сравнительно низких температурах происходит быстрое образование перовскитовой фазы – кристаллического титаната бария. Превращение  $\alpha\text{-BaCO}_3 + \text{TiO}_2$  в  $\text{BaTiO}_3$  по низкотемпературной ветви синтеза завершается при температуре  $T_6 = 730\text{ }^\circ\text{C}$ . Однако полное завершение синтеза может затягиваться до значительно более высоких температур  $T_7 = 1000\text{ }^\circ\text{C}$ .

Механизм термолиза оксалатного прекурсора цирконата-титаната свинца в целом аналогичен механизму распада прекурсоров титаната бария. Промежуточное соединение  $\text{Pb}[\text{TiO}(\text{C}_2\text{O}_4)\text{CO}_3]$  при распаде не образуется. Основное же отличие заключается в том, что синтез цирконата-титаната свинца завершается при значительно меньшей температуре ( $T_7 = 770\text{ }^\circ\text{C}$ ), чем титаната бария.

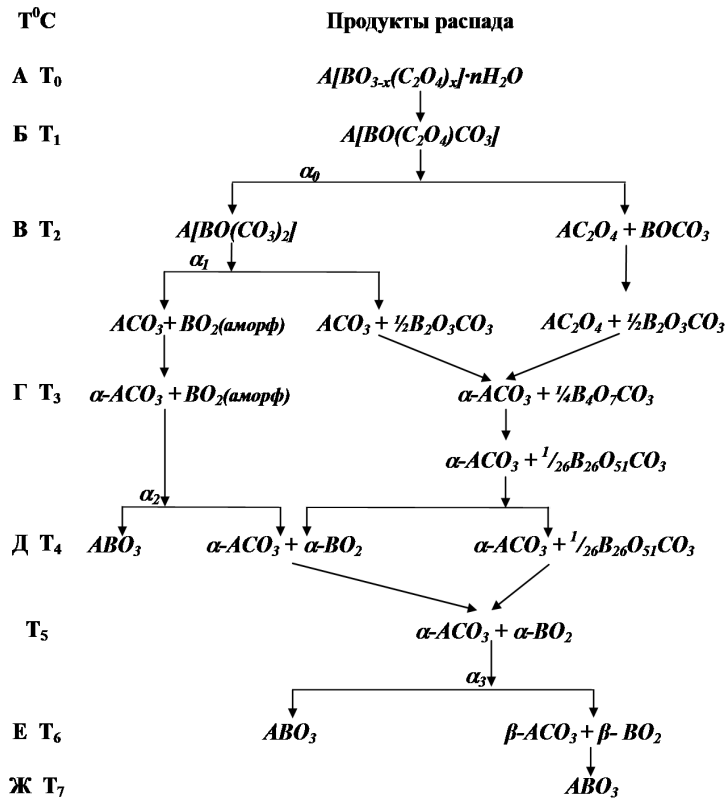


Рис. 1. Обобщенная схема термодеструкции оксалатного прекурсора титаната бария (A = Ba, B = Ti)).

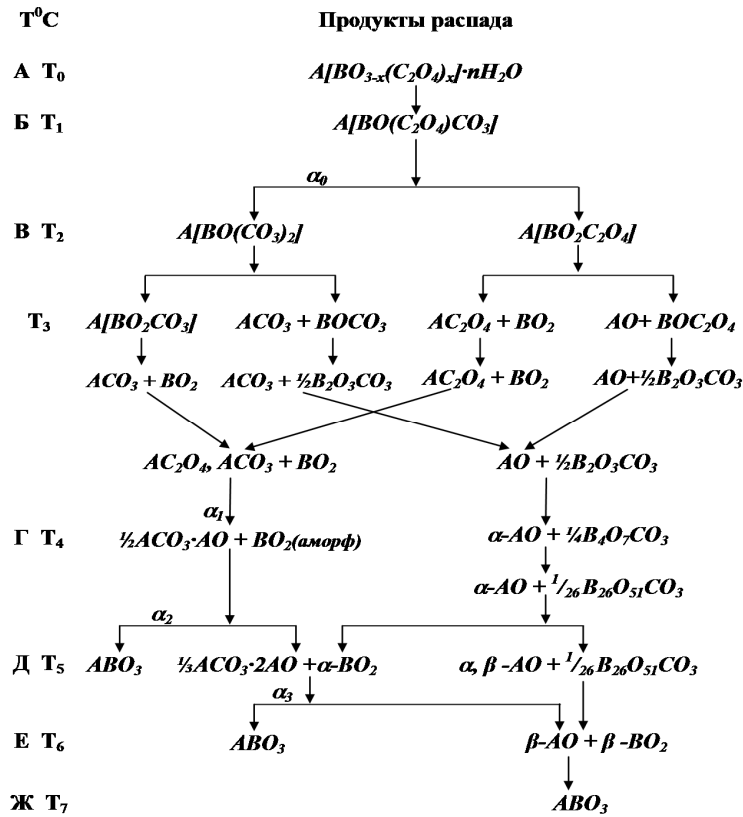


Рис. 2. Обобщенная схема термодеструкции оксалатного прекурсора цирконата-титаната свинца (A = Pb, B = Ti, Zr).

## Список литературы

1. Prisedskii V.V., Pogibko V.V., Polishchuk V.S. Production and Properties of Nanostructured Metal-Oxide Lead Zirconate–Titanate Piezoceramics // Powder Metallurgy and Metal Ceramics. – 2014. – V.52, No.9-10. – P.505-513.
2. Приседский В.В., Погибко В.М. Синтез цирконата бария из оксалатного прекурсора // Вісник Донецького національного університету, Сер.А: Природничі науки. – 2011. – № 1. – С. 101-107.
3. Приседский В.В., Загорулько О.В., Погибко В.М., Кисель Н.Г. Механизм синтеза нанокристаллического твердого раствора ЦТС из оксалатного прекурсора // Наукові праці Донецького національного технічного університету (The Bulletin of DonNTU). Серія: Хімія і хімічна технологія (The Chemical Series). – Вип.2 (23). – 2014. – С.49-59.

УДК 371.38:37.04

## МЕХАНИЗМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО КУРСУ ХИМИИ В ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КОЛЛЕДЖАХ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ

*Сторожева О.М.*

ГПОУ «Донецкий педагогический колледж», г. Донецк, ДНР

**Введение и актуальность рассматриваемой проблемы.** Одной из наиболее актуальных задач в совершенствовании преподавания дисциплины «Химия» в соответствии с учебными планами подготовки специалистов младшего звена в педагогических колледжах является расширение сферы использования комплексов компьютерных технологий, информационных образовательных ресурсов для методического обеспечения учебного процесса [1–5]. К причинам важности этой задачи, наряду с прочими, в современных условиях относятся ограниченные возможности по проведению натуральных химических экспериментов. Избежать данного недостатка практически невозможно без применения компьютерных средств поддержки учебного процесса, прежде всего путем проведения имитационных компьютерных химических экспериментов на базе виртуальных лабораторий.

**Целью** представляемого исследования в связи с изложенными соображениями является выработка круга методических приемов по использованию виртуальных компьютерных химических лабораторий с учетом содержания рабочих программ учебного курса «Химия» для студентов педагогических колледжей.

**Результаты исследований.** На основе изучения спектра доступных разработок проанализированы содержательные возможности использования виртуальных лабораторий для проведения имитационных компьютерных химических экспериментов в соответствии с перечнем тем преподаваемого курса и предусмотренной тематикой лабораторных работ.

Возможности их использования для устранения дисбаланса в пропорциях преподаваемых теоретических знаний и возможностях их практического закрепления, в настоящий момент реализуются рядом программных разработок и опубликованных специализированных методологических рекомендаций. Задачей преподавателя исходя из цели эффективного использования виртуальных химических лабораторий, в первую очередь является приобретение компетенций по использованию программно-аппаратных комплексов, позволяющих проводить опыты без непосредственного контакта с реальной установкой или при полном отсутствии таковой. Это также освоение программного обеспечения, позволяющего проводить лабораторные опыты на основе реальных лабораторных установок с удаленным доступом при обеспечении возможностей дистанционного управления ими, оцифровки и передачи получаемых данных с использованием электронных коммуникаций. Механизмом совершенствования учебного процесса по курсу химии в педагогических колледжах на основе использования виртуальных лабораторий является разработка дидактически и методически обоснованных сценариев имитационного компьютерного эксперимента, создание рекомендаций по выполнению виртуальных химических лабораторных работ для закрепления знаний и умений как в аудиторной, так и во внеаудиторной самостоятельной деятельности. Помимо прочего, виртуальные лабораторные работы обеспечивают безопасность пользователей в условиях работы с высокими напряжениями или химическими веществами высокой токсичности; позволяют наблюдать процессы, трудноразличимые в реальных условиях из-за малых размеров наблюдаемых частиц (молекулы, атомы) или процессов, протекающих за доли секунды или, напротив, длящихся в течение нескольких лет; устраняют сложности введения результатов реальных натуральных экспериментов в системы обработки благодаря упрощенному либо автоматическому занесению результатов в электронные таблицы, снижающему риск технических ошибок. Практикующим имитационные эксперименты преподавателям необходимо владеть представлениями о выделении двух типов виртуальных лабораторий [6] в зависимости от способа представления знаний о предметной области – лабораторий первого типа, в которых представление знаний о предметной области основано на отдельных фактах и предусмотрен ограниченный набор заранее запрограммированных экспериментов, и лаборатории второго типа позволяющие проводить любые эксперименты с помощью использования математических моделей, позволяющих определить результат любого эксперимента и соответствующее визуальное представление, не ограничиваясь заранее подготовленным набором результатов.

К числу доступных современных сетевых ресурсов, представляющих виртуальные химические лаборатории, следует в первую очередь отнести ресурсы ChemicalEducationResearch ([www.group.chem.iastate.edu/](http://www.group.chem.iastate.edu/)),

IrYdiumChemistryLab ([www.chemcollective.org/vlab/vlab.php](http://www.chemcollective.org/vlab/vlab.php)), VirtuLab ([www.virtulab.net](http://www.virtulab.net)), VirtualChemistryLaboratory (Virtualchemistry – [www.chem.ox.ac.uk/vrchemistry/](http://www.chem.ox.ac.uk/vrchemistry/)), «Экспериментальная химия» ([www.chemexperiment.narod.ru/index.html](http://www.chemexperiment.narod.ru/index.html)), в которых для демонстрации проводимых опытов используется большой набор видеофрагментов. Достоинством этих ресурсов являются требования к владению компьютером на уровне первичного пользователя. В частности, применительно к программе курса химии для студентов педагогического колледжа эффективным является применение программного продукта VirtuLab, реализованного в технологии Flash с линейными схемами опытов, в которых вся последовательность действий и результаты опыта заданы заранее. Востребованными в соответствии с рабочей программой курса являются виртуальные лабораторные работы со следующей тематикой: «Вытеснение одного металла другим из раствора соли», «Знакомство с образцами металлов и сплавов», «Знакомство с образцами природных соединений неметаллов», «Идентификация неорганических соединений», «Распознавание хлорид-, сульфат-, карбонат анионов и катионов аммония, натрия, калия, кальция, бария», «Распознавание хлоридов и сульфатов», «Решение экспериментальных задач по теме «Металлы и неметаллы».

**Заключение.** Итогом описываемых исследований являются методические рекомендации в области номенклатуры и использования функциональных возможностей виртуальных химических лабораторий, применение которых позволяет совершенствовать учебный процесс по курсу химии в педагогических колледжах, а также основных компетенций преподавателя в области компьютерных технологий, обеспечивающих реализацию перечисленных возможностей.

### Список литературы

1. Гавронская Ю.Ю., Оксенчук В.В. Виртуальный учебный химический эксперимент как специфический метод обучения и познания // Методика преподавания химических и экологических дисциплин сборник научных статей VIII Международной научно-методической конференции. Брест, 26-27 ноября 2015 г. – Брест: БГТУ. – 2015. – С. 33-36.
2. Ли В.Г., Дроздов Ю.А. Виртуальные лаборатории как перспективные информационные технологии в учебном процессе // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2003. – Т. 30. – № 1. – С. 221.
3. Савкина А.В., Савкина А.В., Федосин С.А. Виртуальные лаборатории в дистанционном обучении // Образовательные технологии и общество. – 2014. – Т. 17. – № 4. – С. 507–517.
4. Саданова Б.М., Олейникова А.В., Альберти И.В. и др. Применение возможностей виртуальных лабораторий в учебном процессе технического вуза // Молодой ученый. – 2016. – № 4. – С. 71-74.
5. Сторожева О.М. Компьютерно-информационная методическая поддержка преподавания учебного курса химии в педагогическом колледже // Донецкие чтения

2016. Образование, наука и вызовы современности: Материалы I Международной научной конференции (Донецк, 16-18 мая 2016 г.) – Том 6. – Ростов-на-Дону: Издательство Южного Федерального университета, 2016. – С. 319-322.
6. Трухин А.В. Виды виртуальных компьютерных лабораторий // Открытое и дистанционное образование. – 2003. – № 3. – С. 12–20.

УДК 546.26-162

## ОСОБЕННОСТИ ТЕМПЛАТНОГО СИНТЕЗА УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ НА КАРБОНАТЕ КАЛЬЦИЯ

*Хрипунов С.В.*, канд. хим. наук, *Прудченко А.П.*, канд. хим. наук,  
*Савоськин М.В.*, канд. хим. наук, ст. научн. сотр.,  
*Протасевич Ю.С.*

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

**Введение.** В настоящее время наиболее предпочтительным подходом к синтезу наноструктур является направленный синтез, при котором рост и сборка наночастиц происходит из отдельных атомов и молекул. В частности, широко применяется темплатный (матричный) синтез, который позволяет получать материалы с управляемой формой, размером, внутренней структурой. Такой подход актуален при создании пористых углеродных наноструктур с высокой удельной поверхностью, адсорбционной емкостью, электро- и теплопроводностью, которые в последнее десятилетие широко применяются для создания устройств для хранения и превращения энергии, адсорбентов, катализаторов, средств доставки лекарств и пр. [1].

Ранее нами были изучены закономерности процесса осаждения углерода CVD-методом на мезопористом силикагеле Silpearl при использовании разных по природе газов-носителей – двуокиси углерода, гелия [2].

**Целью** настоящей работы было исследование особенностей протекания CVD-процесса с использованием в качестве темплата карбоната кальция (кальцита). Выбор темплата обусловлен его доступностью, дешевизной, а также простой технологией удаления. Процедуру CVD-осаждения углерода проводили на установке, описанной ранее в работе [2]. Прекурсором осаждаемого углерода служила коммерческая пропан-бутановая смесь. Морфологию поверхности образцов исследовали методом сканирующей электронной микроскопии (СЭМ).

**Результат.** Проведенные исследования свидетельствуют, что химическая природа темплата оказывает существенное влияние на характер

осаждения углерода CVD-методом. При использовании в качестве газ-носителя  $\text{CO}_2$  процесс осаждения углерода на кальците идет только по внешней поверхности кристаллов и углеродный наноматериал (УНМ) после удаления минеральной части представляет собой полые «ящики» с толщиной стенки 0,6 – 0,8 мкм (рис.1, б).

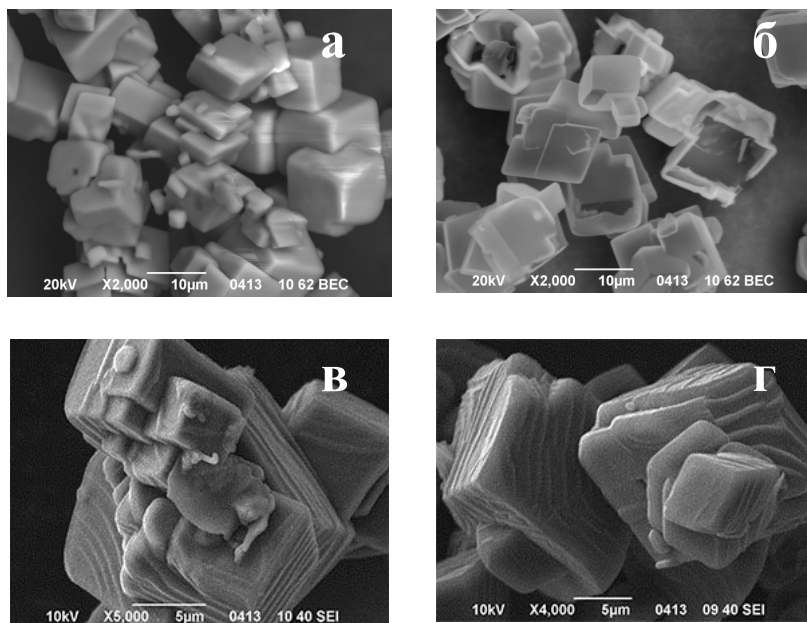


Рис. 1. СЭМ-микрофотографии исходного  $\text{CaCO}_3$  (а), углеродного продукта после удаления темплата ( $\text{Pr-But} = 30 \text{ см}^3/\text{мин}$ ,  $\text{CO}_2 = 60 \text{ см}^3/\text{мин}$ ,  $T = 800 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $t = 8 \text{ ч}$ ) (б), промежуточного углерод-минерального продукта ( $\text{Pr-But} = 30 \text{ см}^3/\text{мин}$ ,  $\text{He} = 60 \text{ см}^3/\text{мин}$ ,  $T = 800 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $t = 8 \text{ ч}$ ) (в), углеродного продукта после удаления темплата ( $\text{Pr-But} = 30 \text{ см}^3/\text{мин}$ ,  $\text{He} = 60 \text{ см}^3/\text{мин}$ ,  $T = 800 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $t = 8 \text{ ч}$ ) (г)

При замене газ-носителя  $\text{CO}_2$  на инертный  $\text{He}$  осаждение углерода идет не только по поверхности темплата, но и в его объеме, что видно на СЭМ-изображениях (рис. 1, в-г). Это является следствием перестройки кристаллической решетки темплата с гексагональной ( $\text{CaCO}_3$ ) в кубическую ( $\text{CaO}$ ), происходящей *in situ* по топахимическому механизму [3]. Возникающий при этом свободный объем и заполнение его углеродным депозитом приводит к образованию слоистых углеродных продуктов, а большая площадь поверхности границ раздела фаз, а также более высокая реакционная способность  $\text{CaO}$  к значительному (более чем в 5 раз) росту удельного выхода УНМ, так что уже при температуре  $800 \text{ }^\circ\text{C}$  он практически такой же, как и в CVD-процессе с мезопористым силикагелем, удельная площадь поверхности которого на два порядка выше, чем у кальцита ( $S_{\text{Silpearl}} = 700 \text{ м}^2\text{г}^{-1}$ ,  $S_{\text{CaCO}_3} = 2 \text{ м}^2\text{г}^{-1}$ ). Следует отметить, что при дальнейшем повышении температуры процесса его эффективность значительно повышается. Это иллюстрируют данные рис. 2.



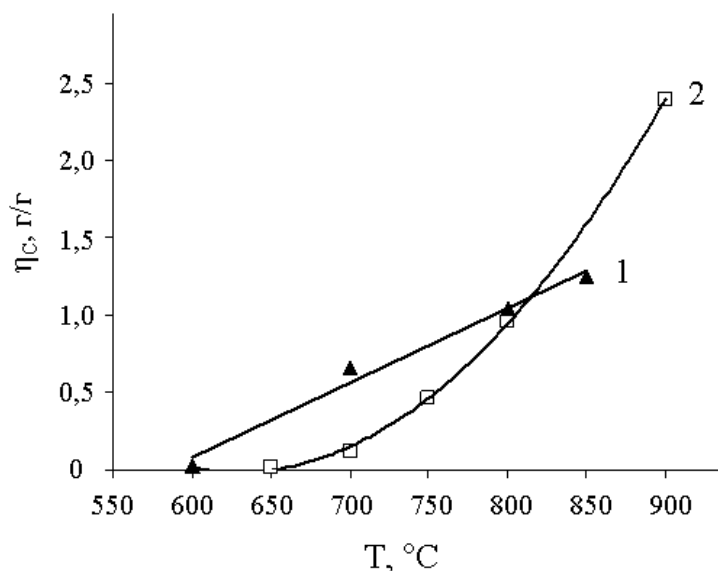


Рис. 2. Зависимость удельного выхода УНМ от температуры CVD-процесса: 1 – силикагель Silpearl, Pr-But = 30 см<sup>3</sup>/мин, CO<sub>2</sub> = 60 см<sup>3</sup>/мин, t = 8 ч; 2 – CaO, Pr-But = 30 см<sup>3</sup>/мин, Ar = 60 см<sup>3</sup>/мин, t = 8 ч

**Заключение.** Показано, что процесс осаждения углерода существенным образом зависит от химической природы и структуры темплата. При использовании в качестве газа-носителя CO<sub>2</sub> на кальците осаждение углерода происходит только на внешней поверхности частиц, в отличие от темплатов с развитой архитектурой пор (SiO<sub>2</sub>), для которых характерно осаждение углерода внутри пор и на внешней поверхности гранул. При использовании инертного газа-носителя He во всех случаях процесс осаждения углерода проходит как внутри частиц на активной поверхности мезопор, так и на наружной поверхности темплата. При этом применение в качестве темплата кальцита обеспечивает производительность синтеза УНМ, не уступающую таковой при использовании силикагеля, однако значительно упрощает процедуру удаления минеральной части, снижая количество и токсичность отходов.

### Список литературы

1. Molecular-based design and emerging applications of nanoporous carbon spheres / J. Liu [et al.] // Nature Mater. – 2015. – Vol. 14. – P. 763 – 774.
2. Закономерности процесса темплатного синтеза пористых углеродных наноматериалов методом CVD / Прудченко А.П., Падун О.М., Хрипунов С.В. и др. // Вестник Луганского национального университета имени Владимира Даля. – 2018. – № 5(11). – С. 299-303.
3. Шмитько Е.И. Химия цемента и вяжущих веществ: учебное пособие / Е.И. Шмитько, А.В. Крылова, В.В. Шаталова – Воронеж : Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т. – 2005. – 164 с.

## ФЛЮОРИТОПОДОБНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ В СИСТЕМЕ $\text{La}_2\text{O}_3 - \text{Eu}_2\text{O}_3 - \text{MoO}_3$

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

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

*Chebyshev.konst@mail.ru*

Соединения  $\text{Ln}_5\text{Mo}_3\text{O}_{16+\delta}$  со структурой флюорита являются интересными объектами изучения ввиду их ионопроводящих, каталитических и люминесцентных свойств. Также данные соединения привлекают внимание как модельные объекты для фундаментального изучения изоморфных замещений.

Молибдаты  $\text{Ln}_5\text{Mo}_3\text{O}_{16+\delta}$  имеют искаженную структуру флюорита ввиду наличия катионов, значительно отличающихся размером и зарядом. Это ведет к смещению ионов кислорода из позиций идеального флюорита и образованию тетраэдров  $\text{MoO}_4$ . Так как молибден легко меняет степень окисления, то содержание кислорода непостоянно. Его стехиометрия близка к 16 для образцов, полученных в восстановительных условиях синтеза (при этом треть молибдена находится в степени окисления +5) и стремится к 16,5 для полностью окисленных образцов. Сверхстехиометрический кислород располагается в октаэдрических пустотах флюорита.

Так как такой тип структуры в окислительных условиях реализуется только для молибдатов празеодима и неодима, представляется интересным получение смешанных молибдатов лантаноидов с большим и меньшим ионным радиусом

Методом рентгенофазового анализа показано, что на концентрационной диаграмме существуют четыре фазы со структурами  $\text{La}_2\text{Mo}_2\text{O}_9$ ,  $\text{Ln}_5\text{Mo}_3\text{O}_{16+\delta}$ ,  $\text{Eu}_2\text{MoO}_6$  и  $\text{La}_2\text{MoO}_6$ . Фаза со структурой молибдата европия  $\text{Eu}_2\text{MoO}_6$  (пространственная группа C2/c) существует в диапазоне концентраций европия от 50 (при  $\chi(\text{MoO}_3) \approx 50$  мол.%) до 60 мол.% при содержании  $\text{MoO}_3$  54,5 мол.%. Фаза  $\text{La}_2\text{MoO}_6$  существует в области обогащенной лантаном до 30 мол.%  $\text{Eu}_2\text{O}_3$  при  $\chi(\text{MoO}_3) \approx 54,5$  мол.% и до 50 мол.%  $\text{Eu}_2\text{O}_3$  при содержании  $\chi(\text{MoO}_3) = 50$  мол.%. Кубический молибдат со структурой  $\text{La}_2\text{Mo}_2\text{O}_9$  при  $\chi(\text{MoO}_3) = 50$  мол.% существует при содержании  $\text{Eu}_2\text{O}_3$  до 50 мол.%. Также широкая область существования фазы со структурой  $\text{La}_2\text{Mo}_2\text{O}_9$  лежит от 52 мол.%  $\text{MoO}_3$  при  $\chi(\text{Eu}_2\text{O}_3) = 30$  мол.% и до 54,5 мол.%  $\text{MoO}_3$  при содержании оксида европия  $\approx 90$  мол.%. В исследованном диапазоне концентраций кубическая флюоритоподобная фаза существует в области 30 – 70 мол.% оксида европия и 50-54,5 мол.% оксида молибдена.

Установлено, что наибольшей проводимостью обладают составы с большим содержанием оксида молибдена. Соотношение «лантан – европий» оказывает меньшее влияние на проводимость. Энергия активации для всех составов составляет около 0,42(3)эВ.

**ИЗОМОРФНЫЕ ЗАМЕЩЕНИЯ И ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ В  $Nd_{5-x}Ln_xMo_3O_{16}$  Ln=Tb, Dy, Ho*****Чебышев К.А., Селикова Н.И., Пасечник Л.В.***

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

*Chebyshev.konst@mail.ru*

Оксидные соединения с ионной проводимостью по кислороду представляют собой перспективные материалы для использования в топливных элементах, газовых сенсорах, кислородных насосах и др. Одним из наиболее известных классов твердых электролитов являются флюориты. В системе  $Nd_2O_3 - MoO_3$  существует соединение  $Nd_5Mo_3O_{16}$  с искаженной флюоритоподобной структурой, проявляющее высокую ионную проводимость. Но изоморфные замещения в этом соединении изучены очень слабо, несмотря на то, что изоморфные замещения являются эффективным способом, как регулирования свойств материалов, так и установления фундаментальных зависимостей «состав – структура – свойства». Поэтому, в данной работе были исследованы замещения неодима на более тяжелые редкоземельные элементы – тербий, диспрозий и гольмий.

Методом рентгенофазового анализа установлено, что кубическая структура флюорита существует в  $Nd_{5-x}Ln_xMo_3O_{16}$  до  $x=2$  для систем с диспрозием и гольмием и до  $x=1$  в системе с тербием. Вторая фаза, существующая в системах, имеет моноклинную структуру  $Ln_2MoO_6$ . Однофазные образцы с флюоритной структурой получены до  $x=0,5$  для всех систем. Смещение рефлексов при увеличении содержания более тяжелого лантаноида с меньшим ионным радиусом сопровождается закономерным уменьшением параметров ячеек для твердых растворов на основе как флюоритоподобной, так и моноклинной фазы. Распределение элементов по поверхности однородно и соответствует заданному составу. Так же, для полученных образцов в области существования кубической фазы была исследована температурная зависимость проводимости. Для всех образцов она имеет термоактивационный характер и спрямляется в координатах «логарифм проводимости – обратная температура». Для модифицированных составов температурная зависимость проводимости имеет два прямолинейных участка, которые отвечают примесной и собственной проводимости. Энергия активации собственной проводимости лежит в пределах 0.8–1.1 эВ. Зависимость полного импеданса и энергии активации от содержания модификатора имеет нелинейный характер, при этом, экстремумы наблюдаются в средней области составов твердых растворов.

## ИССЛЕДОВАНИЕ МОЛИБДАТА ПРАЗЕОДИМА $\text{Pr}_5\text{Mo}_3\text{O}_{16+\delta}$ МЕТОДОМ ФУРЬЕ-ДИФРАКЦИИ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ

*Чебышев К.А.<sup>1</sup>, Турченко В.А.<sup>2</sup>*

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

<sup>2</sup> Объединённый институт ядерных исследований, г. Дубна, Россия

*Chebyshev.konst@mail.ru*

Молибдаты редкоземельных элементов с флюоритоподобной структурой представляют интерес как смешанные электронно-ионные проводники. Ключевые особенности строения этих соединений обеспечивают высокие значения кислород-ионной проводимости при средних температурах.

Молибдаты  $\text{Pr}_5\text{Mo}_3\text{O}_{16+\delta}$  имеют структуру производную от структуры флюорита, в которой катионные позиции заняты ионами  $\text{Pr}^{3+}$  и  $\text{Mo}^{6+}$ . Ионы кислорода смещены из позиций идеального флюорита и образуют тетраэдры  $\text{MoO}_4$ , которые упорядочены по восьми субъячейкам, образующим сверхструктуру  $2 \times 2 \times 2$  по отношению к неискаженному флюориту. Кислородная стехиометрия данных соединений непостоянна и в зависимости от условий может изменяться в пределах  $0 \leq \delta \leq 0,5$ , что связано с легким изменением степени окисления молибдена  $+6/+5$ . Соотношение металл – кислород в составах с максимальным содержанием кислорода больше, чем в  $\text{CaF}_2$  и равно 2,0625, что соответствует наличию двух дополнительных ионов кислорода на одну элементарную ячейку.

Наличие сверхстехиометрического кислорода является причиной высоких значений ионной проводимости у ряда соединений  $\text{Ln}_5\text{Mo}_3\text{O}_{16+\delta}$  и позволяет отнести их к классу анион-избыточных соединений на ряду с флюоритоподобными фторидами свинца-РЗЭ. Однако, определение точного расположения дополнительных ионов кислорода вызывает трудности, связанные с их небольшим содержанием, относительно малым атомным номером кислорода и не активностью изотопа  $^{16}\text{O}$  в ЯМР-спектрах.

В данной работе уточнение структуры было проведено методом Ритвельда по данным фурье-дифракции нейтронов высокого разрешения. Определены параметры ячейки, координаты атомов, тепловые параметры в анизотропном приближении при различных температурах. Показано, что наиболее вероятным расположением дополнительных атомов кислорода является позиция 2a, что соответствует результатам расчета методом валентности связей.

# Физическая химия

УДК 678.048.2:547.565:544.421:544.43:544.18

## ХЕМИЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ РЕАКЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГИДРОКСИБЕНЗОЛОВ С ЦИАНОПРОПИЛПЕРОКСИЛЬНЫМИ РАДИКАЛАМИ

*Белая Н.И.*, канд. хим. наук, доцент,

*Белый А.В.*, канд. хим. наук, доцент, *Тихонова Г.А.*

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

*nat.iv.belaya@gmail.com*

**Введение.** Использование радикалов искусственного происхождения является важным инструментом при поиске, подборе и исследовании специальных веществ – антиоксидантов (АО). Несмотря на то, что синтетические радикалы не могут полностью имитировать действие природных радикалов, изучение реакций с их участием всегда предшествует тестированию АО на реальных системах. Причина заключается в преимуществах модельных реакций: 1) минимальном наборе побочных реакций; 2) простоте при изучении механизма реакции; 3) широком выборе растворителей и варьировании рН среды.

Наиболее близки к природным радикалам ( $\text{HO}\cdot$ ,  $\text{O}_2^{\cdot-}$ ,  $\text{HO}\cdot$ ,  $\text{ROO}\cdot$  и т.д.) искусственные лабильные пероксирадикалы. Один из простых и доступных способов их получения – распад азоинициаторов под действием температуры или света. Использование липо- и гидрофильных азосоединений таких как 2,2'-азобисизобутиронитрил, 2,2'-азобис(2-амидинопропан)дигидрохлорид и т.д. позволяет генерировать лабильные O- и C-центрированные радикалы в течение продолжительного времени, варьировать их структуру и растворимость. С участием таких радикалов проводится оценка реакционной способности природных антиоксидантов разных групп и изучение продуктов их превращения методами ЭПР- и УФ-спектроскопии, флуоресценции, иодометрии. При этом крайне мало сведений об исследованиях такого плана хемилюминесцентным методом, который широко применяется при радикально-цепном окислении многокомпонентных липидных субстратов.

**Целью** данной работы является исследование хемилюминесценции реакции взаимодействия гидроксibenзолов с цианопропилпероксильными радикалами в бензоле и тетрахлорметане при  $T=323\pm 2$  К.

**Экспериментальная часть.** В качестве прототипа пероксирадикалов органических субстратов использовались цианопропилпероксильные радикалы, образующиеся при распаде 2,2'-азобисизобутиронитрила (AIBN) в неполярных растворителях (бензол, тетрахлорметан), насыщенных

кислородом воздуха при температуре  $323 \pm 2$  К. Объекты исследования – фенолы (PhOH) природного происхождения, относящиеся к группе гидроксibenзолов. Антиоксидант сравнения – 6-гидрокси-2,5,7,8-тетраметилхроман-2-карбоновая кислота (тролокс). Антирадикальная активность PhOH определялась методом хемилюминесценции. Активатор свечения – 9,10-дибромантрацен (DBA). Дейтерозамещенные гидроксibenзолы синтезировались методом изотопного обмена в реакции с оксидом дейтерия.

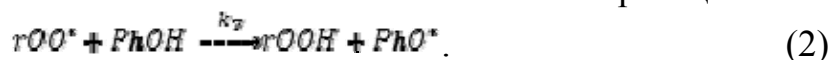
**Результаты и их обсуждение.** При рекомбинации пероксирадикалов AIBN ( $rOO^\bullet$ ) может возникать хемилюминесценция (ХЛ), источником которой является излучение света электронно-возбужденными молекулами кетона и альдегида ( $M^*$ ):



Поскольку к возникновению ХЛ приводит реакция 1, то интенсивность ХЛ пропорциональна квадрату концентрации перекисных радикалов:  $I \sim [rOO^\bullet]^2$ .

Установлено, что при распаде AIBN в водородсодержащем растворителе – бензоле ( $C_6H_6$ ) на начальном участке кривой изменения ХЛ во времени возникает всплеск свечения за счет участия в процессе окисления атомов Н молекул растворителя. В тетрахлорметане ( $CCl_4$ ) таких особенностей не наблюдается и интенсивность света со временем монотонно убывает по мере расходования инициатора, что позволяет исследовать систему AIBN –  $O_2$  –  $CCl_4$  классическим методом ХЛ.

При добавлении в систему гидроксibenзолов, как акцепторов пероксирадикалов, интенсивности ХЛ-свечения снижается по реакции:



Показано, что в тетрахлорметане возникает свечение только за счет радикальных реакций (1), поскольку введение в систему АО в избытке приводит к полному подавлению радикальной ХЛ (реакция 2). В бензоле присутствует «остаточное» свечение (молекулярная ХЛ), что вызвано протеканием молекулярных процессов.

Величину константы  $k_7$ , характеризующую антирадикальную активность ингибитора, определяли по величине наклона кинетической кривой хемилюминесценции. В тетрахлорметане АРА гидроксibenзолов более выражена, чем в бензоле, что, по-видимому, связано с влиянием молекулярной ХЛ в системе AIBN –  $O_2$  –  $C_6H_6$ .

В общем тенденции в изменении активность гидроксibenзолов по отношению к цианопропилпероксильным радикалам одинаковы в обоих неполярных растворителях. Это свидетельствует об общем механизме переноса атома водорода от молекулы АО к  $rOO^\bullet$ , что подтверждено наличием дейтериевого изотопного эффекта. Наиболее активны в реакции с пероксирадикалами AIBN пирогаллол и оксигидрохинон, АРА которых выше, чем у тролокса в 2–3 раза.

## **ПРОСВЕЧИВАЮЩАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ МИКРОСКОПИЯ В ИССЛЕДОВАНИИ МАЛОСЛОЙНЫХ ГРАФЕНОВЫХ ЧАСТИЦ**

*Берестнева Ю.В.<sup>1</sup>, Ракша Е.В.<sup>1</sup>, Майданик А.А.<sup>1</sup>, Макух Т.А.<sup>1</sup>,  
Глазунова В.А.<sup>2</sup>, Вдовиченко А.Н.<sup>2</sup>, Савоськин М.В.<sup>1</sup>*

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

<sup>2</sup>ГУ «Донецкий физико-технический институт им. А.А. Галкина», г. Донецк, ДНР  
*berestnevayuv@mail.ru*

Последние два десятилетия отмечены бурными исследованиями в области создания наноматериалов, и углеродных наноматериалов в частности. Графен в лабораторном масштабе был получен различными методами, однако экономически эффективный метод его массового производства все еще остается проблемой. Расслоение в жидкости графита и других материалов, в структуре которых содержатся графеновые слои (терморасширенный графит, соединения интеркалирования графита, оксид графита, фторид графита, углеродные нанотрубки) открывает перспективу для получения как малослойных, так и однослойных графеновых частиц и является наиболее перспективным методом коммерческого производства графена для промышленного применения. Идентификация и изучение графеноподобных наночастиц является весьма непростой задачей. Существует огромное количество методов исследования, их вариаций и модификаций, применимых к углеродным наночастицам. Методы просвечивающей электронной микроскопии и электронной дифракции являются эффективными и наглядными для исследования наноструктур, а также служат проверенными средствами идентификации таких объектов. Возможность прямого наблюдения структуры с высоким разрешением является основным преимуществом просвечивающей электронной микроскопии. Микроэлектронограммы дают возможность судить о симметрии решётки и ориентировке кристалла по симметрии узловых плоскостей, отличать основные отражения от сверхструктурных. Геометрия рефлексов позволяет установить форму узлов обратной решётки, которая отражает ряд структурных особенностей кристалла. Соотношение интенсивностей рефлексов внутреннего круга и внешнего круга электронных дифрактограмм можно использовать для определения толщины исследуемой наночастицы. В данной работе представлены результаты исследования моно- и мультислойных графеновых частиц методом просвечивающей электронной микроскопии.

Графеноподобные частицы генерировали жидкофазным расслоением терморасширенного графита (ТРГ), полученного из соединений соинтеркалирования нитрата графита, при воздействии ультразвука

(42 кГц, 70 Вт). В работе использовали нитрат графита, последовательно соинтеркалированный этилформиатом и уксусной кислотой, с коэффициентом вспучивания  $380 \text{ см}^3/\text{г}$  [1], а также *трет*-бутиловый, бензиловый, изопропиловый, этиловый и метиловый спирты в качестве среды. Длительность ультразвуковой обработки составляла 60 мин.

Микроструктуру полученных таким образом наночастиц изучали методом просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ). На микрофотографиях, представленных на Рис. 1, видны графеноподобные плоские наночастицы размером до нескольких десятков микрометров, дающие четкие рефлексы гексагональной структуры. При высыхании таких наночастиц на аморфной углеродной подложке их структура не меняется. Анализ микрофотографий и микроэлектроннограмм показал, что полученные наночастицы представляют собой суспензии малослойных графеновых частиц, содержащих также и однослойный графен.

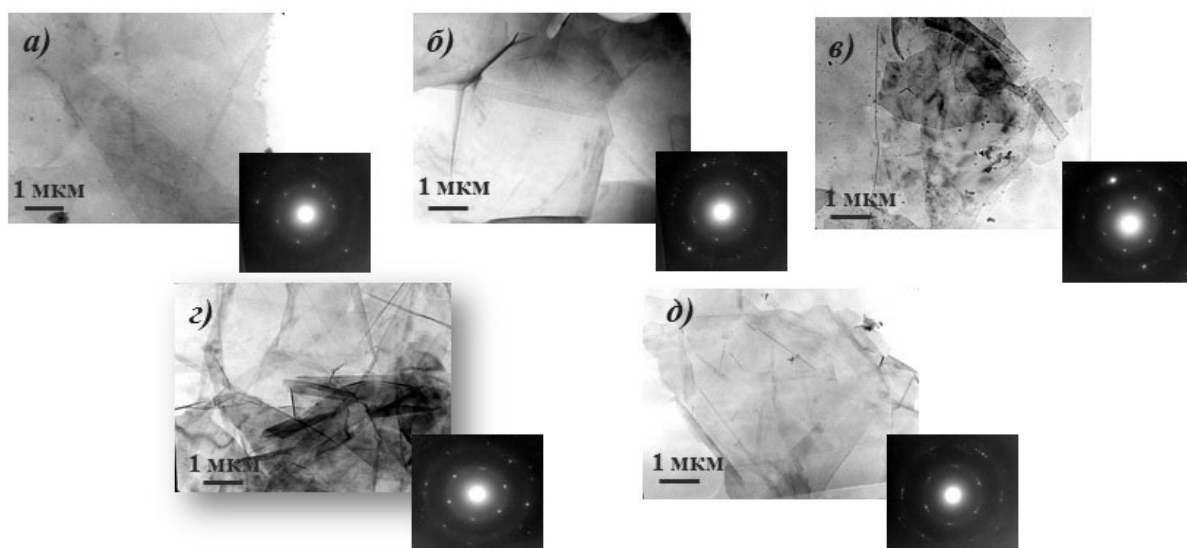


Рис. 1 ПЭМ-микрофотографии графеноподобных наночастиц, полученных расслоением ТРГ в *трет*-бутиловом (а), бензиловом (б), изопропиловом (в), этиловом (г) и метиловом (д) спиртах

Для интерпретации микроэлектроннограмм полученных углеродных наночастиц их сравнивали с электронограммами терморасширенного графита. Для гексагональной решетки определяющими плоскостями являются 100 и 110. Результаты расшифровки микроэлектроннограмм графеноподобных частиц представлены в таблице 1.

Также изучена седиментационная устойчивость суспензий наночастиц, полученных расслоением ТРГ на основе нитрата графита, соинтеркалированного этилформиатом и уксусной кислотой, под действием ультразвуковой обработки в различных растворителях. Оценку седиментационной устойчивости полученных суспензий проводили



визуально сразу после диспергирования. Устойчивость полученных суспензий в зависимости от природы дисперсионной среды уменьшается в ряду спиртов: *трет*-бутиловый  $\geq$  бензиловый  $>$  изопропиловый  $>$  этиловый  $>$  метиловый. Это является косвенным подтверждением того, что полученные графеноподобные частицы не содержат функциональных групп и поэтому лучше диспергируются в менее полярных растворителях.

Таблица 1

Межплоскостные расстояния в полученных графеноподобных частицах по результатам анализа микроэлектроннограмм

Микроэлектроннограмма	d (hkl), Å		(hkl)
	ТРГ	наночастицы	
Расслоение ТРГ в трет-бутиловом спирте			
Рис. 1 – а)	2,103	2,097	100
	1,181	1,181	110
Расслоение ТРГ в бензиловом спирте			
Рис. 1 – б)	2.103	2.097	100
	1.181	1.181	110
Расслоение ТРГ в изопропиловом спирте			
Рис. 1 – в)	2.103	2.086	100
	1.181	1.181	110
Расслоение ТРГ в этиловом спирте			
Рис. 1 – г)	2.103	2.086	100
	1.181	1.181	110
Расслоение ТРГ в метиловом спирте			
Рис. 1 – д)	2.103	2.086	100
	1.181	1.181	110

Таким образом, данные ПЭМ позволяют установить образование малослойных графеновых частиц при расслоении ТРГ на основе соединений соинтеркалирования графита в жидких средах под действием ультразвука.

### Список литературы

1. Ракша Е.В. Углеродные наночастицы на основе новых тройных соединений соинтеркалирования графита / Е.В.Ракша, Ю.В.Берестнева, В.Ю.Вишневский и др. // Химическая физика и мезоскопия. – 2017. – Т. 19, № 3. – С. 448-453.

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕРМИЧЕСКИ РАСШИРЕННОГО ГРАФИТА В ПРОЦЕССЕ СОРБЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ИХ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ

*Войташ А.А., Берестнева Ю.В., Ракиш Е.В.,*

*Ересько А.Б.*, канд. хим. наук

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

г. Донецк, ДНР

*anna.voytash@gmail.com*

Значительную нагрузку на водную среду промышленных регионов оказывают сточные воды промышленных производств. Существующие методы очистки промышленных сточных вод органических веществ не позволяют достичь удовлетворительного уровня качества воды при минимальных затратах. Поэтому совершенствование таких процессов является актуальной задачей. Адсорбционный метод является наиболее эффективным методом очистки сточных вод от органических загрязнителей. Термически расширенный графит (ТРГ), обладающий пористой структурой, развитой удельной поверхностью и низкой насыпной плотностью, может быть использован в качестве сорбирующего материала.

ЯМР спектроскопия является перспективным методом для определения количественных характеристик растворов – химический сдвиг может быть использован как мера концентрации вещества [1].

Целью работы является исследование сорбционных свойств ТРГ относительно органических загрязнителей методом ЯМР  $^1\text{H}$  спектроскопии.

ТРГ был получен в результате термической обработки нитрата графита, последовательно соинтеркалированного уксусной кислотой и этилформиатом. Как было определено ранее [2], при данном способе получения ТРГ обладает наибольшей удельной поверхностью и пористостью.

В работе была проанализирована сорбционная способность полученного ТРГ относительно ряда органических веществ: ацетона, ацетонитрила, 1,4-диоксана. Концентрации исследуемых веществ в водных растворах определяли методом ЯМР  $^1\text{H}$  спектроскопии.

Спектроскопические ЯМР  $^1\text{H}$  исследования выполнены на приборе Bruker Avance II 400 (400 МГц –  $^1\text{H}$ ). В качестве внешнего стандарта использовали ацетон- $\text{d}_6$ . Исследования проводили при температуре 25 °С. Для определения концентрации растворов до и после процесса адсорбции загрязнителей использовали величину изменения химического сдвига протонов соответствующего вещества в растворе ( $\Delta\delta$ , м.д):

$$\Delta\delta = \delta_0 - \delta_i, \quad (1)$$

где  $\delta_0$  – величина химического сдвига протонов чистого вещества, м.д;  $\delta_i$  – величина химического сдвига протонов вещества в растворе, м.д.

Концентрации водных растворов органических веществ варьировали в пределах 0,14 – 18,23 моль/дм<sup>3</sup>. Оценку сорбционной способности ТРГ проводили с помощью изотерм адсорбции, которые определяют зависимость сорбционной емкости (А) от концентрации адсорбата (С) в равновесных условиях при постоянной температуре (рис. 1).

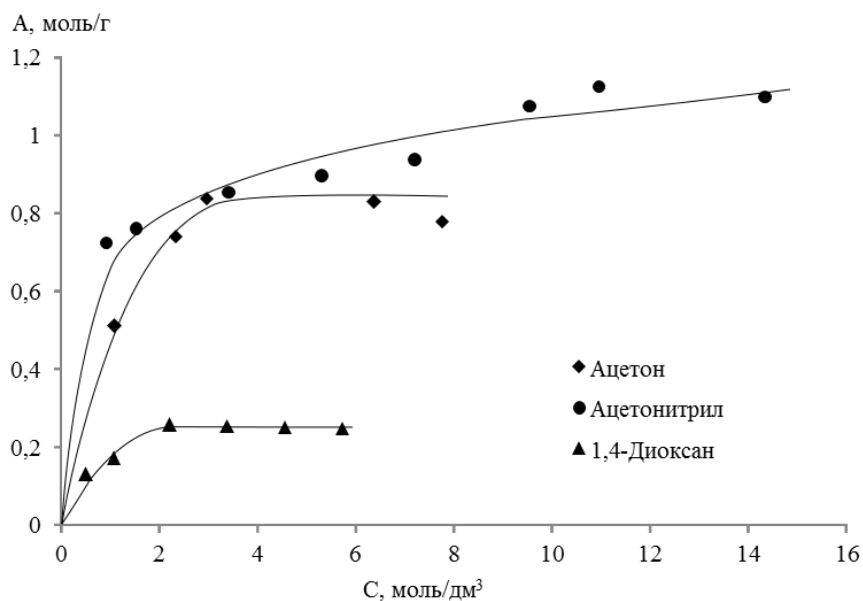


Рис. 1. Изотермы адсорбции органических веществ термически расширенным графитом

Полученные изотермы адсорбции были проанализированы с помощью адсорбционных моделей Ленгмюра и Фрейндлиха. Рассчитанные константы уравнений, а также коэффициенты корреляции (r) представлены в табл. 1.

Таблица 1  
Константы уравнений Ленгмюра и Фрейндлиха для изотерм адсорбции органических веществ

Название вещества	Константы уравнений						$\Delta G$ , кДж/моль
	Уравнение Фрейндлиха			Уравнение Ленгмюра			
	$\alpha$ , моль/г	1/n	r	$A_m$ , моль/г	K	r	
Ацетон	0,49	0,49	0,99	0,97	1,08	0,93	-0,20
Ацетонитрил	0,71	0,17	0,96	1,06	2,03	0,90	-1,75
1,4-диоксан	0,17	0,39	0,97	0,29	1,49	0,98	-0,99

Из анализа данных таблицы видно, что как модель Фрейндлиха, так и модель Ленгмюра подходят для описания процесса адсорбции, поскольку значения С и А обладают сильной корреляцией ( $0,9 < r < 1$ ). Значения

свободной энергии Гиббса отрицательны, что свидетельствует о самопроизвольном протекании процесса адсорбции.

Предельные значения сорбционной емкости, определенные по модели Ленгмюра, представлены в таблице 2.

Таблица 2

Предельная сорбционная емкость термически расширенного графита

Название вещества	Предельная сорбционная емкость, г/г
Ацетон	56,35
Ацетонитрил	43,51
1,4-Диоксан	25,55

Таким образом, сорбционная емкость ТРГ относительно исследуемых органических веществ уменьшается в ряду ацетон – ацетонитрил – 1,4-диоксан. Наибольшей сорбционной емкостью ТРГ обладает по отношению к ацетону: 56,35 г/г. Разработанный сорбент обладает хорошей сорбционной способностью относительно органических веществ. В работе показана возможность оценки сорбционных свойств термически расширенного графита при помощи метода ЯМР <sup>1</sup>H спектроскопии.

#### Список литературы

1. Васильев В.П. Аналитическая химия. Книга 2. Физико-химические методы анализа. М.: ООО «Дрофа», 2007.
2. Войташ А.А., Ганнова Ю.Н., Берестнева Ю.В. Способ получения сорбента на основе термически расширенного графита. Инновационные перспективы Донбасса (Донецк, 24-25 мая 2017 г.): материалы / Донецк: ДонНТУ, 2017. Т.4. С. 71–74.

УДК 666.972.1

## ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАВЛЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ КЕРАМИКИ

*Кусмарова Д.А., Горбатко С.В.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, ДНР  
*svgnick7@mail.ru*

Строительство новых сооружений требует немалых финансовых затрат, на практике их существенно снижают эффективно используя вторичные материалы в качестве которых используют несортированный стеклобой [1] преимущество которого заключается в том, что оно не поддается разрушающему воздействию природных факторов, на него не действует большинство органических, минеральных кислот, грибков и бактерий. Стекло способно сохранять первоначальную структуру многие

десятки лет, с течением времени прочностные характеристики его не меняются. Поэтому его возможно использовать в качестве компонента строительной керамики. Технология изготовления бетонных смесей с использованием стеклобоя, не отличается от технологии приготовления газобетона и бетонной смеси на основе портландцемента и извести.

Для получения строительных материалов стекло подготавливают сортировкой, дроблением, помолом и рассеиванием на фракции. Крупные фракции (более 5 мм) используются в качестве крупного заполнителя, мелкие (менее 5 мм.) – как мелкий заполнитель, а тонкомолотый порошок – как связующее.

Из-за того, что стекло при смешивании с водой не проявляет вяжущих свойств, используется активация различными соединениями щелочных металлов, для реакции гидратации. При достижении определенных значений рН среды, образуемые при гидратации стекла, кремниевые кислоты, начинают превращаться в гель, который, в свою очередь, уплотняясь, придает однородность крупным и мелким фракциям заполнителя. На выходе получается стеклобетон – прочный и долговечный силикатный конгломерат.

Применение отходов стекла в изготовлении бетонных изделий позволяет повысить прочность изделий, улучшить их тепло- и звукоизоляционные свойства, снизить коэффициент температурного расширения, улучшить внешний вид бетонных изделий, а так же решить проблему утилизации отходов.

### Список литературы

1. Мелконян Р.Г. Экологические и экономические проблемы использования стеклобоя в производстве стекла: учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2013. 100 с.

УДК 54.056; 538.958

### СИНТЕЗ АП-КОНВЕРСИОННЫХ НАНОЧАСТИЦ $\text{SrF}_2:\text{Yb,Er}@\text{SrF}_2$

*Линник Д.С.<sup>1</sup>, Арзуманян Г.М.<sup>2</sup>, канд. физ.-мат. наук,  
Маматкулов К.З.<sup>2</sup>, канд. физ.-мат. наук, Глазунова В.А.<sup>3</sup>*

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

<sup>2</sup>Объединённый институт ядерных исследований, г. Дубна, Россия

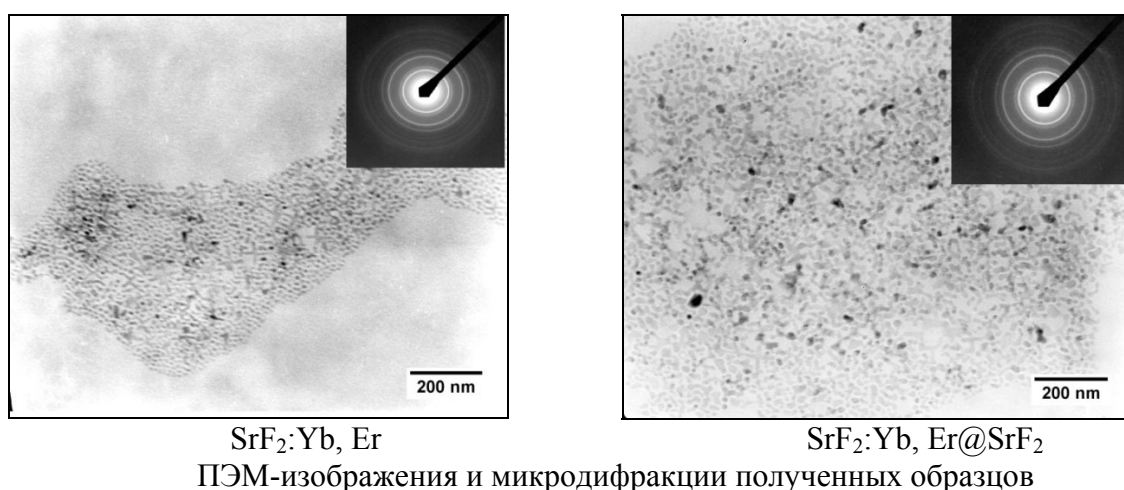
<sup>3</sup>ГУ «Донецкий физико-технический институт им. Галкиной», г. Донецк, ДНР

*linnikus\_911@mail.ru*

Явление ап-конверсионной люминесценции (АКЛ) – процесс преобразования низкоэнергетического излучения в излучение с меньшей длиной волны. В качестве люминесцентных материалов используют

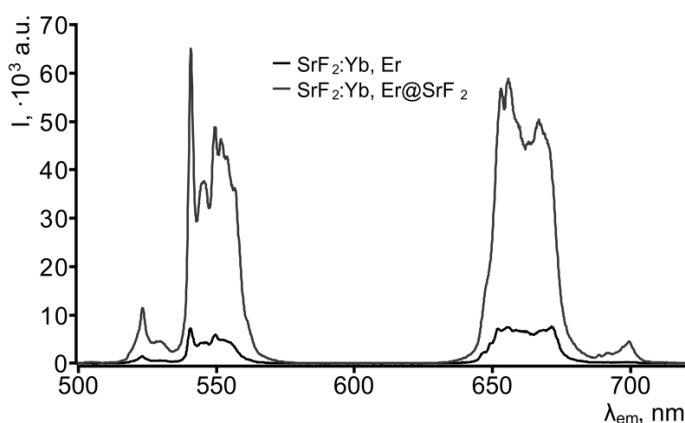
различные матрицы, в т.ч. на основе тетрафториттрата натрия  $\text{NaYF}_4$  и изоструктурного ему  $\text{NaGdF}_4$ , фторидов  $\text{SrF}_2$ ,  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{LaF}_3$ , а также оксигалогенидов  $\text{YOF}$ ,  $\text{YbOCl}$  и др., активированных парами сенсibilизатор-активатор  $\text{Yb-Er}$ ,  $\text{Yb-No}$ ,  $\text{Yb-Tm}$ . Наиболее изученной и чаще используемой является матрица тетрафториттрата натрия  $\text{NaYF}_4$  как с кубической, так и с гексагональной структурой. Считается, что гексагональная фаза более предпочтительна ввиду более высоких значений квантового выхода люминесценции.

В работе были синтезированы наночастицы фторида стронция, так как энергия фононов кристаллической решетки сопоставима с энергией фононов в решетке тетрафториттрата натрия. В тоже время при синтезе методом термолиза частиц не требуется внедрения ионов натрия, что позволило синтезировать монодисперсные частицы для АКЛ.

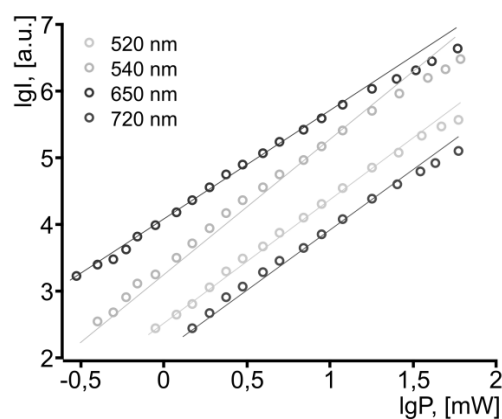


Помимо высокой монодисперсности удалось получить частицы люминофоров размером менее 10 нм, при этом полученный материал однофазен и имеет кубическую решетку структуры флюорита. Для увеличения выхода люминесценции на поверхность частиц  $\text{SrF}_2:\text{Yb, Er}$  был дополнительно наращен слой неактивированного фторида стронция в соотношении  $v_{\text{core}}:v_{\text{shell}}$  7:2. Из представленных спектров АКЛ видно, что формирование неактивированной оболочки приводит к 10-ти кратному увеличению люминесценции. Столь значительное увеличение АКЛ обусловлено устранением поверхностных дефектов активированных частиц за счет формирования дополнительного слоя фторида стронция. Именно поверхностные дефекты снижают выход люминесценции у частиц с размером менее 100 нм. Как видно, формирование структуры ядро-оболочка, с толщиной оболочки около 1 нм приводит к значительному увеличению АКЛ.

Из зависимостей интенсивности АКЛ от мощности накачки ( $\lambda=976$  нм) для  $\text{SrF}_2:\text{Yb,Er}$  установлено, что наиболее интенсивные переходы  ${}^2\text{H}_{11/2}$ ,  ${}^4\text{S}_{3/2} \rightarrow {}^4\text{I}_{15/2}$  (540 нм) и  ${}^4\text{F}_{9/2} \rightarrow {}^4\text{I}_{15/2}$  (650 нм) характеризуются наклоном  $n=1,88$  и  $n=1,58$  соотв., что говорит о двухфотонном процессе АКЛ.



Спектры АКЛ SrF<sub>2</sub>: Yb,Er и SrF<sub>2</sub>:Yb,Er@SrF<sub>2</sub>,  
λ<sub>ex</sub> = 976 нм



Зависимость интенсивности АКЛ от  
мощности накачки для SrF<sub>2</sub>: Yb,Er

Значительно меньшее двух значение для перехода  $^4F_{9/2} \rightarrow ^4I_{15/2}$  говорит о высокой заселенности уровня, а последующее снижение  $n$  для переходов  $^2H_{11/2}$ ,  $^4S_{3/2} \rightarrow ^4I_{15/2}$  и  $^4F_{9/2} \rightarrow ^4I_{15/2}$  говорит об их насыщении. Переходы  $^4F_{7/2} \rightarrow ^4I_{15/2}$ ,  $^4F_{9/2} \rightarrow ^4I_{15/2}$  характеризуются значениями  $n$  равными 1,89 и 1,98 соотв. В данном диапазоне мощностей переходы  $^4F_{5/2} \rightarrow ^4I_{15/2}$ ,  $^4F_{3/2} \rightarrow ^4I_{15/2}$  и  $^2H_{11/2} \rightarrow ^4I_{15/2}$ , характерные для трехфотонных процессов АКЛ, для образца SrF<sub>2</sub>: Yb:Er не наблюдаются. В тоже время формирование структуры SrF<sub>2</sub>: Yb:Er@SrF<sub>2</sub> позволило реализовать трехфотонные процессы в данном диапазоне мощностей (плотность накачки от  $5 \cdot 10^{-4}$  до  $2 \cdot 10^{-5}$  Вт/мкм<sup>2</sup>), при этом интенсивность перехода  $^4F_{3/2} \rightarrow ^4I_{15/2}$  (SrF<sub>2</sub>: Yb:Er@SrF<sub>2</sub>) равна интенсивности перехода  $^4F_{7/2} \rightarrow ^4I_{15/2}$  (SrF<sub>2</sub>: Yb:Er) при одинаковой плотности накачки.

УДК 544.02

## ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ ФТОРСОДЕРЖАЩЕГО ЭПОКСИДНОГО ПОЛИМЕРА НА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГЕЛЬ-ПОЛИМЕРНЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

Линник Д.С.<sup>1</sup>, Михальчук В.М.<sup>1</sup>, д-р хим. наук, профессор,  
Полищук Т.Б.<sup>1</sup>, Набиев А.А.<sup>2,3</sup>

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

<sup>2</sup>Объединённый институт ядерных исследований им. Ж. Кюри, г. Дубна, Россия

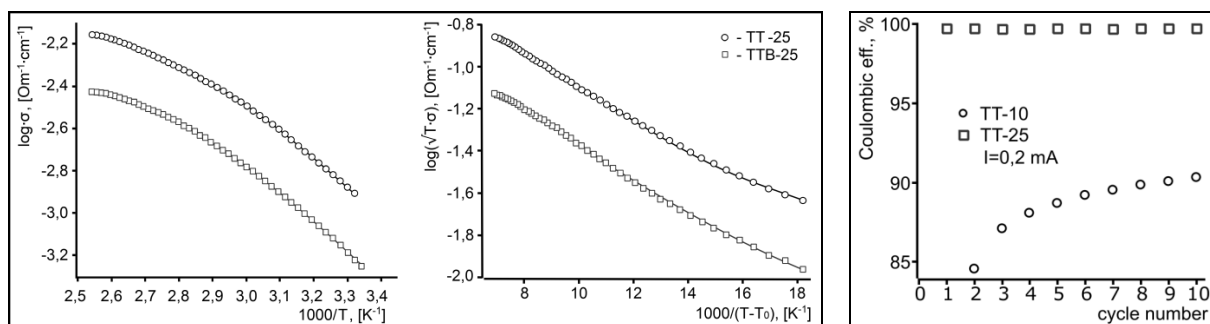
<sup>3</sup>Институт радиационных проблем НАНА, г. Баку, Азербайджан

linnikus\_911@mail.ru

Использование твердых электролитов в литиевых источниках тока является одним из основных способов повышения их безопасности, в частности, возможно практическое применение полимерных электролитов на основе поливинилиденфторида. Перспективным направлением является

разработка более дешевых электролитов и имеющих структуру сетчатой полимерной матрицы.

Работа направлена на исследование структуры эпоксидных полимеров аминного отверждения на основе диглицидилового эфира диэтиленгликоля и триэтилентетрамина, содержащих в своей структуре химически привитые звенья фторированного модификатора – глицидилового эфира 2,2,3,3,4,4,5,5 – октафторпентанола. В электролитных системах, содержащих фторированный модификатор, электрохимические показатели намного выше (ТТ-5..25), чем в системах с алифатическим (ТТВ-5..25) или полиэфирным модификаторами. Также наблюдается увеличение электрохимической кулоновской эффективности в ячейках с литиевыми электродами с увеличением содержания модификатора. Проводимость электролитов при этом увеличивается на порядок и составляет от 1 до 7 мОм<sup>-1</sup>·см<sup>-1</sup> в зависимости от используемого растворителя.



Учитывая высокую электрохимическую устойчивость ГПЭ (>4,3 В) и проводимость данные электролиты могут применяться в ЛИТа.

УДК 541.127-128:546.215:546.264:547.379.1

## ВЛИЯНИЕ ПАВ НА СКОРОСТЬ ОКИСЛЕНИЯ ДИЭТИЛСУЛЬФИДА ПЕРОКСИДОМ ВОДОРОДА И ПЕРОКСОБОРАТАМИ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ

*Любимова А.К., Безбожная Т.В.*, канд. хим. наук,

*Лобачев В.Л.*, д-р хим. наук, ст. научн. сотр.

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

г. Донецк, ДНР

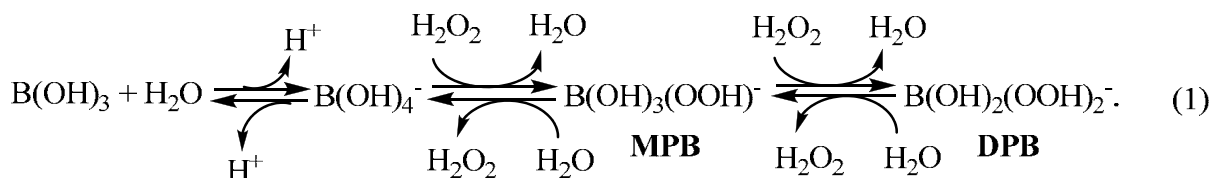
*annasigaeva14@gmail.com*

Реакции окисления органических сульфидов (RSR') широко используются в разложении активных компонентов пестицидов и отравляющих веществ, обессеривании углеводородного сырья и топлив, синтезе сульфонов и сульфоксидов. Проблема создания новых систем для



быстрого селективного окисления RSR' включает решение двух основных задач: 1) поиск новых эффективных окислителей, отвечающих требованиям "green" технологий и 2) выбор растворителей, позволяющих существенно повысить растворимость малорастворимых в воде сульфидов и сохранить при этом высокую скорость их окисления.

Среди многочисленных окислителей, используемых для окисления RSR', особое место занимает экологически чистый и дешевый пероксид водорода, который, однако, сам по себе имеет низкую реакционную способность в этих реакциях. Перспективные пути активации H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> – превращение его в более активные пероксокислоты. Ранее нами было показано [1], что при pH > 8 борная кислота, B(OH)<sub>3</sub>, является эффективным активатором H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> в окислении диэтилсульфида (Et<sub>2</sub>S). Каталитический эффект B(OH)<sub>3</sub> обусловлен промежуточным равновесным образованием монопероксобората (MPB) и дипероксибората (DPB):



Для повышения растворимости сульфидов обычно используют водно-спиртовые смеси [2]. Альтернативным путем увеличения скорости реакций гидрофобных субстратов в воде является их солюбилизация поверхностно-активными веществами (ПАВ).

В настоящей работе изучена кинетика окисления Et<sub>2</sub>S пероксидом водорода и системой H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> – B(OH)<sub>3</sub> в присутствии катионного ПАВ – цетилтриметиламмоний бромида (ЦТАБ). С увеличением концентрации ЦТАБ при pH 9,0 и 25 °C константы скорости для реакции Et<sub>2</sub>S с H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> снижаются, а для системы H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> – B(OH)<sub>3</sub> – растут (рисунок).

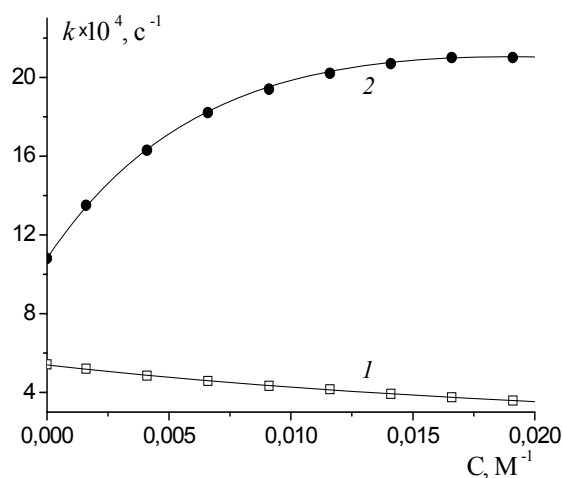
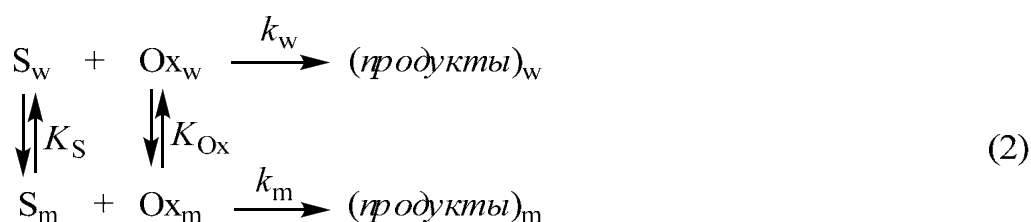


Рис. Зависимость констант скорости окисления Et<sub>2</sub>S пероксидом водорода (□) и маршрута катализируемого борной кислотой (●) от концентрации ЦТАБ при [H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>] = 0,02 моль/л; [B(OH)<sub>3</sub>] = 0,2 моль/л; pH 9,0; 25 °C

Для реакций, протекающих одновременно в воде ( $k_w$ ) и мицеллярной фазе ( $k_m$ ):



зависимость наблюдаемой константы скорости ( $k$ ) от концентрации ПАВ в общем случае описывается выражением [3]:

$$k = \frac{\{(k_m/V_m)K_S K_{Ox} C + k_w\}[Ox]}{(1 + K_S C)(1 + K_{Ox} C)}, \quad (3)$$

где  $V_m$  – мольный объем ПАВ;  $K_S$  и  $K_{Ox}$  – константы связывания субстрата (S) и реагента Oх мицеллами; C – концентрация ПАВ за вычетом критической концентрации мицеллообразования (ККМ),  $C=C_0 - \text{ККМ}$ . Для ЦТАБ значение ККМ равно  $9,5 \times 10^{-4}$  моль/л и  $V_m = 0,36$  л/моль [4].

Константы скорости для реакций диэтилсульфида с пероксоборатами ( $k_{PB}$ ) находили из наблюдаемых в системе  $H_2O_2 - B(OH)_3$  констант скорости убыли  $Et_2S$  ( $k_{obs}$ ) за вычетом маршрута реакции с  $H_2O_2$  ( $k_{PB} = k_{obs} - k_{H_2O_2}$ ). При этом учитывали, что в изученных условиях, согласно [1], равновесная концентрация  $H_2O_2$  при  $[H_2O_2]_0 = 0,02$  моль/л,  $[B(OH)_3]_0 = 0,2$  моль/л и pH 9,0 равна 0,0065 моль/л.

Снижение скорости окисления  $Et_2S$  пероксидом водорода с увеличением концентрации ЦТАБ (рис, линия 1) связано с тем, что плохо растворимый в воде диэтилсульфид частично связывается мицеллами ( $K_S = 28$  л/моль), при этом его концентрация и, как следствие, скорость в водной фазе снижается. Пероксид водорода в мицеллярную фазу практически не распределяется ( $K_{Ox} = 1$  л/моль [4]) и вклад маршрута окисления  $Et_2S$  в мицеллярной фазе намного ниже, чем в воде даже при наивысшей концентрации ЦТАБ ( $C = 0,0191$  моль/л):  $k_w/(k_m/V_m)K_S K_{Ox} C = 36$ .

Для катионного ЦТАБ наблюдаемая константа скорости маршрутов, катализируемых  $B(OH)_3$ ,  $k_{PB}$  растет с увеличением [ПАВ] (рис., линия 2). При использовании значений  $K_S = 28$  л/моль и ККМ =  $9,5 \times 10^{-4}$  моль/л зависимость  $k_{PB}$  от C следует уравнению (3) со значениями параметров  $k_w[Ox] = 1,1 \times 10^{-3} \text{ с}^{-1}$ ;  $k_m[Ox]/V_m = (2,0 \pm 0,3) \times 10^{-4}$  моль/л·с и  $K_{Ox} = 50$  л/моль, где  $[Ox] = [MPB] + [DPB]$ .

Увеличение скорости окисления  $Et_2S$  пероксоборатами с ростом [ЦТАБ] вероятно связано с тем, что мицеллы катионного ПАВ связывают как субстрат, так и анионные реагенты  $B(OH)_3(OOH)^-$  и  $B(OH)_2(OOH)_2^-$  (последние за счет электростатического взаимодействия), и реакция протекает параллельно в водной и мицеллярной фазах, уравнение (2). Так при максимальной [ЦТАБ] = 0,02 моль/л ( $C = 0,0191$  моль/л) вклад маршрута в мицеллярной фазе в 5 раз выше, чем в воде.

Экспериментальные данные в обеих системах хорошо описываются уравнением (3) при значениях параметров:

Система	$K_S$ , л/моль	$K_{Ox}$ , л/моль	$k_w \times 10^4$ , с <sup>-1</sup>	$k_m \times 10^6$ , с <sup>-1</sup>
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /ЦТАБ	28	1 [4]	5,4	9,4
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> -В(ОН) <sub>3</sub> /ЦТАБ	28	50	11	72

Таким образом установлено, что скорость реакции окисления Et<sub>2</sub>S пероксидом водорода снижается с ростом концентрации ЦТАБ. В то же время скорость окисления Et<sub>2</sub>S пероксборатами растет с увеличением [ЦТАБ] за счет концентрирования реагентов Et<sub>2</sub>S, моно- и дипероксборатов в мицеллярной фазе. Однако полученные в настоящей работе данные не позволяют разделить влияние ЦТАБ на скорость окисления Et<sub>2</sub>S в индивидуальных маршрутах с участием МРВ и ДРВ. Для этого необходимы дальнейшие исследования влияния ПАВ на константы равновесия (1) и скорость реакций Et<sub>2</sub>S с МРВ и ДРВ в широкой области рН.

#### Список литературы

1. Лобачев В. Л., Зимцева Г. П., Матвиенко Я. В., Рудаков Е. С. Окисление диэтилсульфида в системе В(ОН)<sub>3</sub>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O // ТЭХ. 2007. Т. 43. № 1. С. 38-42.
2. Лобачев В. Л., Савелова В. А., Прокопьева Т. М. Катализ бикарбонат- и силикат-анионами реакции окисления диэтилсульфида пероксидом водорода в водных и водно-спиртовых средах // ТЭХ. 2004. Т. 40. № 3. С. 157-161.
3. Березин И. В., Мартинек К., Яцимирский А. К. Физико-химические основы мицеллярного катализа // Усп. хим. 1973. Т. 42. № 10. С. 1729-1756.
4. Yao H., Richardson D. E. Bicarbonate surfactants: micellar oxidations of aryl sulfides with bicarbonate-activated hydrogen peroxide // J. Am. Chem. Soc. 2003. Vol. 125. № 20. P. 6211-6221.

УДК 544.032-143

### РАСЧЕТ ЭНЕРГИИ АКТИВАЦИИ ВЯЗКОГО ТЕЧЕНИЯ В РАСПЛАВАХ СИСТЕМЫ Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-(PbO-V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-BaO-BaF<sub>2</sub>)

*Муконина Е. В.<sup>1</sup>, Печенева А. В.<sup>2</sup>,  
Шевченко О. Н.<sup>3</sup>, канд. техн. наук, доцент,  
Белый А. В.<sup>4</sup>, канд. хим. наук, доцент*

<sup>1,2,3</sup> ГОУ ВПО «Донбасская Национальная академия строительства и архитектуры»,  
г. Донецк, ДНР

<sup>4</sup> ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР  
*chemistry@donnasa.ru*

С целью выявления структурных особенностей систем, связанных с изменением температуры и концентрации оксидов, были проведены

эксперименты по исследованию зависимостей вязкости растворов-расплавов оксида иттрия и железа на основе растворителя  $\text{PbO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{BaO}-\text{BaF}_2$ , который применяется для выращивания пленок различных гранатов по методу жидкофазной эпитаксии. Исследования выполнялись в расплавах системы  $\text{Y}_2\text{O}_3-(\text{PbO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{BaO}-\text{BaF}_2)$  с содержанием оксида иттрия 2,66; 4,71 и 5,91 мол.%, а также в расплавах системы  $\text{Fe}_2\text{O}_3-(\text{PbO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{BaO}-\text{BaF}_2)$  с содержанием оксида железа 0, 3, 6, 9 и 12 мол.% при температурах  $760 \div 1100^\circ\text{C}$ .

Выбор диапазона температур обусловлен диапазоном рабочих температур при выращивании монокристаллов граната по методу Чохральского [1] или при эпитаксиальном росте, состав расплава был выбран исходя из составов расплавов, применяющихся при выращивании гранатов, так как практически все подобные расплавы содержат оксиды бора, бария и свинца.

На основании полученных результатов, используя уравнение Френкеля, были рассчитаны значения энергии активации вязкого течения вышеуказанных расплавов с различным содержанием гранатообразующих оксидов.

Уравнение Френкеля:

$$\ln \eta = \ln B + E_\eta / RT, \quad (1)$$

где  $E_\eta$  – энергия активации вязкого течения. Построение графика в координатах  $\ln \eta - 1/T$  позволило из углового коэффициента прямой вычислить  $E_\eta$ .

Физическим смыслом энергии активации вязкого течения в кинетической теории жидкостей является избыточная энергия, необходимая для образования "пустот" в жидкости, в которые могут перемещаться отдельные частицы жидкости, обеспечивая тем самым массоперенос[2].

Таким образом, рассчитанная энергия активации вязкого течения при температурах выше температуры ликвидуса (табл.1) в растворах оксида иттрия закономерно возрастает с увеличением содержания гранатообразующих оксидов в расплаве и находится в диапазоне от 62 кДж/моль в чистом расплаве растворителя до 115 кДж/моль для 5,94 мол.% раствора оксида иттрия.

Таблица 1

Энергия активации вязкого течения в растворах гранатообразующих оксидов при температурах выше ликвидуса

Оксид	Концентрация, мол.%	W, кДж/моль	г
$\text{PbO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{BaO}-\text{BaF}_2$ (растворитель)	—	62	0,996
$\text{Y}_2\text{O}_3$	2,66	92	0,998
	4,71	106	0,995
	5,91	115	0,992

Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,0	68	0,997
	6,0	72	0,992
	9,0	65	0,998
	12,0	63	0,995

Картина в растворах оксида железа более сложная – энергия активации вязкого течения возрастает с увеличением содержания оксида железа в расплаве проходя через максимум в эвтектической точке (рис. 1) и находится в диапазоне 62–72 кДж/моль.

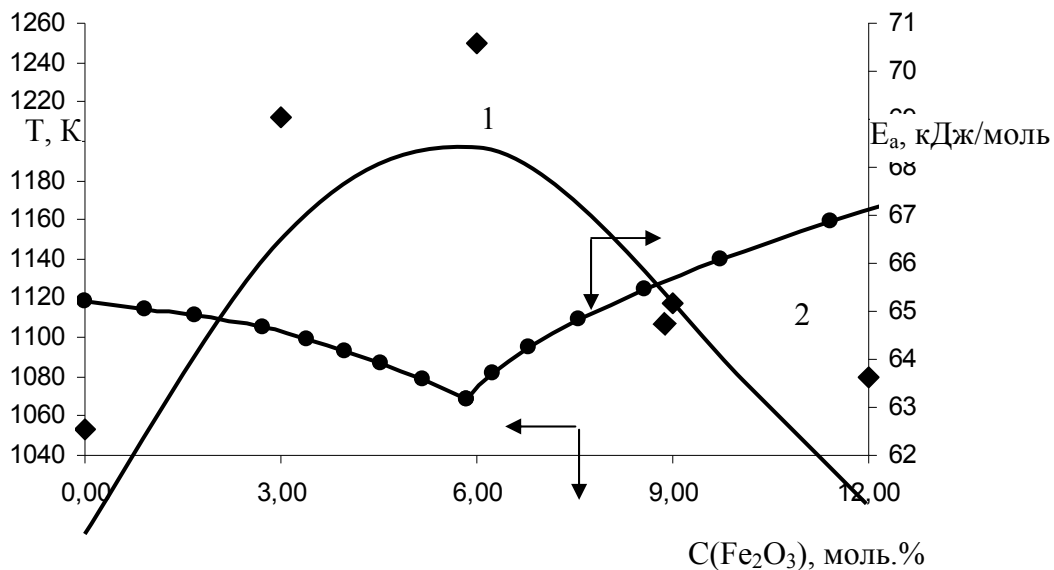


Рис.1. Зависимость энергии активации вязкого течения (1) и температуры ликвидуса (2) от концентрации раствора Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в расплаве PbO-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-BaO-BaF<sub>2</sub>

Это явление можно объяснить с учетом идентичности состава расплава и твердой фазы в эвтектической точке – возможно в данной области образуются определенное количество ассоциатов и происходит структуризация расплава. Поскольку объектом исследования является оксидный расплав, а продуктом кристаллизации сложное оксидное соединение, структуризация расплавной системы скорее всего связана с кислородной ассоциацией гранатообразующих элементов.

### Список литературы

1. Смирнов М.В., Хохлов В.А., Антонов А.А. Вязкость расплавленных галогенидов щелочных металлов и их бинарных смесей. – М.: Наука, 1979. – 102 с.
2. Френкель Я.И. Кинетическая теория жидкостей. Отв. ред. Н.Н. Семенов и А.Е. Глауберман – Л.: Наука Ленингр. отд., 1975.- 592с.

## ПРОИЗВОДСТВО ПЕНОГИПСОБЕТОНА

*Середа Т.Н.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, ДНР  
*sereda.tania2015@yandex.ru*

Пеногипсобетон (гипсопоробетон или модифицированный ячеистый бетон) является материалом нового поколения, основные достоинства которого заключаются в его экологичности, пожаробезопасности, влагостойкости, долговечности, высоких теплоизоляционных характеристиках [1].

Основными сырьевыми материалами для производства пеногипсобетона являются неводостойкие гипсовые вяжущие, заполнители, модификаторы, пенообразователи и вода [2].

Решение вопроса о пригодности сырьевых материалов для изготовления пеногипсобетона и о выборе способа производства принимается на основе всестороннего изучения химического и минералогического составов сырья и исследования его физико-механических свойств [2].

Пеногипсобетон образуется смешением гипсового теста со стабилизированной пеной. Технологический процесс производства пеногипса состоит из следующих операций: приготовление пены, приготовление гипсового теста, смешение гипсового теста с пеной, формование и сушка изделий [3].

Из пеногипсобетона производятся следующие элементы: плиты, пазогребневые плиты, блоки, также пегогипс используется для монолитного строительства [4].

Изделия на основе неводостойких гипсовых вяжущих применяются в помещениях с относительной влажностью воздуха не более 60%.

Преимуществами пеногипсобетона являются:

- низкая себестоимость;
- быстрое схватывание – через несколько часов можно проводить остальные работы;
- возможность работы с небольшими порциями материала;
- небольшой вес – позволяет снизить нагрузки на конструкции и фундамент;
- в пеногипсе не селится никакая живность (грызуны, насекомые) [3].

Также блоки, изготовленные на основе гипса, безопасны для здоровья человека, обладают хорошими тепло- и звукоизоляционными характеристиками, повышенной огнестойкостью имеют сравнительно невысокий удельный вес. Высокий коэффициент паропроницаемости этого материала позволяет строить дома с комфортными условиями пребывания

в них во многих климатических зонах. Кроме того, себестоимость гипса в 5 раз ниже, чем цемента, поэтому пеногипсобетонные блоки стоят дешевле, нежели строительные материалы на основе цемента [4].

Сроки производства работ с использованием растворов на основе гипсовых вяжущих в несколько раз ниже, чем при работе с аналогичными материалами на основе портландцемента [5].

Недостаток пеногипсобетона: несмотря на применение гидрофобных материалов, пеногипсобетон не допускается к наружному использованию и в помещениях с чрезмерной влажностью [4].

Технология производства пеногипсобетона позволяет использовать в нём отходы добывающей, металлургической отраслей, а также побочные продукты этих производств. Гибкая технология позволяет осуществлять комбинирование производства пеногипсобетона с производством металлов, химических продуктов и энергии. Это обуславливает актуальность изучения пеногипсобетона в технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов [5].

#### Список литературы

1. Все о бетонах. {Электронный ресурс} – Режим доступа <https://studfiles.net/preview/5230143/>
2. Ферронская, А.В. Гипсовые материалы и изделия (производство и применение). Справочник. / А.В. Ферронская. – М.: Издательство АСВ, 2004. – 488 с.
3. Информационный научно-технический журнал «Строительные материалы, оборудования, технологии XXI века». – № 9. – 2004.
4. Румянцев, Б.М. Технология облегченных пеногипсовых материалов. Сб. материалов. Академические чтения «Развитие теорий и технологий в области силикатных и гипсовых материалов» / Б.М. Румянцев. – М.: МГСУ, 2000.
5. Производство и применение пеногипсовых материалов. {Электронный ресурс} – Режим доступа <http://imitation-stone.scud.ru/09/pippm.php>

УДК 678.01: 678.686

## ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА ЭПОКСИДНЫХ КОМПОЗИТОВ, НАПОЛНЕННЫХ ДИОКСИДОМ КРЕМНИЯ И ДИОКСИДОМ ТИТАНА

*Степаненко Е.В., Лыга Р.И.*, канд. хим. наук,

*Михальчук В.М.*, д-р хим. наук, профессор

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

*lygarita@mail.ru*

**Введение.** В области различных технологических применений механические и температурные характеристики полимерных систем обычно улучшают добавлением неорганического наполнителя. Благодаря

равномерному распределению частиц наполнителя в матрице полимер-носителя, возможно создание материалов с улучшенными свойствами, в особенности, когда неорганическая фаза является наноразмерной. Частицы наполнителя нанометрового размера обеспечивают исключительно большую площадь межфазной поверхности между наночастицами и связующим. Обширная внутренняя межфазная поверхность и малые расстояния между наночастицами коренным образом отличают полимерные композиты от традиционных наполненных пластиков.

Наибольший интерес для исследований представляют системы на основе термореактивного связующего – эпоксидного полимера и наполнителей – диоксидов кремния и титана. Разработками в данном направлении занимаются ведущие ученые мира [1-3]. Наполнители такого характера синтезируют *in situ* золь-гель методом, а именно, гидролитической поликонденсацией прекурсоров – соответствующих алкоксидов.

**Актуальность (социальная значимость)** определяется постоянной потребностью науки и техники в новых материалах. При этом невозможно не отметить преимущества используемых в работах данного направления методов синтеза: доступность исходных реактивов, невысокие степени наполнения композитов, низкие энергозатраты и отсутствие потребности в сложном аппаратном обеспечении.

Сочетание свойств такого фаворита среди полимеров, как эпоксидной полимерной матрицы, и безопасных неорганических оксидов Si и Ti позволит создать полимерные материалы с высокой прозрачностью, термостойкостью и стабильностью пространственных размеров. Кроме того, перспективным является создание защитных композиционных покрытия для различных субстратов от внешних факторов воздействия.

Интерес к органо-неорганическим композитам и покрытиям на их основе заметно возрос. В литературе есть информация о конкретных успехах в данном направлении, однако систематические комплексные исследования подобных систем до сих пор отсутствуют.

Поэтому **целью** настоящего исследования было: определить и изучить взаимосвязь условия получения/структура/свойства эпоксидно-кремнийоксидных и эпоксидно-титаноксидных композитов и покрытий на их основе.

Для исследования использовались следующие **методы**: потенциодинамический, гравиметрический, золь-гель анализ, дериватографический метод, газовольюмометрический метод, метод решетчатых надразов, оптическая микроскопия и трансмиссионная электронная микроскопия, рентгенофазовый анализ и термомеханический анализ и др.

**Результат.** Золь-гель методом получено большое количество пленочных образцов эпоксидно-кремнийоксидных и эпоксидно-титаноксидных композитов и тонких покрытий на поверхности алюминиевого сплава Д16 в широком концентрационном диапазоне



наполнителя (до 20 масс. %). При этом для формирования полимерной матрицы преимущественно использовали аминное отверждение. Разработано несколько методик получения материалов: с использованием органического растворителя и воды и без них; с предварительным формированием частиц SiO<sub>2</sub> или TiO<sub>2</sub> и без него. Определены структурные особенности получаемых композитов и влияние содержания наполнителя на них. Изучены термомеханические свойства композитов, их устойчивость к высокотемпературному окислению и термоокислительной деградации в целом. Изучены защитные свойства тонких пленочных покрытий, в том числе, антикоррозионных. Определены составы наиболее эффективных защитных покрытий. Достигнута эффективность антикоррозионной защиты алюминиевого сплава свыше 99 %.

В заключении стоит отметить особую перспективность эпоксидно-кремнеземных и эпоксидно-титановых композитов, учитывая их практическую значимость, в том числе, для отечественных производств. Таким образом, разработка подобных новых композиционных материалов может занять достойную нишу в развитии науки и техники.

#### Список литературы

1. Мошников, В.А. Золь-гель технология микро- и нанокомпозитов: Учеб. пособие. – СПб.: Изд-во «Лань», 2013. – 304 с.
2. Wang, Y. Polymeric organo-silane coatings for aluminum alloy corrosion protection by self-assembled method / Y. Wang, Y. Li, F. Wang // E-Journal of Chemistry. – 2012. – V. 9, № 1. – P. 435-442.
3. Dalod, A. Structure and optical properties of titania-PDMS hybrid nanocomposites prepared by in situ non-aqueous synthesis / A. Dalod [et al.] // Nanomaterials. – 2017. – Vol. 7. – P. 460-465.

УДК 54-39:543.429.23:544.032.72

## ОЦЕНКА ЭНЕРГИИ ДИССОЦИАЦИИ ГИДРОПЕРОКСИДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

*Туровский Н.А.<sup>1</sup>*, канд. хим. наук, доцент,

*Туровская М.К.<sup>2</sup>*, канд. хим. наук, *Павленко Р.Р.<sup>1</sup>*

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

<sup>2</sup>ГУ «Институт физико-органической химии и углехимии

им. Л.М. Литвиненка», г. Донецк, ДНР

*na.turovskij@gmail.com*

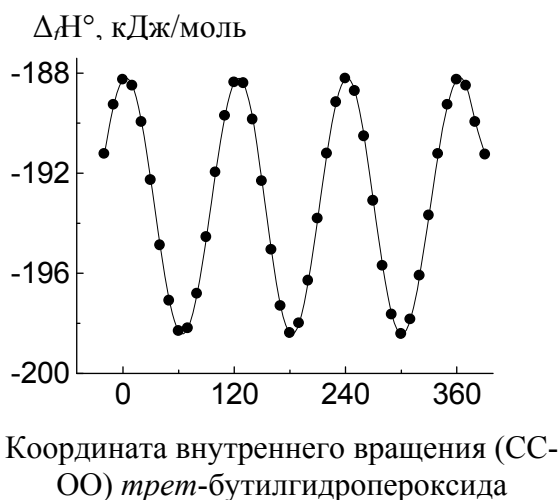
Органические пероксидные соединения являются доступным и эффективным источником свободных радикалов для процессов радикальной полимеризации, окисления углеводородного сырья и окислительной модификации поверхности наноматериалов. Процессы

образования, накопления и радикального распада гидропероксидов являются ключевыми реакциями биологически важных процессов – окисления липидов клеточных мембран, деструкции ДНК и белков, ведущих к старению и регулирующих пролиферацию и рост клеточных структур.

Применение методов квантовой химии для расчета термодинамических характеристик гидропероксидов актуально, если принимать во внимание трудности, а подчас и невозможность экспериментального определения энергии гомолитической диссоциации ( $D_{O-O}$ ) или стандартной энтальпии образования ( $\Delta H^\circ_f$ ) ROOH в реакциях их образования и превращения. В тоже время способ определения прочности пероксидной связи методами квантовой химии (схема 1) является не всегда эффективным.



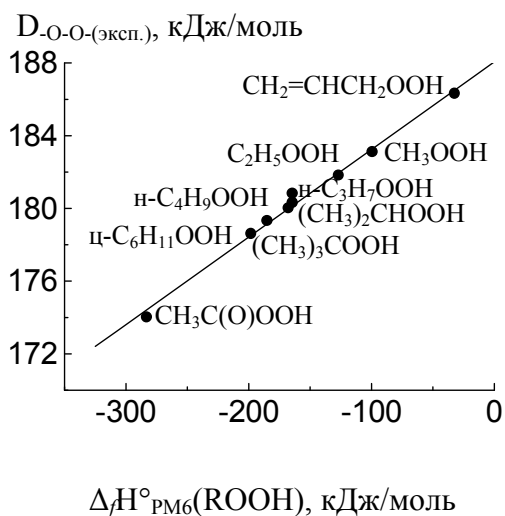
**Цель работы:** установление закономерностей связи экспериментальных и полученных методами квантовой химии термодинамических характеристик гидропероксидных соединений.



Структурные параметры ROOH оптимизированы на уровне РМ6 приближения полуэмпирической квантовой химии. Стандартные энтальпии образования гидропероксидов, частоты гармонических колебаний и нулевые энергии колебаний вычислены на одном уровне.

Органические гидропероксиды – структурно лабильные соединения. Для каждого исследуемого объекта получены сечения поверхности потенциальной энергии внутреннего вращения вокруг -О-О- и С-О связи ROOH. Проведен конформационный анализ исследуемых объектов. Определен конформационный состав и барьеры внутреннего вращения.

исследуемого объекта получены сечения поверхности потенциальной энергии внутреннего вращения вокруг -О-О- и С-О связи ROOH. Проведен конформационный анализ исследуемых объектов. Определен конформационный состав и барьеры внутреннего вращения.



Зависимость экспериментально измеренной энергии гомолитической диссоциации пероксидной связи от стандартной энтальпии образования ROOH (РМ6 приближение полуэмпирической квантовой химии) линейна. Сочетание принципов QSPR методологии и возможностей

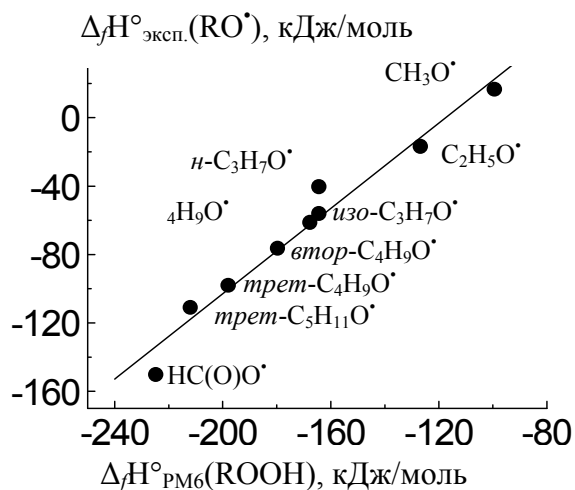
современной полуэмпирической квантовой химии позволило получить QSPR – уравнение для прогнозирования влияния структуры гидропероксидных соединений на прочность их пероксидной связи.

$$D_{-O-O-эксп.} = (188.1 \pm 0.3) + (0.048 \pm 0.002) \Delta_f H^\circ_{PM6}(ROOH) \quad (2)$$

$$R = 0.9946, N = 9, p = 3.6 \cdot 10^{-8}$$

Первичными продуктами распада гидропероксидных соединений являются О-центрированные радикалы. Задача заключается в установлении QSPR взаимосвязи между стандартными энтальпиями образования серии радикалов RO• и образующих гидропероксидных соединений.

Зависимость между экспериментальными энтальпиями образования RO• и рассчитанными величинами стандартной энтальпии образования соответствующей серии гидропероксидов линейна и описывается уравнением (3).



$$\Delta_f H^\circ_{эксп.}(RO^\bullet) = (146.6 \pm 15.9) + (1.25 \pm 0.09) \Delta_f H^\circ_{PM6}(ROOH) \quad (3)$$

$$R = 0.982, N = 9, P = 2.5607 \cdot 10^{-6}$$

Применение QSPR методологии и полуэмпирической квантовой химии позволяет прогнозировать термодинамические свойства гидропероксидных соединений и радикальных продуктов их разложения. Это открывает путь к оценке энергий диссоциации пероксидных связей в группах, входящих в состав полимеров и биополимеров.

УДК 678.01: 678.686

## АНТИКОРРОЗИОННЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ ЭПОКСИДНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

**Шамарина А.В., Михальчук В.М.**, д-р хим. наук, профессор,

**Лыга Р.И.**, канд. хим. наук, **Сайфутдинова М.В.**

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

lygarita@mail.ru

**Введение.** Металлы и металлические изделия широко используются в различных отраслях промышленности. Однако срок их эксплуатации ограничен вследствие коррозионных процессов, которым в значительной

степени подвержены металлы. Задача антикоррозионной защиты металлических поверхностей является весьма острой, в частности, для сплавов, применяющихся в авиа- и кораблестроении. И одно из эффективных решений данной проблемы – это применение органико-неорганических полимерных композиционных покрытий и органических ингибиторов коррозии металлов.

Для создания защитных покрытий большой интерес представляют композиты на основе термореактивного связующего – эпоксидного полимера и наполнителей – диоксидов кремния и титана [1-3]. Такие покрытия отличаются хорошей адгезией к различным поверхностям и термической стабильностью, стойкостью к воздействию многих растворителей и агрессивных сред. Сегодня наиболее прогрессивным методом введения в полимеры наполнителей является золь-гель технология. Современный золь-гель метод – это способ получения многокомпонентных систем высокой степени однородности и чистоты, который дает возможность контролировать размер наночастиц в процессе их синтеза, способствует равномерному распределению частиц внутри полимерной матрицы, а также уменьшению количества дефектов полимерной сетки, которые возникают при введении наполнителей. Золь-гель метод получения полимер-неорганических композитов показал свою перспективность благодаря широким возможностям варьирования условий синтеза, структуры, а следовательно, и конечных свойств получаемых гибридных материалов [4-6]. Проведенные ранее исследования показали, что высокую стабильность золь и сохранения гомогенности систем обеспечивает гидролитическая поликонденсация алкоксидов кремния (титана), а аминное отверждение эпоксидной составляющей системы обеспечивает возможность получения прозрачных материалов и покрытий.

**Актуальность (социальная значимость)** определяется потребностью поиска эффективных способов защиты от коррозии металлических поверхностей, которая приводит огромным финансовым затратам в сфере техники и различных производствах. В частности, в авиастроительной промышленности и производстве конструкционных материалов актуальна проблема получения надежных термостабильных антикоррозионных покрытий и клеевых композиций с высокими адгезионными характеристиками и устойчивостью к воздействию внешних факторов старения: УФ-облучения, кислорода воздуха, агрессивных сред и др. Перспективным направлением химии высокомолекулярных соединений является получение нанокomпозиционных материалов, для которых модификация структуры и свойств органической матрицы наблюдается при введении небольшого количества наполнителя.

Поэтому **целью** настоящего исследования было: получить пленочные композиционные покрытия на основе эпоксидных смол и оксидных наполнителей, которые обладают защитными свойствами, в том числе,

антикоррозионными, на поверхности алюминиевого сплава Д16, широко используемого в авиастроении. Для исследования использовались следующие **методы**: газовольнометрический, дериватографический метод, золь-гель анализ, термомеханический анализ, оптическая микроскопия, потенциодинамический метод, климатические испытания и др.

**Результат.** Впервые получены стеклообразные эпоксидно-неорганические композиты и композиционные покрытия аминного отверждения на основе диглицидилового эфира дициклогексилпропана или эпоксидиановой смолы. Оксидный наполнитель (диоксид кремния или диоксид титана) синтезировали золь-гель методом из соответствующих алкоксидов Si и Ti. В работе изучали защитные свойства полученных композитов и тонких (10 мкм) покрытий на их основе. Для повышения защитных параметров в состав покрытий также вводили органический ингибитор коррозии металлов – 1,2,3-бензотриазол. Оценка антикоррозионных свойств тонких композиционных покрытий показала, что защитные свойства композитов зависят от содержания наполнителя в полимере. При этом условия формирования покрытия также оказывают определяющее влияние на эффективность защиты подложки.

Установлено, что с увеличением содержания неорганического наполнителя усиливается его пластифицирующее действие на изучаемую эпоксидную полимерную матрицу: температура стеклования и температура окончания перехода в высокоэластическое состояние снижаются. Такое влияние наполнителя сохраняется для систем, содержащих 1,2,3-бензотриазол. При этом эпоксидно-кремнезёмные и эпоксидно-титаноксидные композиты проявляют антикоррозионные свойства на алюминиевых поверхностях. С повышением концентрации диоксида кремния увеличиваются защитные свойства покрытий. Такая зависимость сохраняется и для систем, содержащих диоксид титана: наилучшим образом проявило себя покрытие, содержащее 3 масс. % титаноксидного наполнителя. Визуальное изучение решетчатых надрезов покрытий после климатических испытаний показало снижение глубины коррозионных повреждений. После выдерживания в условиях повышенной влажности и переменных температур разрушение субстрата наблюдается в меньшей степени, дополнительных отслоений покрытий не появилось.

Потенциодинамические кривые электрохимической коррозии, соответствующие эпоксидно-кремнийоксидным и эпоксидно-титаноксидным покрытиям, имеют выраженную область пассивации плотности тока коррозии. Это значит, что наличие исследуемых покрытий действительно создаёт барьер для коррозионных агентов, т.е. блокирует электрохимические процессы. При использовании композиционных покрытий разрушение субстрата наблюдается в значительно меньшей степени: на поверхности подложки имеются лишь небольшие единичные дефекты. Установлено, что использование диоксида титана или диоксида

кремния снижает значения потенциала коррозии и повышает антикоррозионное сопротивление подложки на 2–3 порядка, при этом эффективность антикоррозионной защиты достигает 93-96 %.

**В заключение** стоит отметить, что эпоксидно-кремнеземные и эпоксидно-титановые покрытия аминного отверждения действительно являются эффективным средством борьбы с коррозией алюминиевых сплавов. Учитывая хорошую адгезию эпоксидной полимерной матрицы к разным субстратам, подобные защитные покрытия могут быть разработаны и для других поверхностей.

### **Список литературы**

1. Помогайло, А. Д. Гибридные полимер-неорганические нанокомпозиты [Текст] / А. Д. Помогайло // Успехи химии. – 2000. – Т. 69, № 1. – С. 60–89.
2. Ogoshi, T. Organic–inorganic polymer hybrids prepared by the sol-gel method [Text] / T. Ogoshi, Y. Chujo // Composite Interfaces. – 2005. – Vol. 11, № 8–9. – P. 539–566.
3. Gross, S. Sol–gel derived silica-based organic–inorganic hybrid materials as “composite precursors” for the synthesis of highly homogeneous nanostructured mixed oxides: an overview [Text] / S. Gross, K. Miller // Journal of Sol-Gel Science and Technology. – 2011. – Vol. 60, № 3. – P. 283–298.
4. Nazir, T. Thermally and mechanically superior hybrid epoxy–silica polymer films via sol–gel method [Text] / T. Nazir, A. Afzal, H. M. Siddiqi [et al.] // Progress in Organic Coatings. – 2010. – Vol. 69, № 1. – P. 100–106.
5. Nazir, T. The influence of temperature and interface strength on the microstructure and performance of sol–gel silica–epoxy nanocomposites [Text] / T. Nazir, A. Afzal, H. M. Siddiqi [et al.] // Polym. Bull. – 2011. – Vol. 67, № 8. – P. 1539–1551.
6. Alzina, C. Epoxy–amine based nanocomposites reinforced by silica nanoparticles. Relationships between morphologic aspects, cure kinetics, and thermal properties [Text] / C. Alzina, N. Sbirrazzuoli, A. Mija // Journal of Physical Chemistry, Series C. – 2011. – Vol. 115, № 46. – P. 22789–22795.

# БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

## *Биофизика*

УДК 577.0

### БИОМОНИТОРИНГ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ПРИМЕРЕ РЕКИ КАЛЬМИУС

*Беспалова С.В.*, д-р физ.-мат. наук, профессор,  
*Чуфицкий С.В., Перебейнос В.В.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет» г. Донецк, ДНР  
*ChufitskyiSergey@yandex.ru*

**Актуальность.** Экологическая ситуация на Донбассе обусловлена высокой степенью антропогенной нагрузки. Предприятия металлургической и добывающей промышленности оказывают наибольшее влияние на окружающую среду региона. Приоритетными загрязнителями поверхностных вод региона являются сульфаты и биогенные вещества. И без того сложное экологическое положение усугубляет военная обстановка последних лет. Что создает потенциальную опасность техногенной катастрофы больших масштабов при их разрушении в результате боевых действий [1]. Сформировавшиеся в области за два столетия отрасли промышленности характеризуются значительным водопотреблением. Поэтому в регионе существует острая проблема загрязнения водных ресурсов и связанный с этим дефицит качественных водных ресурсов для хозяйственно-питьевого водоснабжения населения, сельского хозяйства и промышленности. Недостаток природных водных ресурсов усиливается большим количеством сточных вод, попадающих в речные системы. Река Кальмиус является одной из наиболее загрязненных рек региона, а, следовательно, одним из наиболее приоритетных объектов исследования [2, 3].

Экологическую ситуацию с загрязнением водных объектов следует характеризовать как сложную, требующую разработки и применения комплекса мер по улучшению экологического состояния рек и водоемов региона.

Наиболее актуальным в настоящее время является разработка технологий биомониторинга, которые предполагают анализ показателей жизнедеятельности, выбранных по определенным признакам тестовых организмов или их групп (биоиндикаторов) для оценки состояния среды. Именно живой организм представляет собой наиболее чувствительный и интегральный индикатор состояния среды [1–4].

**Целью исследования** являлось изучение состояния поверхностных вод реки Кальмиус с помощью экологического биомониторинга с использованием фитопланктона в качестве биоиндикатора.

**Результаты исследования.** Для проведения регулярных измерений по ходу русла реки было выбрано 4 мониторинговые точки. Первая точка располагалась около ш. Звягильского, до впадения реки в Нижнекальмиусское водохранилище, вторая – около рынка «Мотодром», до места слива производственных отходов Донецкого металлургического завода, третья – по ул. Куприна, после места слива производственных отходов Донецкого металлургического завода, четвертая – в окрестностях пгт Ларино.

Отбор проб воды осуществлялся ежемесячно. Производилось определение температуры проб воды, а также содержания  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}$ (общ.). С помощью метода флуориметрии оценивали количество биомассы и физиологическое состояние фитопланктона реки Кальмиус.

Согласно полученным данным, содержание фитопланктона в пробах воды значительно снижалось в третьей и четвертой мониторинговых точках. Данный результат можно объяснить негативным воздействием сточных вод Донецкого металлургического завода. Кроме того, в данных точках отмечалось повышение содержания свинца и магния, которое, однако, не превышало предельно допустимых значений.

Для того чтобы оценить физиологическое состояние не погибших клеток микроводорослей, производили анализ показателя квантового выхода, обозначаемого как  $(F_m - F_0)/F_m$ , где  $F_0$  – показатель уровня минимальной флуоресценции клеток фитопланктона,  $F_m$  – показатель уровня минимальной флуоресценции. Данный показатель отражает эффективность использования клетками поглощенного солнечного света в процессах фотосинтеза. Данный показатель является интегральным и не зависит от биомассы фитопланктона [4].

Квантовый выход флуоресценции фитопланктона в пробах воды, отобранных в третьей и четвертой мониторинговых точках, был достоверно ниже в сравнении с первоначальными точками.

Полученные результаты свидетельствуют об угнетении фитопланктона в результате загрязнения воды р. Кальмиус сточными водами Донецкого металлургического завода. Происходило значительное снижение биомассы фитопланктона, а также уменьшение квантового выхода флуоресценции.

### Список литературы

1. Беспалова С.В. Флуориметрия хлорофилла фитопланктона и другие методы в мониторинге водных объектов Донбасса / С.В.Беспалова, С.М.Романчук, А.В.Васильев и др. // Тезисы докладов Всероссийской научной конференции «Мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды. Основные результаты и пути развития». Москва, 20-22 марта 2017 г. – М.: ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН», 2017.



2. Беспалова С.В. Концепция распределения автоматизированного биомониторинга для Донбасса / С.В. Беспалова, С.М. Романчук, С.В. Чуфицкий и др. // Донецкие чтения 2016 Образование, наука и вызовы современности: Материалы I Международной научной конференции (16-18 мая 2016 г.). – Том 2 Химические, биологические и медицинские науки. – Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2016 – С. 244-246.
3. Беспалова С.В. Использование метода флуорометрии в биомониторинге водного объекта / С.В. Беспалова, С.М. Романчук, С.В. Чуфицкий // V Съезд биофизиков России. Материалы докладов : в 2 т. – Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета, 2015 Т. 2, Стр. 344.
4. Гольцев В.Н. Переменная и замедленная флуоресценция хлорофилла а – теоретические основы и практическое приложение в исследовании растений / В.Н.Гольцев, М.Х.Каладжи, М.А.Кузманова и др. М.: Ижевск: Институт компьютерных исследований. – 2014. – 220 с.

УДК 577.0

## **АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ СТОЧНЫХ ВОД ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ**

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

***Романчук С.М.***, директор СКТБ «Турбулентность»  
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет» г. Донецк, ДНР  
*ChufitskyiSergey@yandex.ru*

***Актуальность.*** Боевые действия существенно повлияли на экологическую обстановку и рекреационные возможности ДНР. Также стоит учитывать интенсивную антропогенную нагрузку, характерную для данного региона. Возникновение линии разграничения привело к необходимости создания новых или восстановлению уже существующих рекреационных зон [1].

Следует отметить, что шахтные и шламовые стоки являются характерным источником загрязнений для данного региона – общий объем стоков достигает, а иногда и превышает 1 млн. м<sup>3</sup> в сутки. При этом среднее содержание солей в шахтных водах составляет 2 235 мг/л. Только в бассейн р. Северский Донец ежегодно сбрасывается 45,8 млн. м<sup>3</sup> таких вод с концентрацией солей 2 572 мг/л [2]. В бассейны рек Миус, Кальмиус и Самара за год поступает, соответственно, 17,2 млн. м<sup>3</sup>, 93,1 млн. м<sup>3</sup> и 570 тыс. м<sup>3</sup> шахтных вод с содержанием солей 1 730, 2158 и 3 376 мг/л. Не меньший вред водным ресурсам наносится загрязнением шахтных вод твердыми взвешенными угольными и породными частицами. Несмотря на то, что все шахты имеют очистные сооружения, содержание твердых взвешенных частиц в сточных водах остается достаточно высоким и достигает порой 1500–4000 мг/л [2–4].

**Целью** настоящего исследования являлось проведение биомониторинга поверхностных вод реки Ольховая с применением метода флуориметрии. Исследования выполнялись в рамках договора о сотрудничестве Донецкого национального университета и Главного управления экологии и природных ресурсов ДНР.

К перечню особо охраняемых территорий местного значения планируется отнести так называемый Панский сад, расположенный около поселка Ольховчик. Однако, протекающая на территории сада, река Ольховая испытывает крайнюю степень загрязнения шахтными водами и стоками из шламонакопителей.

**Результаты исследования.** Для оценки качества воды р. Ольховая проводили измерение температуры, мутности, степени минерализации, рН, а также содержания растворенного кислорода. С помощью анализа кривых индукции флуоресценции исследовали состояние фитопланктона, как биоиндикатора состояния водной среды.

Вода в русле реки Ольховая характеризовалась высокой степенью минерализации, а также большим количеством взвешенных частиц, что, в свою очередь, обуславливало высокую мутность.

Принимая во внимание все источники загрязнения шламовыми отходами, а также шахтными стоками, по ходу русла реки был выбран ряд мониторинговых точек. Начальная точка (№ 1) располагалась у предполагаемого истока реки, точки № 2 и 3 – в местах накопления биомассы фитопланктона до попадания в поверхностные воды каких-либо источников загрязнения, № 4 – после попадания стоков из шламонакопителей, № 6 – после попадания шламовых отходов из внешнего притока, № 5 – проба из внешнего притока со шламовыми отходами, № 7 – проба, отобранная после впадения двух относительно чистых притоков, № 8 – переход в широкое, заиленное русло, место скопления угольных отходов, попавших в русло реки выше по течению.

Согласно результатам измерений физико-химических параметров проб воды, происходило возрастание показателя мутности, значения рН и растворенного кислорода не изменялись. Также было отмечено снижение температуры воды в точке № 7 и 9, что обусловлено низкой температурой воды в притоке.

Согласно полученным результатам флуориметрических измерений, в точке №3 происходило наибольшее накопление биомассы фитопланктона. После попадания отходов из шламонакопителей (точка № 4) – происходило резкое снижение количества фитопланктона, а также значительное ухудшение физиологического состояния биоиндикатора. В точках № 6 и 7, в сравнении с точкой № 4 показатель биомассы, а также состояние микроводорослей не изменялись. Однако, в точке № 8 происходило достоверное снижение содержания фитопланктона в пробах воды.

Таким образом, экспериментально подтверждена возможность использования метода флуориметрии хлорофилла фитопланктона для

реализации биоиндикации водных ресурсов в техногенно трансформированном регионе на примере реки Ольховая.

#### Список литературы

1. Юрченко А.В. Рекреационный потенциал лесонасаждений на территории ДНР. Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов: сборник материалов XII Международной конференции аспирантов и студентов / А.В. Юрченко, Е.В. Кочина // ДОННТУ, ДонНУ. – Донецк: ГОУ ВПО «ДОННТУ», 2018. – С. 141.
2. Герасимов Г.Н. Адаптация технологии обработки питьевой воды к новым условиям: применение ультрафильтрации (часть 1) / Г.Н.Герасимов // Водоснабжение и санитарная техника. – 2003. – № 6. – С. 24-27.
3. Гавришин А.И. Закономерности формирования химического состава грунтовых вод каменноугольных отложений Восточного Донбасса / А.И.Гавришин // Успехи современного естествознания. – 2016. – №10. – С. 102-106.
4. Гавришин А.И. Некоторые важные закономерности формирования химического состава шахтных вод в Восточном Донбассе / А.И.Гавришин // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 11. – С. 2465-2470.

УДК 614.876

### **ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ДОЗИМЕТРИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ МЕДИЦИНСКОГО ПЕРСОНАЛА, РАБОТАЮЩЕГО С ИСТОЧНИКАМИ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

*Горецкий О.С., д-р биол. наук, профессор,  
Бондаревский-Колотий В.А.*

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

Использование различных источников ионизирующего излучения (ИИИ) в медицине, вносит наибольший вклад в дозу облучения, как пациентов, так и медицинского персонала [1]. Увеличение количества новых высокодозовых технологий и методик, применяющихся в диагностике и терапии обуславливает особое внимание к вопросам радиационной безопасности пациентов и врачей.

Для обеспечения условий безопасной работы персонала с ИИИ необходимо соблюдать основные принципы радиационной защиты – непревышение установленных пределов доз для персонала категорий А и Б и обеспечение оптимизации радиационной защиты. В соответствие с нормами радиационной безопасности для контроля профессионального облучения проводится радиационный мониторинг рабочих мест и индивидуальный дозиметрический контроль персонала [2].

Мониторинг рабочих мест позволяет изучить радиационно-гигиеническую обстановку во время выполнения персоналом работ с ИИИ,

выявить основные формирующие дозу операции, однако, только при проведении индивидуального дозиметрического контроля (ИДК) возможно измерение реальных доз облучения каждого конкретного работника, с учетом особенностей использования ИИИ, возникших при непредвиденных или аварийных ситуациях. Поэтому, организация и проведение индивидуального дозиметрического контроля является ключевой задачей всех программ радиационного контроля профессионального облучения [3].

В большинстве стран наибольшее число персонала работающего с ИИИ и состоящего на ИДК, составляют медицинские работники – до 60-85 % [1].

Цель исследований – определить индивидуальные эффективные дозы внешнего облучения для различных групп персонала медицинских учреждений г. Донецка, работающих с источниками ионизирующего излучения.

В 2017 году в медицинских учреждениях г. Донецка работало 194 рентгенодиагностических кабинета, в которых использовались рентгеновские аппараты различного назначения, гамма-терапевтические установки, линейные ускорители, и 2 радиоизотопные лаборатории.

В службе радиационной безопасности Донецкого клинического территориального медицинского объединения уже многие годы применяется метод термолюминесцентной дозиметрии и дозиметрическая термолюминесцентная система ДТУ-01М с использованием термолюминесцентных детекторов ДТГ-04, которые позволяют измерять индивидуальные дозы в широком диапазоне энергий фотонного излучения. Анализ результатов ИДК для оценки коллективных и годовых доз в группах медицинского персонала, работающего с ИИИ, проводился с помощью автоматизированной информационной системы ИНДОЗ.

При проведении индивидуального радиационного мониторинга, использовалась, рекомендованная Международной комиссией по радиационным единицам (МКРЕ), операционная единица Нp(d), позволяющая измерять эквивалентную дозу на определенной глубине тела. Для контроля доз внешнего облучения тела такой величиной является эквивалентная доза на глубине 10 мм мышечной ткани – Нp(10) [5].

В соответствии с профессиями и условиями труда медицинский персонал, состоящий на индивидуальном дозиметрическом контроле в г. Донецке, был разделен на 8 групп: врачи-рентгенологи, рентгенлаборанты, врачи-радиологи, врачи-рентгенхирурги (врачи-хирурги различного профиля), врачи-анестезиологи, врачи-интерны, младший медицинский персонал (медицинские сестры и младшие медицинские сестры), вспомогательный персонал (инженеры-радиологи, техники-дозиметристы, инженеры-физики, инженеры-электрики).

Коллективная доза облучения для указанных групп составила 370,4 чел/мЗв. Основной вклад в коллективную дозу внесли рентгенлаборанты – 35 %, младший медперсонал – 18 % и врачи-рентгенологи – 20 %.

Однако, при изучении дозовых нагрузок в отдельных группах медицинского персонала, которые осуществляли рентгенорадиологические процедуры и малоинвазивные вмешательства под рентгеновским контролем, было установлено, что наибольшие средние годовые индивидуальные эффективные дозы получены: врачами-радиологами – 1,3 мЗв, врачами-рентгенохирургами – 1,04 мЗв и врачами-анестезиологами – 0,63 мЗв, участвовавшими в операциях под рентгеновским контролем (рис. 1).

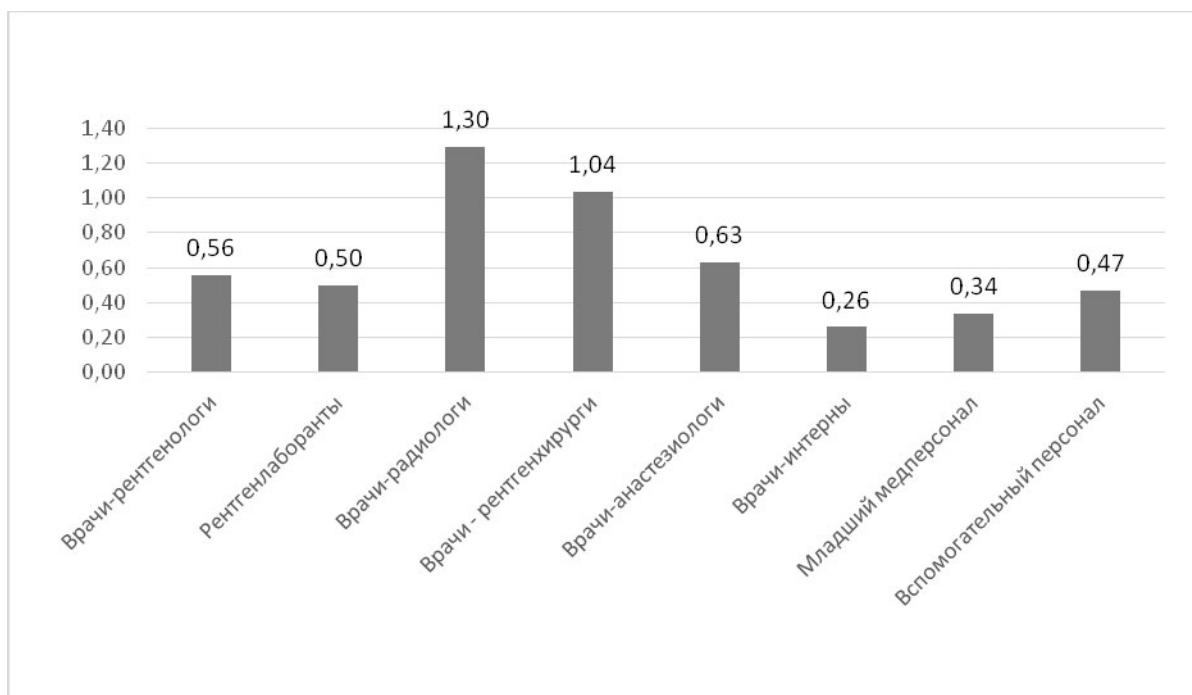


Рис. 1. Величины средних годовых индивидуальных эффективных доз облучения в группах медицинского персонала, мЗв

Как видно, средние индивидуальные дозы облучения у врачей-рентгенологов были почти в 2,3 раза меньше чем у врачей-радиологов и в 2 раза меньше чем у врачей-анестезиологов, участвовавших в проведении операций под рентгеновским контролем.

Индивидуальные годовые эффективные дозы облучения персонала медицинских учреждений г. Донецка (за 2017 год) не превышали нормативные пределы.

### Список литературы

1. UNSCEAR. Sources and Effects of Ionising Radiation. United Nations scientific committee on the effects of atomic radiation report to the general assembly with scientific annexes. – New York, 2000. – Vol.I-II:Effects.United Nations. – 649p.
2. Нормы радиационной безопасности Украины (НРБУ-97). Государственные гигиенические нормативы. – К.,1997. – 125с.
3. Радиационная защита при профессиональном облучении/Серия норм МАГАТЭ по безопасности. Руководство безопасности №RS-G-1.1, IAEA.– 1999.

4. Организация и проведение централизованного индивидуального дозиметрического контроля медицинского персонала Украины с использованием термолюминесцентных дозиметров. Ведомственная инструкция. – К., 2003. – 35 с.
5. Публикация 60 МКРЗ. Ч. 2. Пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат, 1994. – 208 с.

УДК 577.2:577.3

## **ОБРАЗОВАНИЕ МИШЕННЫХ ЗАДЕРЖИВАЮЩИХСЯ МУТАЦИЙ ЗАМЕНЫ ОСНОВАНИЙ ПРИ СКЛОННОМ К ОШИБКАМ ИЛИ SOS СИНТЕЗЕ ДНК, СОДЕРЖАЩЕЙ КАНОНИЧЕСКИЕ ЦИС-СИН ЦИКЛОБУТАНОВЫЕ ТИМИНОВЫЕ ДИМЕРЫ**

*Гребнева Е.А.*, канд. физ.-мат. наук, ст. научн. сотр.

ГУ «Донецкий физико-технический институт им. А. А. Галкина», г. Донецк, ДНР  
*grebneva@gmail.com*

**Введение.** Образование мутаций – главная причина образования онкологических заболеваний. Как правило мутации появляются сразу после облучения. Но иногда они образуются через много циклов синтеза ДНК после воздействия мутагена. Такие мутации называются задерживающимися мутациями. Под воздействием облучения молекулы ДНК скорость образования мутаций, в частности задерживающихся мутаций может возрастать, такой процесс называется радиационно-индуцированной нестабильностью генома [1]. Раковые клетки, как правило, характеризуются высоким уровнем образования задерживающихся мутаций и радиационно-индуцированной нестабильности генома [1]. Однако, в настоящее время не известны механизмы образования задерживающихся мутаций и радиационно-индуцированной нестабильности генома [1].

**Актуальность (социальная значимость)** определяется тем, что понимание механизмов образования задерживающихся мутаций и радиационно-индуцированной нестабильности генома позволит лучше понять механизмы образования злокачественных опухолей, что, в свою очередь, возможно, позволит разработать новые методы лечения и профилактики онкологических заболеваний.

**Целью** настоящего исследования является развитие предложенной автором полимеразно-таутомерной модели механизмов образования задерживающихся мутаций и радиационно-индуцированной нестабильности генома [2-4].

**Результаты.** Был разработан механизм образования редких таутомерных форм оснований ДНК и показано, что тимин может образовывать пять редких таутомерных форм, которые стабильны, если соответствующие нуклеотиды входят в состав циклобутановых димеров [5]. Структурный анализ встраивания оснований показал, что напротив

одной редкой таутомерной формы тимина  $T_3^*$  можно встроить аденин, но можно встроить и любое другое каноническое основание так, чтобы между ними образовались водородные связи. Если синтез ДНК, содержащей *цис-син* циклобутановый димер  $TT_3^*$ , идет с помощью ДНК-полимераз со сравнительно высокой точностью синтеза, мутации не появятся. Но, если в дальнейшем в синтезе ДНК будут участвовать ДНК-полимеразы, обладающие низкой корректорской точностью, могут появиться мишенные задерживающиеся мутации замены оснований. Причем, они могут образоваться через много циклов репликации после повреждения ДНК [2].

Посмотрим, могут ли, при определенных условиях, канонические *цис-син* циклобутановые тиминовые димеры приводить к каким-либо мишенным мутациям. Это очень важный вопрос, поскольку, как правило, 88–95 % *цис-син* циклобутановых пиримидиновых димеров не приводят к мутациям.

Для этого, сделаем структурный анализ и выясним, какие канонические основания могут образовывать водородные связи с молекулами тимина. Разумеется, тимин может образовывать пару с аденином (рис. 1а). Тимин в канонической таутомерной форме не может образовывать водородные связи с каноническим гуанином (рис. 1в) или с каноническим тиминном (рис. 1г). Но, тимин в канонической таутомерной форме может образовывать водородные связи с каноническим цитозином (рис. 1в). Впрочем, этот факт давно известен. Оказалось, что даже канонические *цис-син* циклобутановые тиминовые димеры могут приводить к мишенным задерживающимся мутациям замены оснований. Они могут вызывать только мишенные задерживающиеся трансверсии  $T-A \rightarrow G-C$ . Такие мутации могут образоваться только в том случае, когда рядом с каноническим *цис-син* циклобутановым тиминовым димером имеется очень много других повреждений ДНК.

Тот факт, что при этих условиях мутации могут появляться напротив канонических *цис-син* циклобутановых тиминовых димеров, меняет ситуацию кардинальным образом. Вероятность появления задерживающихся мутаций замены оснований, вызванных каноническими *цис-син* циклобутановыми тиминовыми димерами, будет в 500–1000 раз больше, чем, если бы они образовывались только напротив димеров  $TT_3^*$ . Эту оценку легко проверить экспериментально. При очень большом количестве повреждений ДНК, мишенные задерживающиеся мутации замены оснований, вызванные *цис-син* циклобутановыми цитозиновыми и тиминовыми димерами, будут встречаться с близкими вероятностями [3].

Сделан **вывод**, что причиной радиационно-индуцированной нестабильности генома является большое количество повреждений ДНК, часть из которых *цис-син* циклобутановые пиримидиновые димеры. Не все эти повреждения обязательно должны быть мутагенными. Если эти повреждения способны останавливать синтез ДНК то, следовательно, они

могут приводить к синтезу через повреждение, вызывать ДНК-полимеразы с низкой точностью синтеза и, следовательно, вносить вклад в мутагенез.

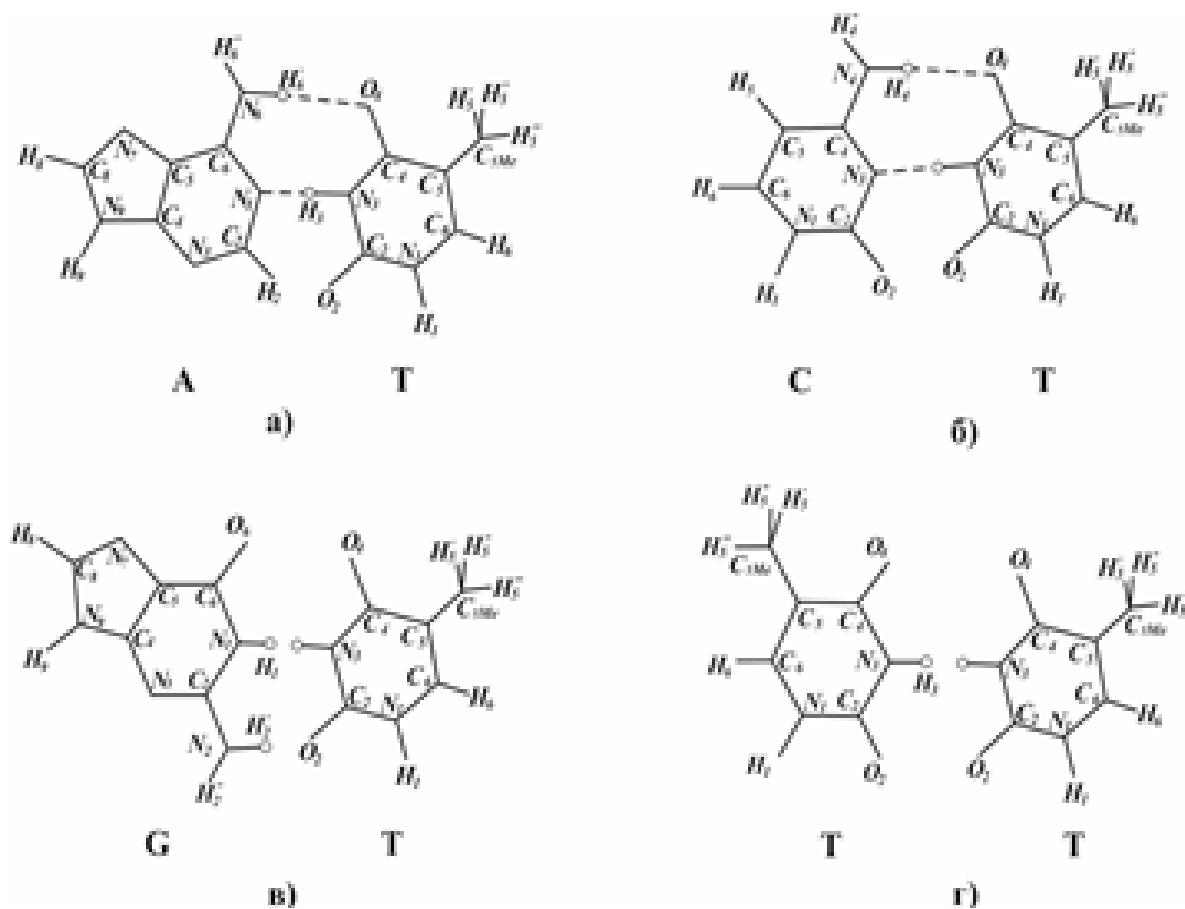


Рис. 1. Структурный анализ возможности спаривания канонического тимина Т с каноническими основаниями ДНК: а) – Уотсон-Криковская пара аденин – тимин; б) – г) структурный анализ возможности спаривания тимина Т с каноническими основаниями ДНК: б) с цитозином; в) с гуанином; г) с тиминном.

В заключении стоит отметить, что предложенная и разрабатываемая мной полимеразно-таутомерная модель способна объяснить мишеные мутации замены оснований [5], мишеные инсерции [5], мишеные делеции [5], мишеные сложные инсерции [5], появляющиеся сразу после облучения ДНК, а также причины образования горячих и холодных пятен ультрафиолетового мутагенеза. Кроме того, она способна объяснить такие радиационно-индуцированные байстендер эффекты как немишеные мутации замены оснований и сдвига рамки считывания [6]. Она способна объяснить такие явления нестабильности генома, как мишеные задерживающиеся мутации замены оснований [2–4]. Для объяснения радиационно-индуцированных байстендер эффектов и нестабильности генома нет необходимости в смене парадигмы радиационной биологии или генетики. Достаточно всего лишь сменить парадигму в мутагенезе.



## Список литературы

1. Little J.B. Genomic instability and bystander effects: a historical perspective / J.B.Little // *Oncogene*. – 2003. – Vol. 22. – No 45. – P. 6978–6987.
2. Гребнева Е.А. Полимеразно-таутомерная модель механизма образования мишенных задерживающихся мутаций замены оснований при синтезе ДНК, содержащей *цис-син* циклобутановые тиминового димеры / Е.А.Гребнева // Докл. НАН Украины. – 2016. – № 5. – С. 101-110.
3. Гребнева Е.А. Полимеразно-таутомерная модель радиационно-индуцированной нестабильности генома: мишенные задерживающиеся мутации замены оснований при склонном к ошибкам и SOS синтезе двунитовой ДНК, содержащей *цис-син* циклобутановые тиминового димеры / Е.А.Гребнева // ФТВД. – 2017. – Т. 27. – № 3. – С. 131-148.
4. Grebneva H.A. A polymerase-automeric model for radiation-induced genomic instability: targeted delayed substitution mutations during error-prone and SOS replication of double-stranded DNA, containing *cis-syn* cyclobutane cytosine dimers / H.A.Grebneva // *Int. J. Mol. Biol. Open Access*. – 2018. – Vol. 3. – No. 3. – P. 125–141.
5. Grebneva H.A. Polymerase-automeric model for ultraviolet mutagenesis: targeted base substitution and frameshift mutations caused by *cis-syn* cyclobutane thymine dimers. Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing. 2017. 132 p.
6. Grebneva H.A. A polymerase–automeric model for radiation-induced bystander effects: a model for untargeted substitution mutagenesis during error-prone and SOS replication of double-stranded DNA containing thymine and adenine in rare automeric forms // *Int. J. Mol. Biology: Open Access*. – 2017. – Vol. 2. – No 2. P. 1-14.

УДК 577.344

## АППРОКСИМАЦИЯ ПЕРВИЧНЫХ ДАННЫХ ФЛУОРИМЕТРИИ ПРИ ПОМОЩИ ЛИНЕЙНОЙ КОМБИНАЦИИ ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ

*Губарев А.А., Кривякин А.С., Саакян О.Н.*

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

*Gubarev\_A\_A\_@mail.ru*

**Введение.** Эффективным методом экспресс диагностики состояния фитопланктона является анализ флуоресценции хлорофилла. Одним из наиболее информативных методов является исследование кривой переменной флуоресценции: об изменении состояния фитопланктона судят на основе параметров, рассчитанных по этой кривой. Первичные (сырые) данные, получаемые при регистрации флуоресценции с большой частотой дискретизации по времени, содержат шум, обусловленный самой физической природой явления. Уменьшение величины шума при помощи аппаратных решений связано с увеличением стоимости устройства (флуориметра).

Детальная модель фотосистемы фитопланктона описывается системой большого числа обыкновенных дифференциальных уравнений.

Большая часть параметров этой системы изменчивы или известны с невысокой точностью. Сокращённые (редуцированные) модели, например [1], предсказывают зависимость флуоресценции от времени в виде суммы действительных экспоненциальных функций. Получение параметров аппроксимации линейной комбинацией экспоненциальных функций при помощи метода наименьших квадратов приводит к получению приемлемой аппроксимации только при задании начального приближения, достаточно близкого к искомому набору параметров. В часто наблюдаемых случаях кривая переменной флуоресценции имеет вид кривой, возрастающей на начальном этапе до некоторого максимального значения  $F_M$  (участок быстрой флуоресценции), а затем убывающей до стационарного состояния (участок замедленной флуоресценции). Для участка быстрой флуоресценции в работе [2] предложен метод аппроксимации, основанный на представлении интенсивности флуоресценции в виде

$$F = \sum_k A_k (1 - e^{-t/\tau_k}), \quad (1)$$

где параметры  $A_k$  считаются неотрицательными.

**Актуальность (социальная значимость)** определяется возросшим интересом к контролю состояния водных бассейнов при помощи мониторинга изменения состояния биологических объектов, в частности фитопланктона.

**Целью** настоящего исследования было: построение подхода для аппроксимации исходных данных, полученных при помощи макета флуориметра, разработанного в ДонНУ в рамках исследований по теме «Разработка информационно-аналитической системы управления жизнеобеспечением городов и состоянием окружающей среды».

Аппроксимация (1) не позволяет оценить момент времени достижения интенсивности максимума и не даёт подхода к аппроксимации интенсивности на участке замедленной флуоресценции. В данной работе данные на всём промежутке времени измерения аппроксимировались при помощи сглаживающего сплайна с учетом величины шума и на основе этой аппроксимации оценивался момент времени достижения максимума интенсивности,  $t_{F_M}$ . Затем данные аппроксимировались отдельно на промежутке времени от начала измерения и до  $t_{F_M}$ , и на промежутке времени от  $t_{F_M}$  до конца измерений. На обоих промежутках использовалась аппроксимация в виде линейной комбинации экспоненциальных функций  $F = F_c + \sum_k A_k \exp(-t/\tau_k)$ . Для получения начального приближения предварительно методом наименьших квадратов находятся значения параметров  $A_i$  при заданных значениях параметров  $\tau$ :  $\tau_i = \tau_{i-1}k$ ,  $\tau_1$  полагался равным  $0.01t_2$ , где  $t_2$  момент времени второго (по

другому шаг по времени при измерениях)  $k$  ( $k > 25$ ) и  $0.1t_2$  при малых значениях  $k < 25$ . Окончательные аппроксимации находятся при помощи метода наименьших квадратов с подлежащими оценке коэффициентами  $A_i, \tau_i$ .

**Результат.** Предлагаемый подход позволяет удовлетворительно аппроксимировать данные, полученные при помощи разработанного макета флуориметра. В частности он позволяет оценивать параметра  $t_{FM}$ , который является одним из информативных параметров, и верифицировать эту оценку по результатам разложения на линейные комбинации экспоненциальных функций.

#### Список литературы

1. Плюснина Т.Ю. Редуцированная модель фотосистемы II для оценки характеристик фотосинтетического аппарата по данным индукции флуоресценции / Т.Ю.Плюснина, Е.Н.Воронова, В.Н.Гольцев и др. // Компьютерные исследования и моделирование. – 2012. – Т. 4. – № 4. – С. 943-958.
2. Plyusnina T.Yu. An Analysis of the Chlorophyll Fluorescence Transient by Spectral Multi-Exponential Approximation / T.Yu. Plyusnina, S.S.Khruschev, G.Yu.Riznichenko, and A.V.Rubin // Biophysics. – 2015. – Vol. 60, No. 3. – Pp. 392–399.

УДК 574.34

### ЛОКАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ФИТОПЛАНКТОН – ПОЛЛЮТАНТ, УЧИТЫВАЮЩАЯ ОГРАНИЧЕННОСТЬ ИСТОЧНИКА МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

*Губарев А.А., Мицкан В.В., Боровой И.И.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет» г. Донецк, ДНР  
*Gubarev\_A\_A\_@mail.ru*

**Введение.** При выполнении лабораторных исследований по воздействию поллютантов на состояние фотосистемы (ФС) фитопланктона бывает желательным оценить по результатам проведенных экспериментов будет ли при некоторой концентрации поллютанта ( $m$ ) и плотности численности клеток ( $n$ ) наблюдаться вымирание популяции. В работе [1] исследовалась модель, не учитывающая ограниченность ресурса. В ней получено, что для заданной фиксированной концентрации поллютанта, популяция вымирает, если начальная плотность клеток ниже некоторой критической и получено выражение в элементарных функциях зависимости этой критической плотности от концентрации поллютанта.

**Актуальность (социальная значимость)** определяется важностью эффективного планирования лабораторных исследований воздействия

поллютантов на состояние ФС. Сами лабораторные исследования имеют большое методологическое значение для построения системы контроля изменения состояния водных бассейнов.

**Целью** настоящего исследования было: получение методики учета ограниченности ресурса на величину критической плотности.

В модели делаются следующие основные предположения.

- Общая концентрация ограничивающего рост клеток ресурса ( $p_{\Sigma}$ ) в составе питательной среды ( $p$ ) и клетках ( $\gamma n$ ,  $\gamma$  – количества ресурса, приходящееся на единицу плотности клеток) остаётся неизменной:  $p + \gamma n = p_{\Sigma}$ . После смерти клеток входивший в их состав ресурс сразу переходит в форму доступную для поглощения другими живыми клетками.
- Поллютант вносится в систему в некоторый момент времени. Клетки поглощают поллютант из среды, уменьшая его концентрацию в ней. Удельная скорость изменения численности клеток,  $a(p, m)$ , зависит от концентрации ограничивающего рост клеток минерального ресурса и концентрации поллютанта в среде. Вблизи равновесия она может быть представлена в виде  $a(p, m) = ap - \sigma m$ .

Данные предположения приводят к системе уравнений

$$\begin{cases} \frac{dn}{dt} = (a_0 - a_1 n - \sigma m)n, \\ \frac{dm}{dt} = -c n m. \end{cases} \quad (1)$$

Здесь введены для краткости обозначения  $a_0 = ap_{\Sigma}$ ,  $a_1 = a\gamma$ . При помощи замены  $n = \tilde{n} a_0 / c$ ,  $m = \tilde{m} a_0 / \sigma$ ,  $t = \tau / a_0$  система (1) сводится к системе

$$\begin{cases} \frac{d\tilde{n}}{d\tau} = (1 - \varepsilon \tilde{n} - \tilde{m})\tilde{n}, \\ \frac{d\tilde{m}}{d\tau} = -\tilde{m}\tilde{n}. \end{cases} \quad (2)$$

Здесь  $\varepsilon = a_1 / c$ . Система зависит от одного параметра и имеет две точки покоя: 1)  $\tilde{n}_s = 0$  и некоторое, возможно не нулевое,  $\tilde{m}_s$ ; 2) и  $\tilde{n}_s = \varepsilon^{-1}$ ,  $\tilde{m}_s = 0$ . Исследование условия вымирания сводится к исследованию сходимости интеграла

$$\int_{\tilde{m}_0}^{\tilde{m}} \frac{dz}{\left\{ \frac{1}{1 + \varepsilon} \left[ \left( \frac{z}{\tilde{m}_0} \right)^{\varepsilon} \tilde{m}_0 - z \right] - \frac{1}{\varepsilon} \left[ 1 - \left( \frac{z}{\tilde{m}_0} \right)^{\varepsilon} \right] - \left( \frac{z}{\tilde{m}_0} \right)^{\varepsilon} \tilde{n}_0 \right\} z} = \tau. \quad (3)$$

В случае наличия положительного корня популяция фитопланктона вымирает. В противном случае численность популяция, возможно, после

некоторого промежутка убывания, испытывает рост к асимптотическому значению  $\tilde{n}_s = \varepsilon^{-1}$ .

**Результат.** В отличие от более простой модели, не учитывающей ограниченность ресурса, в данной модели не удалось получить условие вымирания популяции в элементарных функциях. Однако для заданных начальной плотности клеток  $\tilde{n}_0$  и концентрации поллютанта  $\tilde{m}_0$  построен алгоритм получения отличного от нуля значения  $z$ , которое обращает знаменатель в ноль. Это позволяет на основании оценок параметров, по полученным ранее экспериментальным данным, численно найти плотность клеток ( $n^c$ ) ниже которой они вымирают.

#### Список литературы

1. Мицкан В.В. Локальная модель фитопланктон – поллютант / В.В.Мицкан, И.И.Боровой // Вестник СНО ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». – Выпуск 10. – Т.1: Естественные и технические науки. – С.66–69.

УДК: 542.934.8

## ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ ФАЦИЙ В ПРИСУТСТВИИ НАНОЧАСТИЦ $Fe_3O_4$ ПОСЛЕ ДЕГИДРАТАЦИИ В ВАКУУМЕ

*Капшук Р. А., Пашкова А. Ю.*

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

В работе приводятся результаты исследований по изучению некоторых особенностей фаций, которые формируются в вакуумных условиях. В качестве исходного материала для изучения особенностей дегидратации в вакуумных условиях применялись – сыворотка крови человека, а также наночастицы  $Fe_3O_4$ .

Изучение формирования структурных портретов, образованных различными биологическими жидкостями, а также неорганическими растворами после их дегидратации на гладкой поверхности, привлекает интерес исследователей из различных отраслей науки. Для выявления патологий кристаллографическим способом, который получил название метод клиновидной дегидратации, можно использовать большинство биологических жидкостей пациентов. В частности, изучаются особенности структурного упорядочения цельной крови, сыворотки и плазмы крови, слюны и слезной жидкости. Здесь ведется поиск устойчивых биологических маркеров, которые могут отвечать за определенные виды заболеваний [1].

С другой стороны, ведутся экспериментальные исследования, основной целью которых является объяснение процессов, происходящих в «сидячей» капле, а также влияние различных внешних физических факторов, которые с одной стороны могут внести свой вклад в процесс, а с другой стороны могут управлять процессом дегидратации различных коллоидных растворов, в том числе и биологического происхождения [2, 3].

Кроме того, в настоящее время отмечается широкий интерес исследователей к применению наночастиц в различных медицинских исследованиях, в частности, в области доставки лекарственных препаратов к органу – мишени (онкология), а также в диагностике методами МРТ.

Исходя из выше сказанного, в данной работе будет проведена оценка на качественном уровне, влияния вакуума на формирование морфологических картин, образованных сывороткой крови в присутствии наночастиц оксида железа.

Для изучения особенностей формирования фаций, образованных сывороткой крови здоровых людей, а также людей с патологией, с примесью наночастиц, проводили дегидратацию в рабочем объеме стандартной установки ВУП-5М. Кроме того, для контроля проводилось раскапывание исходной сыворотки крови в тех же условиях.

На предварительном этапе проводилось смешивание исходного раствора наночастиц  $Fe_3O_4$  с сывороткой крови, в соотношении концентраций 1:2. Раскапывание (капли объемом 10 мкл) проводилось непосредственно в рабочем объеме вакуумного универсального поста на покровные стекла с линейными размерами 21x31x0,45 мм. Стекла располагались в одной половине чашки Петри. Затем исследуемый материал накрывали второй половиной чашки Петри [4] и проводили откачивание до высокого вакуума порядка  $10^{-3}$  Па. Исследуемый препарат выдерживался в условиях высокого вакуума в течение 30 минут. Фации, сформированные в условиях вакуума, исследовались на оптическом микроскопе МБС-10.

Характерной отличительной особенностью для фаций, сформированных сывороткой крови в вакууме, является образование бугра в центральной части. Кроме того, хорошо выделяется в общей картине краевой валик и переходная зона фации.

В ходе визуального исследования полученных фаций было замечено, что специфика формирования структурного портрета фаций, в целом сохраняется как для образцов с примесью наночастиц, так и для контрольных образцов, в которые наночастицы не вносились. Однако можно отметить, что в области краевого валика для случая сыворотки крови здорового человека сохраняется морфологическая картина, характерная для сыворотки крови высушенной по методу клиновидной дегидратации. При этом можно отметить, что для сыворотки крови человека с патологией наблюдались некоторые отклонения в зоне краевого

валика, по отношению к фациям, образованным в вакууме сыворотки крови здорового человека.

В целом, по результатам этого исследования можно сделать следующий вывод: при дегидратации в вакууме сыворотки крови с добавлением наночастиц  $Fe_3O_4$ , доминирующим механизмом, влияющим на формирование фаций, при указанном выше соотношении концентраций, является механизм, присущий сыворотке крови. Однако для понимания степени влияния наночастиц на особенности формирования фаций сыворотки крови требуются дополнительные исследования при более широком варьировании условий эксперимента.

### Список литературы

1. Заблоцкая Т.Ю. Анализ основных процессов и типов структур при дегидратации биологических жидкостей / Т.Ю.Заблоцкая // Электромеханические и энергосберегающие системы. – 2010. – № 4. – С. 92-96.
2. Ведмеденко Е.Н. Влияние электрического поля на кристаллизацию жидких упорядоченных биологических структур / Е.Н. Ведмеденко, М.В.Курик, И.Н.Кувичка // Письма в ЖТФ. – 1991. – Т. 17, № 1. – С. 48-54.
3. Саранин В.А. Диспергирование висящей и лежащей капель в электрическом поле / В.А.Саранин // Электронная обработка материалов. – 2015. – Т. 51, № 5. – С. 40-44.
4. Савина Л.В. Структурообразование сыворотки крови в условиях вакуума / Л.В. Савина // Клиническая лабораторная диагностика. – 1999. – № 11. – С. 48.

УДК 544.723.23

## АДГЕЗИЯ *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* К ПОВЕРХНОСТИ КРЕМНИЯ, ВЫДЕРЖАННОГО В МАГНИТНОМ ПОЛЕ

*Кладько Д.В., Легенький Ю.А., Павлов В.Н.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР  
*fatbiolog@gmail.com, yu-legen@mail.ru*

**Введение.** Адгезия микроорганизмов к твердым поверхностям заключается в прикреплении клеток или клеточных агрегатов к твердой подложке. Первый этап взаимодействия клеток с поверхностями заключается в их неспецифическом взаимодействии, ключевую роль в котором играют электростатические и гидрофобные взаимодействия. Затем данные адгезионные связи могут быть укреплены с помощью образования химических связей между клетками и поверхностью, взаимодействию рецепторов и изменению конформации клеток. [1].

Авторы работы [2] показали, что в кристаллическом кремнии при воздействии слабого магнитного поля в течение 7 или 180 суток увеличивается площадь распределения и величина поверхностного

потенциала поверхности. Обнаруженное явление авторы работы [3] использовали для объяснения эволюции в магнитном поле структуры кластеров (агрегатов) дрожжевых клеток, осажденных на поверхность кремния в процессе дегидратации.

**Актуальность.** Изменяя бесконтактно с помощью магнитного поля зарядовое состояние поверхности, можно управлять ходом адгезии микроорганизмов. На основе подобных исследований развивается целый ряд актуальных технологий, использующих адгезию микроорганизмов для концентрирования клеток, получения разнообразных иммобилизаторов, очистки воды от патогенной микрофлоры и т.д.

**Целью** данного исследования является изучить влияние выдержки кремниевой поверхности в магнитном поле с разными параметрами на адгезию дрожжевых клеток. Поверхности располагались в магнитном поле двух конфигураций в течение 30 суток. В одном случае это было горизонтальное магнитное поле с индукцией  $B_1 = 0,2$  Тл, а во втором – вертикальное магнитное поле с индукцией  $B_2 = 0,09$  Тл.

**Материалы и методы.** Для экспериментов по адгезии использовались пластины кристаллического кремния марки КЭФ-1,0 и покровные стекла. Влияние магнитного поля на электрические свойства кремниевых пластин исследовалось с помощью измерения удельной электрической проводимости четырехзондовым методом. Количество адгезированных клеток определялось по методике, описанной в работе [4].

**Результаты и обсуждение.** На рис. 1 представлены результаты измерения адсорбции дрожжевых клеток на поверхности кремниевых пластин и покровных стекол без приложения магнитных полей и после их выдержки в магнитных полях с указанными выше параметрами. Из анализа данных представленных на рис. 1 видно, что после выдержки кремниевых подложек в магнитных полях адгезия дрожжевых клеток достоверно уменьшается. Полученные в ходе исследования данные свидетельствуют о том, что адгезией дрожжей к кремниевым поверхностям можно управлять с помощью приложения магнитных полей (рис. 1). Под воздействием магнитного поля, как указано в работе [2], на поверхности кремния изменяется зарядовое состояние. В наших исследованиях это проявляется в изменении структуры кластеров дрожжевых клеток при их выдержке в магнитном поле после дегидратации на поверхности кремниевых пластин, а также в ухудшении адгезии клеток к поверхности таких кремниевых пластин. Данный эффект можно объяснить тем, что под воздействием магнитного поля на кремнии формируется отрицательный заряд, который, взаимодействуя с отрицательно заряженными дрожжевыми клетками, снижает количество прикрепленных клеток на поверхности кремния (рис.).

Измерения удельной электропроводности кремниевых пластин показывает уменьшение этого параметра после выдержки кремния в



магнитном поле. В работе установлено, что структура осажденных кластеров дрожжевых клеток и адгезия дрожжевых клеток на стеклянных подложках не зависят от выдержки подложек в магнитных полях исследованных конфигураций.

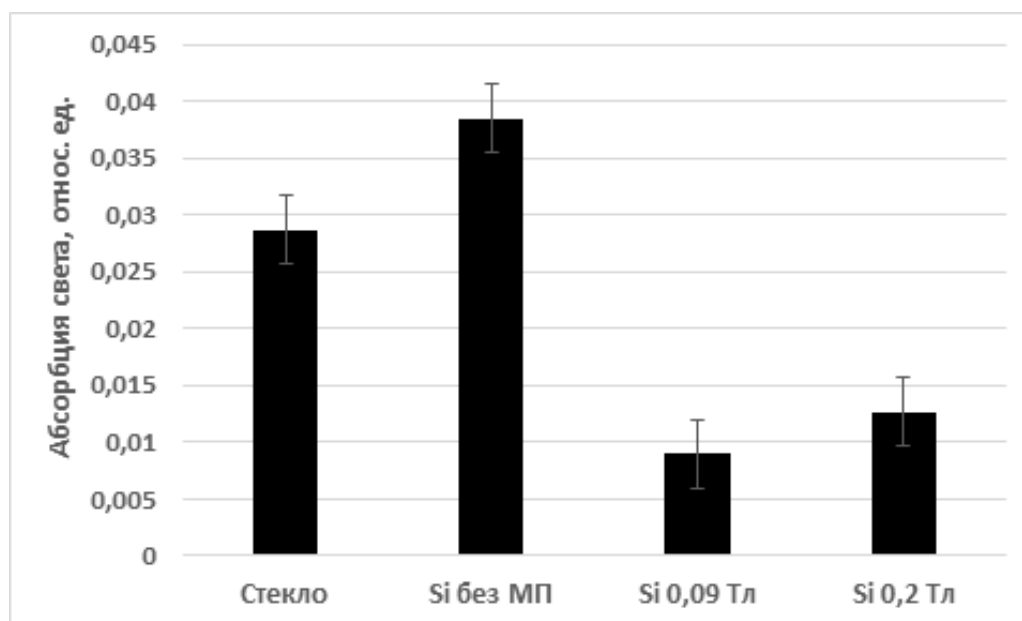


Рис. 1. Влияние выдержки кремния в магнитном поле на количество адгезированных клеток (их число прямо пропорциональна относительной абсорбции)

**Заключение.** В данной работе показано наличие влияния магнитного поля на адгезию дрожжевых клеток к поверхности кремния, что может найти своё применение в области технологий, использующих адгезию микроорганизмов для концентрирования клеток, получения разнообразных иммобилизаторов, очистки воды от патогенной микрофлоры.

#### Список литературы

1. Горбушина А.А. Адгезия конидий микромицетов к полимерным материалам / А.А.Горбушина, Л.К.Панина // Микология и фитопат. – 1992. – Т. 26, вып. 5. – С.372-377.
2. Макара В.А. Изменение зарядового и дефектно-примесного состояния кремния для солнечной энергетики под воздействием магнитного поля / В.А.Макара, Л.П.Стебленко, О.А.Коротченков и др. //ФТП. – 2014. – Т. 48, № 6. – С.742-746.
3. Стебленко Л.П. Влияние слабого магнитного поля и низкоэнергетического рентгеновского излучения на эволюцию суспензии дрожжей культуры *Saccharomyces cerevisiae* / Л.П.Стебленко, А.И.Нижельская, С.Н.Науменко и др. // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. – 2017. – № 2. – С.110–114.
4. Tomićić R., Raspor P. Influence of growth conditions on adhesion of yeast *Candida* spp. and *Pichia* spp. to stainless steel surfaces / R.Tomičić, P.Raspor // Food Microbiology, 2017, vol.65. – Pp.179-184.

**ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ  
НА ФЛУКТУИРУЮЩУЮ АСИММЕТРИЮ ЛИСТА  
*ACER PLATANOIDES L.***

***Кольченко О.Р., Акульшина М.О.***

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

*daniaua411@gmail.com*

**Введение.** С каждым годом в городской среде происходит повышение уровня вибро-акустического шума. Вследствие этого наблюдается загрязнение атмосферного воздуха от автотранспортных средств, что превышает предельно допустимый уровень [1, 2]. Наибольшее негативное влияние антропогенных факторов наблюдается в центральной части города [3]. У растений, которые подвергаются сильному воздействию техногенных факторов, возникают необратимые морфо-физиологические и анатомические изменения [4]. Больше всего страдает листовой аппарат, из-за чего можно наблюдать изменение ширины и длины листовой пластины, изменение площади и появление асимметрии различной степени [5].

**Материалы и методы.** Исследование проводилось в центральной части города по пр. Ильича и на территории дендрария Донецкого ботанического сада. Объект исследования – *Acer platanoides L.*, т.к. он очень декоративен, используется в озеленении и широко представлен в г. Донецке. По пр. Ильича клен остролистный высажен в два ряда. На исследуемой территории происходил замер шума цифровым измерителем уровня звука GM1351.

Для оценки влияния техногенной нагрузки на ассимиляционный аппарат, проводили сбор листьев после завершения их вегетационного периода для определения показателя флуктуирующей асимметрии. Сбор проводили с нижней части кроны. Гербаризированный материал сканировали и обрабатывали в программе AxioVision Rel. 4.8 по методике, описанной Г.М. Мелькумовым [6].

**Результаты и обсуждения.** Исследования вибро-акустического шума показали, что по пр. Ильича возле автомагистрали максимумы звукового давления располагаются в диапазоне 80–90 дБА. На территории дендрария уровень звукового давления находился в районе 50 дБА.

Значения показателя асимметрии для листьев деревьев *Acer platanoides L.*, произрастающих вдоль автомагистрали по пр. Ильича в среднем составляет 0,036 (IV балла). Показатель асимметрии на территории дендрария – 0,028 (III балла).

Таким образом, превышение предельно допустимого уровня шума, исходящего от автомагистрали и сопутствующей ей вибрации, сказывается

на произрастающих вблизи деревьях, что видно по увеличению показателя асимметрии листовой пластины. Загруженность города автомобильными потоками и увеличение техногенной нагрузки сказывается на асимметрии листьев и нарушает стабильность их развития. Также можно сказать, что клен остролистный в условиях городской среды обладает индивидуальной чувствительностью к техногенной нагрузке.

### Список литературы

1. Каримова А.М. К вопросу об исследовании состояния окружающей среды г. Ишима по показателю флуктуирующей асимметрии / А.М.Каримова, О.С.Козловцева // Актуальные направления научных исследований: от теории к практике. – 2015. – № 3. – С.345.
2. Коршиков И.И. Изменение физиолого-биохимических показателей листьев различающихся по устойчивости к выхлопным газам деревьев *Acer platanoides* L. и *Acer pseudoplatanus* L. в насаждениях вдоль автомагистрали / И.И.Коршиков, Е.Н. Виноградова // Промышленная ботаника. – 2005. – № 5. – С.75-84.
3. Виноградова Е.Н. Генотипические особенности различающихся по устойчивости к эмиссиям автотранспорта деревьев *Acer platanoides* L. В насаждениях вдоль городской автомагистрали / Е.Н.Виноградова, И.И.Коршиков // Биология. Науки о земле. – 2015. – Т. 25, вып. 1. – С. 7-12.
4. Аминова К. З. Эколого-биологическая характеристика дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) в условиях техногенного загрязнения (на примере Уфимского промышленного центра): дис. канд. биол. наук. Уфа, 2016.
5. Убаева Р.Ш. Влияние загрязнения воздушного бассейна на морфологическую структуру листа разных видов кленов в условиях г. Грозного / Р.Ш.Убаева, С.Ш. Муцалова // Наука и бизнес: пути развития. – 2013. – № 11. – С.60-65.
6. Мелькумов Г.М. Флуктуирующая асимметрия листовых пластинок клена остролистного (*Acer platanoides* L.) как тест экологического состояния паркоценозов городской зоны / Г.М.Мелькумов, Д.Э. Волков // Вестник ВГУ. – 2014. – № 3. – С. 95-98.

УДК 577.3

## ВЛИЯНИЕ ВИБРАЦИОННО-АКУСТИЧЕСКОГО ШУМА НА СОСТОЯНИЕ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ ВБЛИЗИ АВТОМАГИСТРАЛЕЙ

*Корниенко В.О., Корощенко М.Н.*

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

**Цель работы** – исследование состояния древесных растений при воздействии вибрационно-акустического шума.

**Материалы и методика.** Исследовали вибрационно-акустический шум вдоль ул. Щорса г. Донецка и оценивали состояние древесно-

кустарниковых растений. Жизненное состояние оценивали по 8 бальной шкале Л.С. Савельевой [1]. Измерение шума производилось через каждые 20-30 метров вблизи автотрассы и в первом ряду древесных растений.

**Результаты и обсуждения.** Известно, что уровень шума зависит от планировочных решений (продольный и поперечный профиль улиц, высота и плотность застройки) и таких элементов благоустройства, как покрытие проезжей части и специальных шумозащитных зелёных насаждений. Основным источником шума на исследуемом участке является транспортный поток. Уровень уличного шума определяется интенсивностью движения, зависящей от значимости магистрали в системе городского транспортного сообщения, скоростью движения и характером (составом) транспортного потока [2]. Средние значения интенсивности движения автотранспорта с 9.00 до 14.00 в будние дни представлены в табл. 1.

Таблица 1

Интенсивность и скорость движения автотранспорта по ул. Щорса г. Донецка в интервале 9-14 часов в будние дни

Параметры движения	Вид автотранспорта					
	Грузовые		Пассажирские легковые			Мото-транспорт
	тяжелые	легкие	1	2	3	
интенсивность, ед./час.	12	54	246	108	42	<1
скорость, км/ч.	40-50	50	50-60	70-80	50-60	50-60

Примечания: 1 – иномарки легковые; 2 – легковые отечественные ВАЗ, Lanosi т.д.; 3 – иномарка внедорожник

Максимальные значения акустического шума на исследуемых участках располагаются в диапазоне 80-85дБА, со спектром частот на максимуме энергии до 400 Гц (рис. 1).

Исходя из приведенных данных, на диаграммной плоскости, можно сказать, что зелёные насаждения, произрастающие в первом ряду вдоль автомагистрали, выполняют функцию демпферов вибрационно-акустического шума в разной степени и предположительно это зависит от жизненного состояния растений. Исследование средних значений акустического шума между 1 и 2 рядом для всех исследованных участков достоверного отличия не имели.

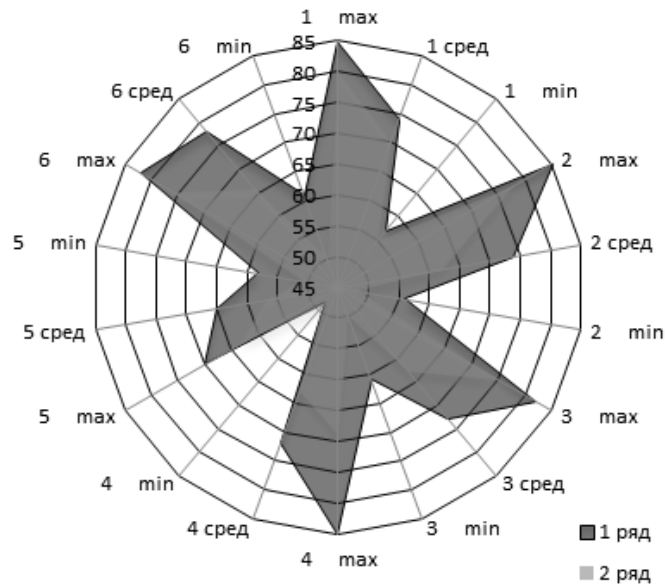


Рис. 1. Максимальное, среднее и минимальное значение уровня акустического шума на исследуемых участках

Обозначения: 1 – Ватутина-Мира; 2 – Мира-Ватутина; 3 – Мира-Титова; 4 – Титова- Мира; 5 – Титова-Осв.Донбасса; 6 – Осв. Донбасса-Титова.

Однако значение жизненного состояния достоверно влияло на значения максимумов. Так, например, при состоянии древесных растений 4-4,5 балла (нижняя граница удовлетворительного состояния) подавление уровня шума в среднем составляло 7%, а при состоянии 5 б – 14%.

Также было установлено, что зависимость жизненного состояния исследованных древесных растений от среднего значения уровня интенсивности звука вблизи автомагистрали носит линейный характер ( $R^2=0,88$ ) (рис. 2).

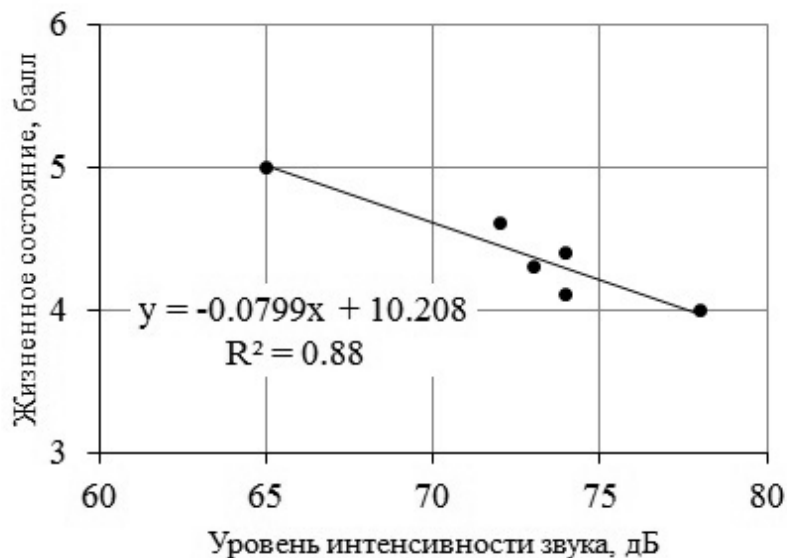


Рис. 2. Зависимость жизненного состояния древесных растений от уровня интенсивности звука вблизи автомагистрали для 1 ряда древесных растений

Среднее значение показателя жизненного состояния рассчитывали не зависимо от видовой принадлежности и темпов роста растений [3].

В первом ряду на исследованных участках в основном произрастали следующие виды: *Populus nigra* var. *pyramidalis* Spach.; *Populus nigra* L.; *Fraxinus excelsior* L.; *Fraxinus lanceolata*; *Fraxinus pubescens*; *Aesculus hippocastanum* L.; *Sorbus intermedia* (Ehrh.) Pers; *Acer saccharinum* L.; *Populus bolleana* Louche.; *Ulmus laevis* Pall. *Robinia pseudoacacia* L.; *Acer platanoides* L.

Влияние антропогенной нагрузки в большей мере сказалась на Тополе чёрном, Вязе гладком, Каштане конском обыкновенном (средний балл 0-4).

### Список литературы

1. Савельева Л.С. Устойчивость деревьев и кустарников в защитных лесных насаждениях / Л.С. Савельева. – М.: Лесн. пром-сть, 1975 – 168 с.
2. Белоусов В.Н. Борьба с шумом в городах / В.Н.Белоусов, Б.Г.Прутков, А.П.Шицкова и др. – М.: Стройиздат, 1987. – 248 с.
3. Абракитов В.Э. Экономические аспекты борьбы с шумом.

УДК 57.022

## ВЛИЯНИЕ МАРКИРОВКИ МАГНИТНЫМИ НАНОЧАСТИЦАМИ НА БРОДИЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ ДРОЖЖЕВЫХ КЛЕТОК

**Солопов М.В.,**

**Беспалова С.В.,** д-р физ.-мат. наук, профессор  
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет» г. Донецк  
*mxsolopov@yandex.ru*

**Введение.** В течение последних лет научный мир интенсивно занимается исследованиями по изучению клеток живых организмов, маркированных магнитными наночастицами [1]. Наиболее часто для магнитной маркировки клеток используют наночастицы суперпарамагнитного оксида железа (SPION,  $Fe_3O_4$ ). Такой выбор обусловлен относительной простотой их синтеза и возможностью стабилизации частиц с помощью биосовместимых соединений, а также отсутствием остаточной намагниченности этого материала. Перспективность магнитной модификации вызвана тем, что клетки с адсорбированными на своей поверхности наночастицами приобретают свойство управляемости при приложении магнитного поля. Клетки, обладающие магнитными свойствами, имеют потенциал для применения в биомедицинских и биотехнологических приложениях нового типа, а также в промышленном производстве. Широко обсуждаемым является вопрос о токсичности магнитных

наночастиц. В нашем исследовании мы задались целью определить, как маркирование наночастицами  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  с двумя типами стабилизирующих покрытий повлияет на бродильную активность клеток *Saccharomyces cerevisiae*.

**Материалы и методы.** Магнитную модификацию дрожжевых клеток осуществляли по аналогии с методикой кратковременного высокоэффективного маркирования, описанной в работе [2]. Биомассу дрожжей суспендировали в холодном глициновом буферном растворе, добавляли коллоид наночастиц и выдерживали в течение минуты, после чего проводили серию отмывок клеток физиологическим раствором. Доза наночастиц составляла 2 пг Fe/кл. Для исследования использовались два типа функционализированных клеток: YFT-клетки (покрытые наночастицами  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ -ТМАН) и YFC-клетки (с покрытием из наночастиц  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ -Cit).

Известно, что бродильная активность дрожжей является важным показателем для их промышленного использования. Этот показатель взаимосвязан со скоростью размножения клеток, тем самым давая возможность косвенно оценить уровень пролиферации дрожжей. Бродильную активность оценивали на основании измерения количества выделившегося углекислого газа в суспензии дрожжевых клеток по модификации метода Варбурга. Для определения бродильной активности модифицированных дрожжей использовалась установка по определению уровня выделения  $\text{CO}_2$ , состоящая из герметично запаянных шприцов и водяного термостата. Каждый шприц заполняли 1 мл суспензии магнитомаркированных дрожжевых клеток на основе 20 %-го раствора глюкозы, содержащей  $6,2 \cdot 10^8$  дрожжевых клеток. С течением времени по мере сбраживания глюкозы образованный  $\text{CO}_2$  увеличивал давление в шприцах, тем самым приводя в движение поршень. Динамику выделения углекислого газа нативными, YFT- и YFC-клетками регистрировали на протяжении 80 минут с момента помещения шприцов в термостат. Инкубацию проводили при 33-34<sup>0</sup>С.

**Результаты и обсуждение.** Анализ экспериментальных данных осуществлялся путем аппроксимации логистическим уравнением. Выбор такой модели был обусловлен тем, что производство  $\text{CO}_2$  может объясняться ростом числа дрожжевых клеток, приводящего к повышению уровня выработки углекислого газа [3]. Когда дрожжи попадают в среду, содержащую питательный субстрат, они входят в лаг-фазу, которая характеризуется интенсивностью протекания обменных процессов и относительно постоянным количеством клеток. После этого клетки быстро делятся и входят в экспоненциальную фазу роста. По мере достижения высокой плотности клеток быстрого роста больше не происходит, достигается стационарная фаза и метаболические процессы тормозятся (включая клеточное дыхание).

Полученные экспериментальные данные хорошо описываются логистической моделью, что отражено высокими значениями

коэффициента детерминации  $R^2$ . Из данных отмечается, что достижение стационарной фазы по выработке  $\text{CO}_2$  наблюдается уже после 20–40 минут после начала эксперимента. Причиной этого может быть изначально высокая плотность клеток, что приводит к быстрому ограничению питательного субстрата, необходимого для протекания брожения.

Относительно влияния магнитных наночастиц на интенсивность выработки  $\text{CO}_2$  можно утверждать об отрицательном воздействии. Максимальный уровень выработки  $\text{CO}_2$  нативными клетками составляет  $1,38 \cdot 10^{-9}$  мл/кл, YFT-клетками –  $1,1 \cdot 10^{-9}$  мл/кл, YFC-клетками –  $1,05 \cdot 10^{-9}$  мл/кл. Скорость образования  $\text{CO}_2$  нативными клетками составляет –  $0,47 \text{ мин}^{-1}$ , YFT-клетками –  $0,21 \text{ мин}^{-1}$ , YFC-клетками –  $0,14 \text{ мин}^{-1}$ .

**Заключение.** Оценка бродильной активности магнитомаркированных дрожжей свидетельствует об отрицательном воздействии магнитных наночастиц на выделение углекислого газа. Отдельно стоит отметить, что наночастицы  $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-Cit}$  оказывают более выраженное ингибирование выработки углекислого газа дрожжевыми клетками.

#### Список литературы

1. Magnetically responsive yeast cells: methods of preparation and applications / I. Safarik [et al.] // *Yeast*. – 2015. – № 32. – P. 227-237.
2. Солопов М.В. Ускоренный метод получения жизнеспособных магнитомаркированных клеток *Saccharomyces cerevisiae* для их использования в качестве смарт-биосорбента / М.В.Солопов, С.В.Беспалова, Ю.А.Легенький // *Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса: материалы международной научной конференции студентов и молодых ученых*. – Донецк: Издательство Донецкого национального университета, 2017. – Т. 2 – С. 45-47.
3. Boron stimulates yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) growth / A. Bennet [et al.] // *The Journal of Nutrition*. – 1999. – № 129 (12). – P. 2236-2238.
4. Panariti A. The effect of nanoparticle uptake on cellular behavior: disrupting or enabling functions? / A. Panariti, G. Miserocchi, I. Rivolta // *Nanotechnology, Science and Applications*. – 2012. – № 5. – P. 87-100.
5. Влияние магнитных наночастиц  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  на жизнеспособность, прикрепление и распластывание изолированных клеток плодов и новорожденных крыс / А.Н.Сукач [и др.] // *Цитология*. – 2011. – Т. 53, № 4. – С. 347-354.



# ***Ботаника и экология***

УДК 582.477:581.165

## **ВЕГЕТАТИВНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ КУЛЬТИВАРОВ ВИДА *JUNIPERUS SABINA* L. 'TAMARISCIFOLIA' И 'BLUE DANUBE'**

***Андрющенко А.И.,***

***Гридько О.А.***, канд. биол. наук

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

*nasta.and1997@mail.ru*

Вегетативное размножение рода *Juniperus* L. стеблевыми черенками является наиболее эффективным при размножении садовых форм, т.к. позволяет, в отличие от семенного, передать ценные признаки материнского организма потомству неизменными [1]. Кроме того, многочисленные формы рода *Juniperus* отличаются высокими декоративными качествами, формой кроны, структурой и окраской хвои, что позволяет использовать можжевельники в зеленом строительстве.

Сохранить главные качества интродуцированных форм возможно лишь при вегетативном размножении, а именно, при их укоренении стеблевыми черенками. Хвойные растения обычно отличаются низкой регенерационной способностью, поэтому для интенсификации процесса ризогенеза и повышения процента укореняемости применяют стимуляторы роста [2].

Цель работы – сравнить представителей вида *J. sabina* 'Tamariscifolia' и 'Blue Danube' по их способности укоренятся стеблевыми черенками с применением стимулятора ИМК.

Наблюдения проводили по методике Е.К. Мороз [3] и И.А. Комарова [4]. Для стимуляции роста черенки обработали в ИМК в концентрации 2000 мг/л. Для дальнейшего укоренения черенки помещали в теплицу, где создавались все необходимые условия и осуществлялись агротехнические работы (полив, удобрение и т.д.).

В результате проведенного эксперимента, с помощью опытных экземпляров черенков удалось проследить их различную способность к вегетативному размножению, в частности к размножению стеблевыми черенками. Удалось получить корнесобственные саженцы, особенность которых является генетическая, физиологическая и анатомическая целостность организма.

Формирование корневой системы отмечалось через шесть месяцев после высаживания в открытый грунт. Опираясь на полученные ранее результаты исследований и на новые данные изучаемые виды и культивары были разделены на две группы: с высокой и средней регенерационной способностью [2].

Лучшими показателями по укоренению в течении первых шести месяцев обладают черенки *J. sabina* 'Tamariscifolia' (80%). Был отмечен лучший результат по средней суммарной длине и среднему количеству придаточных корней на укорененных черенках.

Средняя регенерационная способность (20-60 %) отмечена для культивара *J. sabina* 'Blue Danube' (30%). Данная группа отличается наличием меньшего количества придаточных корней и их степенью ветвления.

По количеству корней и суммарной длине корневой системы у исследуемых черенков наблюдаются существенные различия. Изучая особенности морфогенеза придаточных корней были выделены корни трех порядков ветвления

Через двенадцать месяцев нами проведена сравнительная оценка показателей по укоренению видов и культиваров выращиваемых в открытом грунте. Лучшими показателями по укоренению через двенадцать месяцев отмечены черенки *J. sabina* 'Tamariscifolia' (80%). *J. sabina* L. 'Blue Danube' (30%) обладают средней регенерационной способностью

В заключении по результатам оценки регенерационной способности перспективных представителей рода *J. sabina*, черенки культивара 'Tamariscifolia' через шесть месяцев способны образовывать корневую систему. *J. sabina* L. 'Blaue Donau' образуют более слабую корневую систему и требует большего временного периода для процесса укоренения.

Полученные результаты исследований можно использовать в качестве рекомендации по размножению и внедрению в зеленое строительство региона.

### Список литературы

1. Глухов А.З. Ускоренное размножение хвойных в условиях юго-востока Украины / А.З.Глухов, О.Г.Шпакова. – Донецк: Норд-Пресс, 2006. – 135 с.
2. Глухов А.З. Интродукционный потенциал, размножение и использование хвойных растений для садово-парковых композиций в условиях юго-востока Украины / А.З.Глухов, О.Г.Усольцева // Проблемы екології та охорони природи техногенного регіону: Міжнародний збірник наукових робіт / Відп. ред. Беспалова С.В. – Донецьк: ДонНУ, 2008. – Вип. 8. – С.42-47.
3. Мороз Е.К. Фазы морфогенеза корней при укоренении интродуцированных сортов роз / М. Е.К.ороз // Рекомендации. Онтогенез интродуцированных растений в ботанических садах Советского Союза. – Киев: Б. и. – 1991. – С. 108-109.
4. Комаров И.А. К методике учета сроков корнеобразования у лесных черенков / И.А.Комаров // Бюл. Гл. ботан. Сада АН СССР. – 1968. – Вып.70. – 16 с.

## ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ПОЧВЕННЫХ УСЛОВИЙ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ *PHALARIS CANARIENSIS* L.

**Борисова А.Ю.**

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР  
*anichka.borisova.ne@mail.ru*

**Введение.** Засоленность почвы – один из важных факторов, определяющих развитие растений. Оно приводит к созданию в почве низкого водного потенциала, поэтому поступление воды в растение сильно затруднено. Под влиянием солей происходят нарушения ультраструктуры клеток, в частности изменения в структуре хлоропластов. Особенно это проявляется при хлоридном засолении. Наиболее подвержены действию солей клетки проводящей системы, по которым солевой раствор поднимается к надземным органам, что впоследствии приводит к угнетению роста, подвяданию и скручиванию листьев.

На характер засоления почв влияет рельеф местности, наличие строений, интенсивность транспортного движения, количество вносимых в почву минеральных удобрений, а также другие факторы. Наибольший интерес для исследований представляют карбонаты, сульфаты, хлориды, потому как они являются наиболее вредными солями [1].

Еще один не менее важный фактор, определяющий условия жизнедеятельности высших растений – кислотность. При высокой ее концентрации угнетается рост и развитие многих культур [3].

**Актуальность** определяется повышением уровня техногенного воздействия на почвы, находящиеся в условиях города.

Присутствие некоторых солей в почве сказывается на размерах генеративных и вегетативных органов растений, продуктивности и фенологических параметрах. Интенсивность и срок цветения определяет продолжительность сохранения эстетического вида растений, поэтому изменения этих признаков в условиях техногенной среды, является определяющими.

**Цель** наших исследований: определение уровня кислотности и засоленности почвы, а также влияния солей на особенности роста и развития канареечника канарского (*Phalaris canariensis* L.) в техногенных условиях г. Макеевки.

Для исследования использовались следующие **методы:** лабораторные, фенологические, морфометрические.

**Результат.** Нами проведена качественная реакция на наличие хлоридов, карбонатов, сульфатов в образцах почвы различного произрастания *Phalaris canariensis* L. в селитебной зоне и зоне повышенной техногенной нагрузки г. Макеевка.

*Phalaris canariensis* L. – канареечник канарский из семейства Poaceae Barnh. Растение 27-38 см высотой, стебли прямые, светло-зеленые, гладкие. Листья линейные, шероховатые. Соцветие – яйцевидная плотная метелка 1,5-2,0 см длиной, 1,0-1,2 см шириной. Колоски 5-7 мм длиной, колосковые чешуи равны колоску, кожисто-перепончатые, серебристые с широкими продольными ярко-зелеными полосами, с крылатым килем [2].

Отбор пробы почвы для выявления солей осуществлялся на двух объектах в г. Макеевка: возле просёлочной автодороги и в селитебной зоне. Так, при анализе почвы на обнаружение карбонатов, собранной на первом участке, наблюдалось сильное, продолжительное вскипание. Это говорит о том, что под действием соляной кислоты начнется выделение углекислого газа. При добавлении кислоты к образцу почвы, собранной в селитебной зоне, выделение углекислого газа не наблюдалось. Следовательно, получен результат о малом количестве карбонатов или полном их отсутствии.

В растворе, приготовленном на основе почвы, которая находится под воздействием техногенного пресса, наблюдалась сильная белая муть, которая указывает на содержание сульфатов в количестве сотых долей процента. Во втором образце осадок отсутствует, а раствор прозрачный.

При проведении качественной реакции на наличие хлоридов, в растворе, приготовленном из пробы почвы, взятой из селитебной зоны, замечен хорошо различимый творожистый осадок, это указывает на то, что данный образец содержит десятые доли % Cl<sup>-</sup>. При исследовании раствора, полученного из почвы, отобранной возле просёлочной автодороги, наблюдается помутнение, что подтверждает наличие в земле сотых и тысячных долей % Cl<sup>-</sup>. Такие концентрации хлоридов можно объяснить высокой интенсивностью автомобильного движения [4].

Анализ на кислотность показал, что на селитебной территории pH=5, т.е. почва – кислая, а на участке просёлочной автодороги pH=4, соответственно почва – сильнокислая. Повышенная кислотность почв угнетает рост и развитие растений [3].

При анализе морфологических особенностей было выявлено значительное различие в размерах вегетативных и генеративных органов *Phalaris canariensis* L., произрастающего в селитебной зоне и в зоне просёлочной автодороги (рисунок 1). Причинами этому могут служить повышенная кислотность и засоленность почвы, препятствующие нормальному росту и развитию растений.

При исследовании ритмики сезонного развития интродуцентов на разных участках, также было выявлено небольшое различие в сроках. У *Phalaris canariensis* L., произрастающего на засоленных почвах, задерживаются цветение, рост, плодоношение.

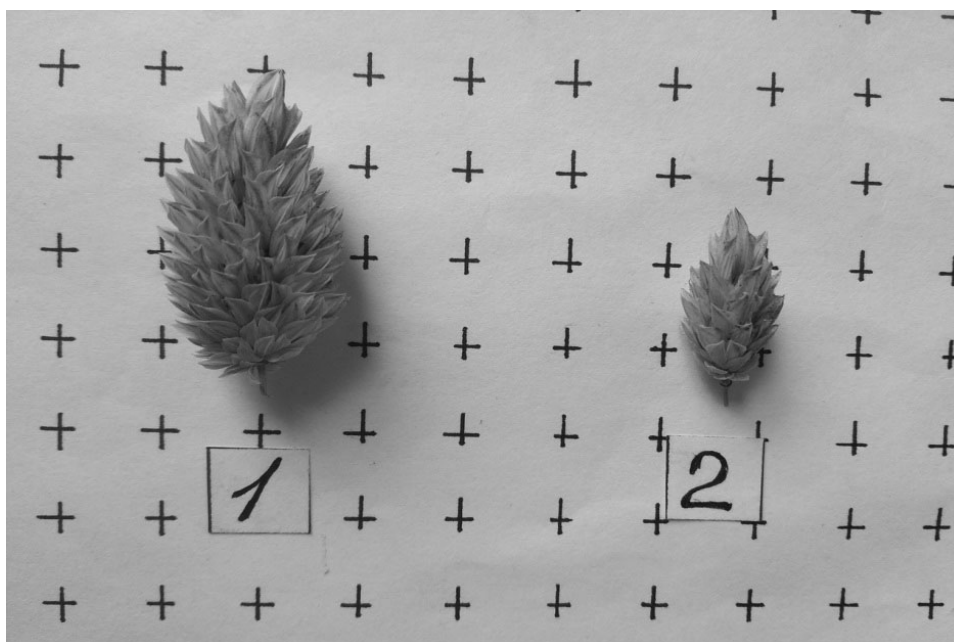


Рис. 1. Морфометрическое различие колосьев *Phalaris canariensis* L., произрастающего:  
1 – в селитебной зоне, 2 – на просёлочной автомагистрали

В заключении стоит отметить, что засоленность почвы характеризуется повышенным содержанием легкорастворимых минеральных солей, что отрицательно сказывается на физических и химических свойствах почвы и создает неблагоприятные условия для развития и роста многих растений. Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что наличие солей в почве, а также кислая среда влияют на морфометрические и фенологические параметры растений.

#### Список литературы

1. Курбатова А.С. Экология города / А.С. Курбатова, В.Н. Башкин, Н.С. Касимов; под ред. А.С. Курбатовой. – Москва: Научный мир, 2004. – 624 с.
2. Павлова М.А. Однолетние декоративные злаки с коротким периодом вегетации в Донецком ботаническом саду НАН Украины / М.А.Павлова // Промышленная ботаника. – 2012. – Вып. 12. – С. 241-248 (статья опубликована в журнале).
3. Муравьев А.Г. Экологический практикум: Учебное пособие с комплектом картин инструкций / А.Г.Муравьев, Н.А.Пугал, В.Н.Лаврова: Под ред. к.х.н. А.Г.Муравьева. – СПб.: Крисмас+, 2003. – 176 с.
4. Федорец Н.Г. Методика исследования почв урбанизированных территорий: Учебно-методическое пособие для студентов и аспирантов эколого-биологических специальностей / Н.Г.Федорец, М.В.Медведева. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2009. – 84 с.

## ОЦЕНКА ЗАПЫЛЕННОСТИ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ГОРОДЕ ДОНЕЦКЕ

**Вербий В.В.,**

**Гридько О.А.**, канд. биол. наук

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

*verbij.valeria@yandex.ru*

В условиях промышленных городов Донбасса одним из мощных загрязнителей атмосферного воздуха является пыль. Пылевые частицы хорошо адсорбируются листьями растений. При этом они создают препятствие растениям для поглощения солнечного света, снижая тем самым интенсивность фотосинтеза [1].

Среди листопадных древесных растений города Донецка одними из наиболее ценных являются виды рода *Acer* L. [2].

Цель работы – оценить степень запыленности атмосферного воздуха при помощи листовых пластинок *Acer pseudoplatanus* L. клена ложноплатанового в загрязненной и условно чистой зонах.

Сбор материала проводился в мае месяце 2018 года с соблюдением всех правил сбора биологического материала.

Полученные данные по определению количества пыли на листьях клена ложноплатанового приведены в табл. 1.

Таблица 1

Запыленность листовых пластинок *Acer pseudoplatanus* L.

Место сбора	Площадь листовых пластинок, см <sup>2</sup>	Количество пыли	
		Масса пыли на 1 см <sup>2</sup> листа	% от контроля
Контроль	95,56	0,17	100
Опыт	87,28	0,21	124

Примечание: Контроль – улица 230 стрелковой дивизии, Пролетарский район.  
Опыт – проспект Комсомольский 5, Ворошиловский район.

По полученным данным видно, что запыленность в загрязненной зоне составляет 124 %, что на 24 % больше чем в условно чистой зоне.

В результате проведенной работы, *Acer pseudoplatanus* можно рекомендовать к посадке в городской среде г. Донецка за его отличные адсорбирующие свойства.

## Список литературы

1. Глухов А.З. Методические указания к выполнению лабораторных работ по спецкурсу «Промышленная ботаника» / А.З.Глухов, О.А.Гридько, А.И.Сафонов. – Донецк, 2018. – 57 с.
2. Фонотова В.А. Виды рода *Acer* L. в насаждениях г. Донецк / В.А.Фонотова // Фундаментальные и прикладные исследования в биологии: Материалы III Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (24-27 февраля 2014 г., г. Донецк). – Донецк, 2014. – С. 33.

УДК 681.518

## ОТКРЫТЫЕ ИСТОЧНИКИ ДАННЫХ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ НАПОЛНЕНИЯ И АКТУАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДОНЕЦКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА

*Глухов А.З.*, член-корр. НАНУ, д-р биол. наук, профессор,  
*Стрельников И.И.*, канд. биол. наук  
ГУ «Донецкий ботанический сад», г. Донецк, ДНР  
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР  
*donetsk-sad@mail.ru*

**Введение.** Информационная система Донецкого ботанического сада создается с целью автоматизации и нормализации процедур учета коллекционного фонда, сбора и предварительного анализа информации об имеющихся таксонах растений. Ключевой особенностью системы является полуавтоматическая сверка вносимых названий видов с международными базами данных, с целью приведения используемой таксономии к актуальному уровню. Предусмотрено автоматическое обновление и коррекция таксономических данных. Кроме того, перед системой ставится задача автоматической агрегации дополнительных данных о растениях коллекций из открытых источников.

**Актуальность.** Необходимость унификации таксономических систем в сфере природоохранной деятельности и перехода к использованию единой онлайн-флоры обозначена, как первоочередная задача Глобальной стратегии охраны растений (Конвенция о биологическом разнообразии). Кроме этого актуальность работы обоснована фундаментальной задачей обеспечения воспроизводимости научных исследований. Эта задача подразумевает минимизацию влияния человеческого фактора и максимальную прозрачность протоколов сбора и обработки данных. Оба пункта могут быть решены, помимо прочего, с внедрением компьютеризированных протоколов автоматического сбора, агрегации и верификации данных, что и лежит в основе разрабатываемой информационной системы.

**Цели.** Сформировать список открытых источников данных имеющих программные интерфейсы приложений, отвечающих задачам информационной системы Донецкого ботанического, а также, разработка алгоритмов автоматического получения и обработки данных из этих источников.

**Результаты.** Для достижения поставленной цели было выбрано 6 источников данных которые объединили в 2 логических блока: блок таксономической информации и блок дополнительных данных.

Первый блок используется системой для полуавтоматической верификации названий таксонов и получения классификации выше уровня рода. При первоначальной проверке вносимого в систему названия вида происходит сверка с базой данных Catalogue of Life (COL) [5]. Если совпадение найдено, то вносимое название принимается или, если оно является синонимом, предлагается его замена на базионим. Если совпадения не найдены, то предполагается, что в написании таксона допущена ошибка, в таком случае система делает попытку найти похожие названия через сервис Taxonomic Name Resolution Service (TNRS) [1]. После, пользователь может выбрать вариант исправления названия и вновь сверить его с базой COL. После успешного внесения таксона, информационная система сверяет родовое название вида с базой данных Integrated Taxonomic Information System (ITIS) [3], выгружает и сохраняет названия высших таксонов до царства. Таким образом любое вносимое название растения проходит обязательную сверку с международной базой данных, что практически исключает внесение ошибочного или неактуального названия вида или высших таксонов. Кроме того, в дальнейшем информационная система на регулярной основе проводит повторные сверки названий на случай изменения таксономического положения.

В блок источников дополнительной информации вошли: Международная красная книга (The IUCN red list) [4], Tropicos [6] и Botanical Information and Ecology Network (BIEN) [2]. Обращение к красной книге позволяет установить сам факт присутствия таксона в списке, его критерии и категорию угрозы исчезновения. Кроме того, программный интерфейс позволяет получить перечень названий стран в которых встречается данный вид с указанием статуса (абориген, интродуцент, инвайдер). Информационная система автоматически нормализует названия стран до стандарта ISO, формирует и сохраняет карту распространения вида с цветовой кодировкой по статусу.

Программный интерфейс базы данных Tropicos позволяет получить перечень названий административных территорий (страны и первый уровень деления) в которых произрастает данный таксон. По этому списку также формируется карта распространения вида. Следует отметить, что данные Tropicos менее надежны, чем информация из Международной красной книги, но доступны для большего числа таксонов. Поэтому, в системе преимущество отдается карте на основе данных красной книги, и



только если эта информация недоступна, сохраняется карта по материалам Tropicos. Помимо распространения, система запрашивает информацию о хромосомных числах, свойственных таксону и о литературных источниках, в которых он упоминается.

База данных проекта VIEN используется информационной системой для получения функциональных характеристик представителей вида. VIEN агрегирует из литературных источников данные по 55 показателям. Среди них: фенологические данные (например, продолжительность вегетации и продолжительность цветения), биометрические показатели (например, высота растения, масса семян), морфолого-функциональные признаки (например, удельная площадь листовой пластины, удельная по площади листа интенсивность фотосинтеза), физиологические параметры (например, относительная скорость роста). При сохранении подборки данных в информационную систему также сохраняются ссылки на источник VIEN и оригинальные источники данных.

Для всех указанных источников реализовано регулярное автоматическое обновление данных.

**Выводы.** Для автоматизации процессов сбора, верификации и хранения данных в информационной системе Донецкого ботанического сада выбраны 6 открытых источников данных. Подобранная комбинация позволяет осуществить полуавтоматическую сверку таксономических названий и обеспечивает приведение используемой классификации к актуальному уровню. Кроме того, обеспечивается автоматическая агрегация данных о распространении видов, их природоохранном статусе и функциональных характеристиках. В результате, разрабатываемая информационная система позволяет эффективно управлять коллекционным фондом и предоставляет удобный доступ к структурированной информации, с единообразием протоколов получения и цитирования.

### Список литературы

1. Boyle, B. et al. The taxonomic name resolution service: an online tool for automated standardization of plant names // BMC bioinformatics. – 2013. – Т. 14. – №. 1. – С. 16.
2. Enquist, BJ, et.al. Cyberinfrastructure for an integrated botanical information network to investigate the ecological impacts of global climate change on plant biodiversity // PeerJ Preprints. – 2016. – 4:e2615v2
3. Integrated Taxonomic Information System (ITIS) URL: <http://www.itis.gov> (дата обращения 24.09.2018).
4. IUCN 2018. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2018-1. URL: <http://www.iucnredlist.org>. (дата обращения 24.09.2018).
5. Roskov, Y., et.al. Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, 24th September 2018. URL: [www.catalogueoflife.org/col](http://www.catalogueoflife.org/col) (дата обращения 24.09.2018).
6. Tropicos.org [Internet]. Missouri Botanical Garden, St. Louis, MO, USA. Available from: <http://www.tropicos.org> (дата обращения 24.09.2018).

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ *PENSTEMON DIGITALIS* NUTT. В ЗЕЛеном СТРОИТЕЛЬСТВЕ ДОНБАССА

*Дикая А.А.*<sup>2</sup>,

*Макогон И.В.*<sup>1</sup>, канд. биол. наук

<sup>1</sup>ГУ «Донецкий ботанический сад», г. Донецк, ДНР

<sup>2</sup>ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР

*Anastasia Dikaya asterisk\_19@list.ru*

Вопросы сохранения, расширения и обновления ассортимента цветочно-декоративных растений являются актуальными для специалистов в области цветоводства. В настоящее время широкое распространение в городском озеленении приобретают цветники ландшафтного типа с использованием травянистых многолетников природной флоры. Многие дикорастущие виды в условиях культуры отличаются высокой декоративностью, а диапазон экологических свойств травянистых многолетников значительно расширяет возможности их применения в самых разнообразных условиях [1, 2].

Среди широкого спектра цветочно-декоративных растений следует выделить виды семейства Scrophulariaceae Juss, в частности рода *Penstemon* Schmidel, как перспективные для пополнения ассортимента цветочно-декоративных культур.

Род *Penstemon* объединяет более 270 видов, являющихся в большинстве эндемиками Северной Америки. Виды рода отличаются морфологическим разнообразием и адаптированы к широкому спектру экологических условий [3]. Многие виды имеют высокую декоративную ландшафтную ценность, обусловленную наличием ярких соцветий во время цветения и устойчивостью к засушливым условиям [4]. К перспективным для зеленого строительства видам данного рода следует отнести *Penstemon digitalis* Nutt.

*P. digitalis* распространён в восточных и юго-восточных регионах США и Канады. Встречается в прериях, на опушках лесов, лугах и вдоль железнодорожных путей. Многолетник до 1,2 м высотой, с мощной мочковатой корневой системой. Стебли прочные, темно-красные. Прикорневые листья вечнозеленые, ланцетные, стеблевые листья имеют копьевидную и продолговатую форму. Окраска листьев варьирует от светло-зеленой до темно-бордовой. Цветки трубчатые, розовые с внешней стороны, белые с внутренней, длиной до 2 см, собраны в верхушечное метельчатое соцветие. Цветет в конце июня – июле. Предпочитает плодородные, хорошо дренированные, кислые почвы, солнечное местоположение, но выносит легкую полутень [5].

Цель данной работы – оценить перспективы использования *P. digitalis* Nutt. для пополнения ассортимента цветочно-декоративных растений, используемых в зеленом строительстве Донбасса. Задачей исследований было измерение морфометрических показателей *P. digitalis* в разных условиях произрастания: на коллекционном участке лаборатории цветоводства Донецкого ботанического сада в условиях повышенного агрофона (полив в засушливое время, подкормка растений в весенний период азотными удобрениями) и Парке культуры и отдыха им. А.С. Щербакова в богарных условиях. Оба участка открытые и солнечные. В ходе исследования начало цветения, массовое цветение и созревание семян у растений данных участков отмечено одновременно. Средние значения морфометрических показателей приведены в таблице.

Таблица

Морфометрическая характеристика *Penstemon. digitalis* Nutt. в условиях культуры в Ботаническом саду и городском парке

Морфометрические показатели	Ботанический сад, $M \pm m$ CV	Лимит $\frac{\min}{\max}$	Городской парк, $M \pm m$ CV, %	Лимит $\frac{\min}{\max}$
Высота побега, см	$63,1 \pm 4,4$ 25,4	$\frac{33,3}{88,0}$	$40,0 \pm 2,2$ 12,5	$\frac{33,9}{46,3}$
Длина листовой пластинки в верхней части побега, см	$5,3 \pm 0,6$ 38,1	$\frac{2,5}{9,2}$	$2,7 \pm 0,3$ 26,0	$\frac{1,9}{3,6}$
Длина листовой пластинки в средней части побега, см	$10,2 \pm 0,8$ 28,7	$\frac{5,8}{14,6}$	$5,3 \pm 0,5$ 18,8	$\frac{4,3}{6,7}$
Длина листовой пластинки в нижней части побега, см	$11,4 \pm 0,9$ 27,4	$\frac{7,2}{16,6}$	$6,8 \pm 0,5$ 15,4	$\frac{5,6}{8,1}$
Длина листовой пластинки прикорневой розетки, см	$12,0 \pm 0,6$ 18,1	$\frac{9,3}{15,5}$	$10,7 \pm 1,0$ 21,0	$\frac{7,8}{13,1}$
Ширина листовой пластинки в верхней части побега, см	$2,1 \pm 0,3$ 50,6	$\frac{1,0}{4,3}$	$1,4 \pm 0,2$ 28,1	$\frac{1,0}{1,9}$
Ширина листовой пластинки в средней части побега, см	$3,4 \pm 0,3$ 31,6	$\frac{1,8}{5,4}$	$2,4 \pm 0,2$ 17,6	$\frac{2,0}{3,0}$
Ширина листовой пластинки в нижней части побега, см	$3,2 \pm 0,3$ 32,4	$\frac{2,1}{5,4}$	$2,2 \pm 0,2$ 17,8	$\frac{1,7}{2,6}$
Ширина листовой пластинки прикорневой розетки, см	$3,0 \pm 0,2$ 21,1	$\frac{1,9}{4,2}$	$3,2 \pm 0,3$ 22,0	$\frac{2,2}{3,9}$
Длина соцветия, см	$12,4 \pm 1,8$ 52,3	$\frac{3,0}{24,0}$	$8,7 \pm 0,8$ 22,1	$\frac{6,7}{11,4}$
Количество цветков, шт.	$41,0 \pm 7,0$ 52,3	$\frac{5,3}{92,0}$	$21,5 \pm 2,5$ 22,1	$\frac{15,1}{29,0}$
Длина венчика, см	$2,3 \pm 0,2$ 31,3	$\frac{2,2}{2,9}$	$2,5 \pm 0,1$ 7,0	$\frac{2,2}{2,7}$
Ширина венчика, см	$1,1 \pm 0,1$ 34,2	$\frac{0,9}{1,6}$	$1,0 \pm 0,03$ 6,8	$\frac{0,9}{1,1}$

Примечание: в числителе  $M \pm m$  – среднее арифметическое  $\pm$  ошибка, в знаменателе CV – коэффициент вариации, %.

Из таблицы видно, что большая часть морфометрических показателей растений *P. digitalis* в условиях культуры в ботаническом саду в 1,5–2 раза выше в сравнении с городским парком. В то же время, такие показатели как длина венчика и ширина листовой пластинки прикорневой розетки у растений, произрастающих в городском парке, выше, чем у растений ботанического сада. Однако показатель длина венчика у растений ботанического сада значительно варьирует (31,3 %) в сравнении с городским парком (7,0 %). У растений, произрастающих в ботаническом саду, установлен высокий уровень изменчивости таких показателей, как число цветков (52,3 %) и ширина листовой пластинки в верхней части побега (50,6 %). Для большинства показателей обоих участков установлен средний уровень изменчивости. Следует отметить, что по большинству показателей растения, произрастающие в условиях интродукции в Донбассе, не отличаются от растений в естественном ареале [5].

Таким образом, несмотря на то, что морфометрические показатели у растений *P. digitalis*, произрастающих в условиях городского парка ниже, чем у растений в условиях культуры в ботаническом саду, растения не теряют декоративность при отсутствии полива в засушливый период, цветут, образуют семена.

#### Список литературы

1. Крохмаль И.И. Декоративные травянистые растения мировой флоры в Донецком ботаническом саду / И.И. Крохмаль [и др.]. – Донецк, 2011. – 168 с.
2. Баканова В.В. Цветочно-декоративные многолетники открытого грунта / В.В.Баканова. – Киев: Наук. думка, 1984. – 155 с.
3. Phylogeny, taxonomic affinities, and biogeography of *Penstemon* (Plantaginaceae) based on ITS and cpDNA sequence data / Wolfe A.D. [et al.] // Amer. J. Bot. – 2006. – Vol. 93(11). – P. 1699–1713.
4. Lindgren D., Wilde E. Growing Penstemons: species, cultivars and hybrids. Infinity. 2003. Publishing, Harverford, Penn.
5. The Comparative Biology of the Two Closely-related Species *Penstemon tenuiflorus* Pennell and *P. hirsutus* (L.) Willd. (Scrophulariaceae, Section Graciles): I. Taxonomy and Geographical Distribution / R.K. Clements [et al.] // Castanea. 1998. – 63(2). – P.138–153.

***ASPHODELINE TAURICA* (PALL. EX M.BIEB.) ENGL.  
НА ЛУГАНЩИНЕ**

***Зубарева Т.А., Харченко В.В.,***

***Наумов С.Ю.***, канд. с-х наук, доцент

ГОУ ЛНР «Луганский национальный аграрный университет», г. Луганск, ЛНР

*sergey.naumov@mail.ru*

Асфоделина крымская – красивое декоративное травянистое многолетнее растение. Считается редким видом с узкой экологической приуроченностью, встречается в основном в южных регионах Российской Федерации [1-3 и др.]. До последнего времени на территории Донецкого бассейна не отмечен [4]. Обнаружение растений этого вида на Луганщине представляет несомненный интерес для его изучения.

Обследование территории, на которой были обнаружены особи *Asphodelina taurica*, проводили маршрутным методом. Изготовление гербариев растений не производили в виду ограниченного количества обнаруженных особей. Однако в течение вегетационного периода осуществляли фотосъемку растений в различных возрастных состояниях с помощью цифровой камеры Nikon D40. Полученные изображения расположены на сайте «Плантариум» (определитель растений on-line) по адресу: <http://www.plantarium.ru/page/view/item/4387.html> [7].

*Asphodeline taurica* (Pall. ex M. Bieb.) Endl., 1842 – многолетнее растение рода *Asphodeline* Rchb., 1830, традиционно относимое к семейству Asphodelaceae Burnett, 1835 [2, 3, 5, 6]. Однако в последнее время в системе APG III семейство переведено в ранг подсемейства, включённое в ранее считавшееся монотипным семейство Ксанторреевые (Xanthorrhoeaceae Dumort, 1829) порядка Спаржецветные (Asparagales Bromhead (1838) [1].

Асфоделина крымская обнаружена в первых числах мая 2015 г. при обследовании территории Луганского национального аграрного университета. При этом растения не образуют скоплений, а встречаются поодиночке на достаточном удалении друг от друга. Все растения в то время находились в одной фазе развития – фазе развития соцветия и бутонизации. Общая численность обнаруженных растений не превышала 10. При этом изучение вопроса происхождения данных растений на территории ЛНАУ не было определено.

Из литературных источников известно, что растения асфоделины предпочитают произрастать на сухих каменистых и щебнистых известняковых склонах [5], однако в изучаемых условиях почва представлена лессовидным мелкопористым суглинком, тем не менее, это не отражалось негативно на развитии растений. Исследуемые растения *A.*

*taurica* обладали признаками, типичными для данного вида: травянистое растение (в наших условиях не превышали в высоту 30-50 см). Стебель не ветвистый, густо покрыт до самого соцветия линейно-шиловидными листьями. Листья стеблеобъемлющие, шириной 1–2 мм, с широкими плёнчатыми влагалищами.

Соцветие – простая кисть длиной до 30 см, чрезвычайно густая, напоминает початок. Имеет серебристый цвет из-за крупных плёнчатых прицветников, скрывающих бутоны. Цветки крупные, белые, листочки околоцветника длиной около 2 см с зеленой центральной жилкой. Начало цветения обычно происходило в конце первой декады мая. Зацветание асфоделины начинается в нижней части соцветия. Зона цветения постепенно передвигается вверх, а затем, когда цветение доходит примерно до середины соцветия, в нижней части снова появляются цветки.

В третьей декаде мая начинают появляться завязавшиеся плоды, представляющие собой сухую коробочку, вначале зеленого, а по мере созревания – бурого цвета. К середине июля все плоды бурого цвета, часть коробочек вскрыта и без семян. Семена выполненные, при посеве в последующие годы давали полноценные всходы.

В предыдущие годы территория, на которой были обнаружен исследуемый вид, постоянно подвергалась скашиванию травяного покрова. После определения видовой принадлежности описываемых растений они были взяты под охрану. В результате растения асфоделины не повреждались и приступали к вегетативному размножению. Так, в 2017 г. у многих растений закладывались дополнительные почки возобновления и было отмечено образование двух соцветий, в 2018 году – четырех. Под каждым из цветоносов формировалась своя корневая система, что приводило к обособлению новых особей.

Таким образом, на территории Луганского аграрного университета растения асфоделины крымской проходят весь жизненный цикл, формируют полноценные семена в оптимальных условиях размножаются вегетативным способом, т.е. существуют условия для успешного распространения данного вида на новой территории. Учитывая тот факт, что вид *Asphodeline taurica* является редким и внесен в Красные книги Российской Федерации (2008 г.), республики Армении (2011 г.) и Грузии (1982 г.), а также в региональные книги Краснодарского и Ставропольского краев, полученные нами данные представляют интерес для продолжения исследований.

#### Список литературы

1. Ена А.В. Природная флора Крымского полуострова: монография / А.В.Ена. – Симферополь: Н. Орианда, 2012. – 232 с.
2. Жизнь растений: В 6-ти т. / Гл. ред. А.Л. Тахтаджян. – М.: Просвещение, 1982. – Т.6. – С. 127-148.

3. Доброчаева Д.Н. Определитель высших растений Украины / Д.Н.Доброчаева, М.И.Котов, Ю.Н.Прокудин и др. – К.: Наук. думка, 1987.– 548 с.
4. Остапко В.М. Сосудистые растения юго-востока Украины / В.М.Остапко, А.В.Бойко, С.Л.Мосякин. – Донецк: Изд-во «Ноулидж», 2010. – 247 с.
5. Флора СССР. В 30-ти томах / Гл. ред. В.Л. Комаров. – М.-Л.: Изд. Академии Наук СССР, 1935. – Т. IV. – С. 33. – 760.
6. Mosyakin S.L.; Fedoronchu, M.M. Vascular plants of Ukraine. A Nomenclatural checklist. – Kiev: M.G. Kholodny Institute of Botany, 1999. – 346 p.
7. Naumov S.Yu. 2015. *Asphodelina taurica*. – Режим доступа: <http://www.plantarium.ru/page/image/id/296253.html>

УДК 581.55:712.423:547.4:504.05

## СОСТОЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ ПОРОДНЫХ ОТВАЛОВ ШАХТ Г. МАКЕЕВКИ

*Калинина А.В.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР  
*angelika\_lika\_91@mail.ru*

Антропогенное влияние на окружающую среду зачастую сопровождается нарушением почвенного покрова. Эколого-эдафотопные условия техногенных земель неблагоприятны для жизнедеятельности растений; естественное восстановление фитоценозов происходит медленно [3,4]. На территории Донбасса широко распространены техногенные образования, характеризующиеся восстановленными растительным и почвенным покровами как при самозарастании, так и при биологической рекультивации. Породные отвалы угольных шахт являются типичным примером таких образований, на которых можно проследить результаты процессов самопоселения растений и рекультивации на разных этапах и в разной вариации [1-2].

Актуальность исследования заключается в необходимости накопления современных сведений о ходе естественного зарастания техногенных земель на конкретных территориях, что сокращает затраты и на восстановление растительных сообществ и трудоёмкость процесса за счет использования природного потенциала [4-5].

Нами произведено исследование породных отвалов некоторых угольных шахт г. Макеевки с целью выявления закономерностей формирования фитоценозов и культурфитоценозов.

Для выполнения поставленной цели пользовались стандартные методики геоботанического исследования, в том числе маршрутные и стационарные.

В научной литературе можно встретить разные определения фитоценоза, но теоретической основой данного исследования является

понимание «фитоценоза как участка, выдела, контура растительного покрова, в пределах которого состав и обилие видов варьируют по определенному закону» [5]. Рассмотрели формирование фитоценоза как развитие растительной группировки, которая является доступным показателем для изучения. Такое образование является информативным компонентом биогеоценоза с целью оценки степени его сформированности, прогноза развития, а также взаимодействия с культурфитоценозом [2, 3].

В качестве объектов исследования были выбраны типичные для Донбасса породные отвалы некоторых угольных шахт Советского района г. Макеевки (рис. 1).

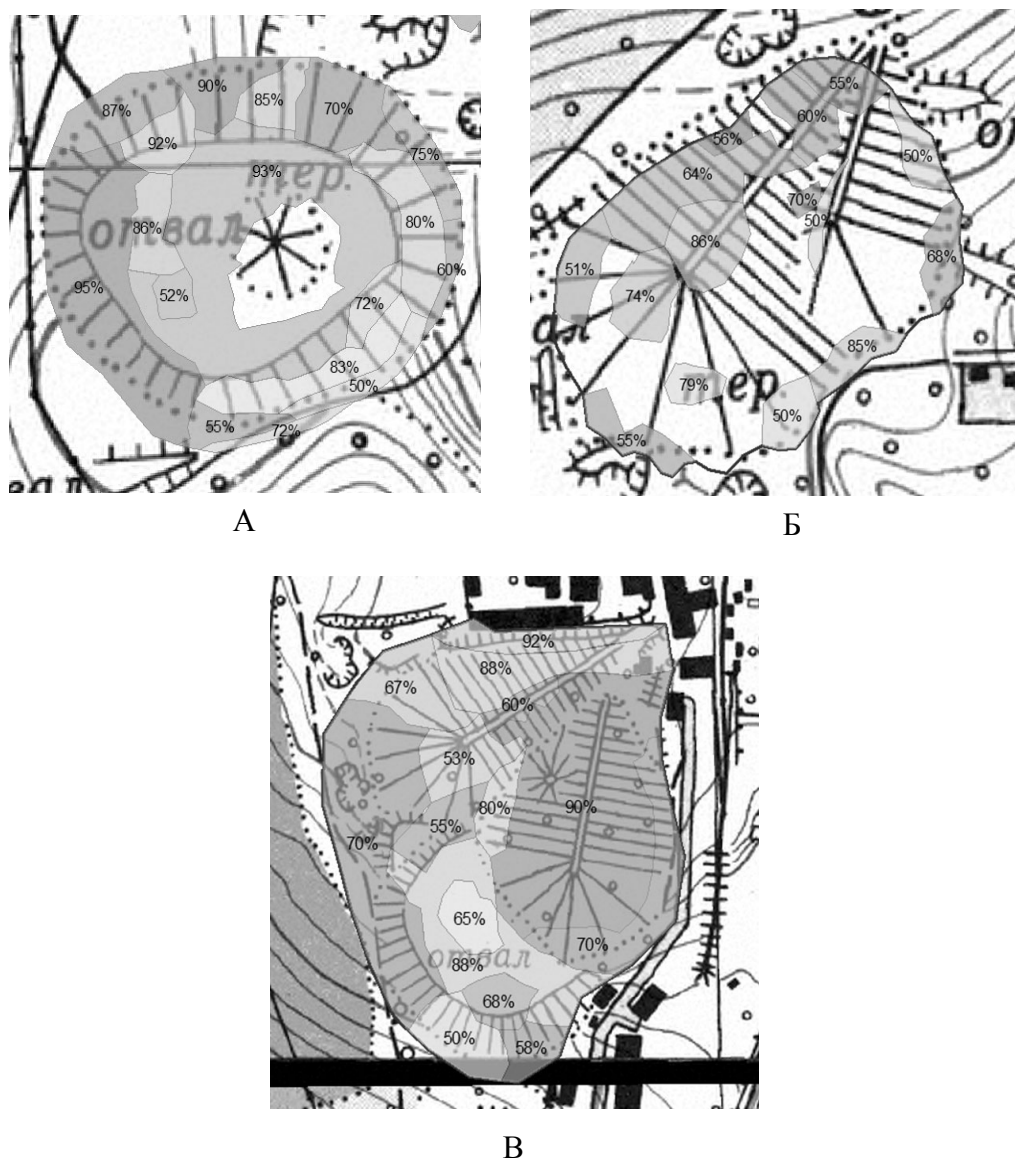


Рис. 1. Проективное покрытие в пределах различных фитоценозов некоторых породных отвалов г. Макеевки: А. Породный отвал №1 шахты Калиновская-Восточная; Б. Породный отвал № 2 шахты Калиновская-Восточная; В. Породный отвал № 3 шахты Капитальная



На рисунке представлены спонтанно развивающиеся ценозы и культурфитоценозы выбранных породных отвалов с указанием их общего проективного покрытия.

Сравнение состава доминирующих видов растений помогло выделить постоянство одних видов, почти полное исчезновение других и появление новых, характерных для более устойчивых фитоценозов естественных местообитаний. В зависимости от экспозиции склонов наблюдается определенная дифференциация растительного покрова, что выражается в некоторых различиях флористического состава и в степени проективного покрытия, с годами проявляющихся более четко. Одноярусные ценозы сменяются двух- и трехъярусными. Выделены спонтанно развивающиеся фитоценозы и культурфитоценозы, а также сообщества объединяющие первые и вторые категории ценозообразования.

Таким образом, в процессе зарастания породного отвала развитие растительного покрова идет от несомкнутых группировок к фитоценозам с постоянно усложняющимся флористическим составом и структурой. Подтверждено, что проведенная биологическая рекультивация на породных отвалах ускорила процесс зарастания.

#### **Список литературы**

1. Жуков С.П. Растительность отвалов угольных шахт Донбасса / С.П.Жуков // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2016. – № 1–2. – С. 13-17.
2. Жуков С.П. К методике определения организации и устойчивости фитоценозов в ходе их развития на отвалах угольных шахт / С.П.Жуков // Промышленная ботаника. Сборник научных трудов. – Донецк, 2012. – Вып.12. – С. 19-24.
3. Ипатов В.С. Описание фитоценоза: Методические рекомендации – учебно-методическое пособие / В.С.Ипатов. – СПб., 2008. – 71 с.
4. Калинина А.В. Фитоценопопуляционный анализ отвалов угольных шахт г. Макеевки / А.В.Калинина, А.И.Сафонов // Вестник студенческого научного общества ДонНУ. – Донецк, 2017. – Вып.9. – С.35-41.
5. Чибрик Т.С. Изучение фитоценозов техногенных ландшафтов: учебное пособие / Т.С., Чибрик М.А. Глазырина. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 166 с.

## ИЗУЧЕНИЕ СЕМЕННОГО РАЗМНОЖЕНИЯ ДВУХ КУЛЬТИВАРОВ РОДА *CITRUS* L. В УСЛОВИЯХ ОРАНЖЕРЕЙНОГО КОМПЛЕКСА ГУ «ДОНЕЦКИЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД»

*Киселева Н.С.*<sup>1</sup>,  
*Николаева А.В.*<sup>2</sup>, канд. биол. наук,  
*Луценко А.А.*<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ГОУ ВПО Донецкий национальный университет, г. Донецк, ДНР

<sup>2</sup>ГУ «Донецкий ботанический сад», г. Донецк, ДНР

*kysiliova1995sergeevna@mail.ru*

**Введение.** Тропическая и субтропическая флора Земли представляет собой огромную ценность как необходимый элемент биосферы, мощный природный ресурс, место обитания многих редких растений. Большинство полезных тропических растений сейчас культивируется и стали промышленными культурами. Одно из первых мест по востребованности и полезности заняли представители рода *Citrus* L. – пищевые, лекарственные, эфиромасличные растения [1, 2]. Плоды апельсина, лимона, грейпфрута, мандарина обладают высокими вкусовыми достоинствами и являются исключительно ценным пищевым и диетическим продуктом: они содержат сахар, минеральные соли, органические кислоты и большое количество витаминов, крайне необходимых для нормального развития и жизнедеятельности человеческого организма.

Цитрусовые растения относятся к семейству рутовых (*Rutaceae* L.), подсемейству померанцевых (*Aurantioideae*) и к роду цитрус (*Citrus* L.). В подсемейство померанцевых входит 27 родов, из которых наибольшее значение имеют: Цитрус (*Citrus* L.); Фортунелла (*Fortunella* Swingle); Понцирус (*Poncirus* Raf.); Эремоцитрус (*Eremocitrus*).

В Донецком ботаническом саду коллекция растений рода *Citrus*(L.)насчитывает17 таксонов, из которых выделяют семь видов, две разновидности и тринадцать сортов и экспонируются в экспозиции «Хозяйственно – полезные растения тропиков и субтропиков».

**Актуальность.** Цитрусовые размножаются семенным способом или вегетативно – черенками и прививкой. При размножении цитрусовых семенами потомство не всегда сохраняет свойства разводимых сортов и часто имеет значительные отклонения от исходных форм. Кроме этого, выращенный из семени лимон поздно начинает плодоносить. Поэтому в производственных условиях цитрусовые культуры, как правило, размножают вегетативным путем, преимущественно прививкой на более морозостойкие или приспособленные к различным почвенным условиям подвой, а также черенками. Однако именно в результате семенного размножения получено большинство лучших сортов лимона и апельсина,

которые в настоящее время находятся в промышленных посадках. Считается, что этим способом при направленном воспитании растений можно получить сорта, приспособленные к условиям интродукции[3]. Для этого необходимо иметь достаточное количество подвоя. Поэтому для успешного выращивания и размножения цитрусовых культур необходимо научное системное изучение проблем, которые возникают при выращивании семенным путем цитрусовых культур в условиях защищенного грунта для дальнейшего их использования в качестве подвоя [4].

**Целью** исследования было изучение семенного размножения двух культиваров рода *Citrus* в условиях оранжерейного комплекса «ГУ Донецкий ботанический сад».

**Методика.** В качестве объектов исследования были выбраны *C. meyeri* Yu. Tanaka или *C. Limon* 'Мейера'. (пекинский лимон или лимон 'Мейера'), относящийся к гибридным формам и *C. Limon* 'Пандероза'.

Лимон пекинский отличается компактными размерами. Плоды среднего размера, отличаются от настоящего лимона более округлой формой и оранжевым цветом кожуры. Кожура тонкая, хорошо отделяется от мякоти. Пекинский лимон наиболее жароустойчив, засухоустойчив и морозостоек по сравнению с другими сортами.

Сорт 'Пандероза' – это результат скрещивания лимона и цитрона. Плоды крупные, в природных условиях или в оранжереях при должном уходе достигают веса в 500 г. В домашних условиях 100–200 г. Кора толстая, слегка бугорчатая. Вкус и запах лимонов этого сорта вполне цитрусовый, но при полном созревании менее кислый.

Опыт был заложен в начале апреля 2018 года. В ходе эксперимента было использовано по 30 семян двух сортов в трех повторностях; два с применением стимуляторов «Циркон» и «Аминозол» и по одному контролю для каждого сорта. Исследуемое количество семян каждого сорта было выдержано в аминозоле – 2 часа, в цирконе – 24 часа. Все семена, обработанные стимулятором и контроль высажены одновременно в условиях оранжерейного комплекса. Свежие семена с лимонов были высажены в почвосмесь, которая имела в своем составе чернозем, торф, перегной и песок в соотношении 2:1:1:1. Семена посеянные на глубину приблизительно 1–1,5 сантиметра, в условиях защищенного грунта Донецкого ботанического сада, при температуре почвы +16°C...+23°C и температуре воздуха +18 °C...+26 °C.

**Результат.** Первые всходы появились на двадцать третьи сутки после высадки семян. При этом были всходы из семян обоих сортов. Максимальное и окончательное количество всходов было зафиксировано на пятьдесят четвертые сутки после высадки семян в грунт (22.05.18). После 54-тых суток всходы больше не появлялись.

Процент всхожести лимона 'Мейера', составил 70 % и не различался ни при обработке двумя стимуляторами, ни в контрольном опыте. Процент

всхожести лимона '*Пандероза*' при воздействии на семена цирконом – 100 %, аминоксолом – 90 %, контроль – 100 %.

Изучая энергию прорастания, оказалось, что в первые сутки процент появления всходов растений лимона '*Мейера*', дал меньший результат, чем лимона '*Пандероза*'. В следующий день фиксации результатов энергия прорастания лимона '*Мейера*' была 23,3 %, в то время как у сорта '*Пандероза*' она составила 73,3 %. В последний день фиксации результатов эксперимента энергия прорастания лимона '*Мейера*', была 70 %, а сорта '*Пандероза*' – 96,7 %. Можем отметить, что более высокой энергией прорастания и быстрой всхожестью отличается сорт '*Пандероза*'.

При проведении эксперимента, нам стоило обратить внимание на такой показатель, как выживаемость всходов. Всходы растений сорта '*Мейера*', после обработки семян стимуляторами роста имели 100 % выживаемость, а контрольные растения – 71,4 %. У всходов лимона '*Пандероза*' выживаемость отличалась: при обработке цирконом – 100 %, аминоксолом – 80 %, и в контроле 77,8 %.

**Заключение.** В результате эксперимента можно сделать вывод, что у лимона '*Пандероза*' быстрее прошел период всхожести и для него характерен высокий процент энергии прорастания независимо от применения стимуляторов, но процент выживаемости всходов, меньше чем у лимона '*Мейера*', у которого зафиксирован более медленный процесс всхожести и соответственно – меньший процент энергии прорастания. При этом применение стимуляторов способствовало проценту выживаемости растений двух исследованных сортов. Таким образом, учитывая высокий процент всхожести и выживаемости сеянцев у исследованных сортов, их рекомендовано для семенного размножения с целью массового воссоздания сеянцев цитрусовых для дальнейшего использования их в роле материала для прививок разных сортов цитрусовых.

### Список литературы

1. Горницкая И.П. Интродукция тропических и субтропических растений, ее теоретические и практические аспекты / И.П.Горницкая . –Донецк: Донеччина, 1995. – 304 с.
2. Гутиев Г.Т. Субтропические плодовые растения / Г.Т.Гутиев. – М.: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1958. – 224 с.
3. Капцинель М.А. Выращивание цитрусовых культур в Ростовской области / М.А.Капцинель. – Ростов на Дону, 1953. – 77 с.
4. Муравьева Д.А. Тропические и субтропические лекарственные растения / Д.А.Муравьева. – М.: Медицина, 1983. – 336 с.

## ОСОБЕННОСТИ МЕХАНИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ В СТЕБЛЕ ВИДОВ РОДА *SALVIA* L., ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ

*Комарницкая Е.А.,*

*Демьяненко Т.В.,* канд. биол. наук, доцент,

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

*ekomarnickaya19@gmail.com*

**Введение.** Выбор рода шалфей (*Salvia* L.) в качестве объекта исследования был не случаен. Отдельные представители этого рода широко известны человечеству, с давних времён им находили разнообразное применение в различных отраслях деятельности человека [2-5]. На территории города Донецка наиболее часто в естественных условиях встречаются следующие виды шалфеев: мутовчатый (*Salvia verticillata* L.); сухостепной (*Salvia tesquicola* Klokov et Pobed.).

**Актуальность.** Род Шалфей (*Salvia* L.) – крупнейший в семействе *Lamiaceae*, включает около 900 видов, распространенных в Евразии, Африке и Америке. Широкое распространение и многообразие условий обитания способствовали становлению у шалфеев многочисленных своеобразных вегетативных и репродуктивных структур. Проведенные в последние полтора столетия таксономические исследования показали, что многие диагностические признаки подродов и секций требуют уточнения [1]. Совершенствование системы рода невозможно без знания о разнообразии шалфеев на качественно новом уровне – на основе комплексного анализа анатомических признаков, с учетом их изменений в онтогенезе и в соответствии с функциями в период роста и развития.

**Целью** настоящего исследования послужило: исследовать особенности механических тканей в стебле некоторых видов рода *Salvia* L., в различных местопроизрастаниях.

Для исследования используются следующие **методы**: сравнительно-анатомический, метод изготовления анатомических срезов от руки, измерение объектов под микроскопом, статистическая обработка данных. Для реализации цели на сегодняшний день проведен ряд анатомических исследований, были изучены особенности механических тканей стебля у представителей двух видов: *Salvia verticillata* L. и *S. tesquicola* Klokov et Pobed.

**Результат.** Выявлено, что толщина механических тканей в ребрах стебля *S. verticillata* L. остается постоянной и не зависит от условий местопроизрастания. В то время как ширина ребер варьирует и в сомкнутом травостое, характерном для луга она неизменна, а в

разреженном травостое, характерном для опушек – увеличивается, особенно в нижней части стебля. Толщина механических тканей в ребрах стебля *S. tesquicola* Klokov et Pobed. варьирует и, увеличивается в засушливых условиях по сравнению с увлажненными. Ширина ребер при этом практически одинакова.

В заключении стоит отметить, что метрические размеры колленхимы, а именно ее ширину, можно использовать в таксономии шалфеев, т. к. она довольно постоянна в различных местопроизрастаниях.

#### Список литературы

1. Байкова Е.В. Биоморфология шалфеев при интродукции в Западной Сибири / Е.В.Байкова. – Новосибирск: ЦСБС СО РАН, 1996. – 118 с.
2. Байкова Е.В. Биоморфологические особенности некоторых видов рода Шалфей (*Salvia* L.) в условиях лесостепной зоны Западной Сибири: Автореф. дис. канд. биол. наук. – Новосибирск, 1995. – 16 с.
3. <http://earthpapers.net> [Электронный каталог]. <http://earthpapers.net/zakonomernosti-morfologicheskoy-evolyutsii-shalfeev> (дата обращения: 26.09.18).
4. Носов А.М. Лекарственные растения / А.М.Носов. – М.: Изд-во Эксмо, 2003. – 350с.
5. Тутаюк В.Х. Анатомия и морфология растений / В.Х.Тутаюк. – М.: Высш. шк.,1972. – 330с.

УДК 581.5

### АНАЛИЗ ЭКОМОРФНОЙ СТРУКТУРЫ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ПОРОДНОГО ОТВАЛА ШАХТЫ ИМ. Е.Т. АБАКУМОВА

*Кочина Е.В.*<sup>1</sup>, канд. биол. наук,  
*Сулова Е.В.*<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Государственный комитет по экологической политике и природным ресурсам при Главе Донецкой Народной Республики, [office@gkecopoldnr.ru](mailto:office@gkecopoldnr.ru)

<sup>2</sup> ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», ДНР  
[decanat@feht.donntu.org](mailto:decanat@feht.donntu.org)

В настоящее время на территории Донецкой Народной Республики расположено 589 породных отвалов угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий, занимающих земельные участки общей площадью более 4 000 га. Из общего числа терриконов рекультивировано всего около 12 %. Ввиду этого, поиск эффективных способов озеленения породных отвалов представляет актуальную задачу в сфере охраны окружающей среды Донецкого региона.

Целью данной работы являлось проведение экоморфного анализа растительного покрова породного отвала шахты им. Е.Т. Абакумова и разработка на основе проведенного анализа рекомендаций по

использованию отдельных видов растений для биологического этапа рекультивации.

Для решения поставленных задач были проведены полевые исследования растительного покрова на поверхности отвала. Экоморфный анализ и экологическую паспортизацию видов травянистых и древесных растений проводили по А.Л. Бельгарду [1]. Экологические характеристики видов определяли с учётом рекомендаций В.В. Тарасова [2].

Исследуемый отвал шахты им. Е.Т. Абакумова был сдан в эксплуатацию в 1943 г. Его фактическая остановка состоялась в 1973 году, однако, начиная с 2014 года, отвал эксплуатируется вновь. Форма отвала плоская, тепловое состояние – не горящий. Площадь основания составляет 220 тыс. м<sup>2</sup>; площадь поверхности – 22,7 тыс. м<sup>2</sup>; объем породы – 9 310 тыс. м<sup>3</sup>, высота – около 40 м. В 1980-х годах было произведено частичное озеленение отвала [3].

В результате проведенных полевых исследований было установлено, что проективное покрытие поверхности породного отвала травянистыми и древесными растениями характеризуется различной степенью – от полного отсутствия до 70 %. Максимальное зарастание отмечается на склонах западной экспозиции. При этом, проективное покрытие травянистыми растениями на всех обследованных участках снижается при перемещении от нижней части отвала к среднему ярусу. Одновременно с сокращением общего количества экземпляров происходит уменьшение видового богатства.

Всего в результате обследования породного отвала обнаружено 19 видов травянистых и древесных растений. Максимальное количество видов растений выявлено в нижней части склона северной экспозиции (11 видов), а минимальное (3 вида) – на среднем ярусе отвала склонов южной экспозиции. Основание террикона характеризуется не только более высокими показателями проективного покрытия, но и более значительным видовым разнообразием: в нижней части отвала обнаружено 18 видов растений из 19 представленных на терриконе в целом; в границах среднего яруса произрастают только 13 видов. Количество видов, общих для склонов всех экспозиций составляет всего 2 (полынь горькая и пырей ползучий).

Наибольшей встречаемостью в границах отвала характеризуются: полынь горькая (обнаружена на всех из 8 обследованных участков), пырей ползучий (8 участков), робиния лжеакация (4 участка), абрикос обыкновенный (4 участка), донник белый (3 участка), тысячелистник щетинистый (3 участка), марь белая (3 участка). Эпизодически на поверхности отвала встречаются такие виды как горец птичий, дуб обыкновенный, мятлик сплюснутый, шиповник собачий.

Наиболее сложные условия для формирования фитоценозов наблюдаются на южных и восточных склонах, подверженных

критическому нагреву поверхности отвала в летнее время и характеризующихся значительным дефицитом влаги.

В гигроморфной структуре на всех изученных участках значительно преобладают группы ксеромезофитов и мезоксерофитов (рис. 1).

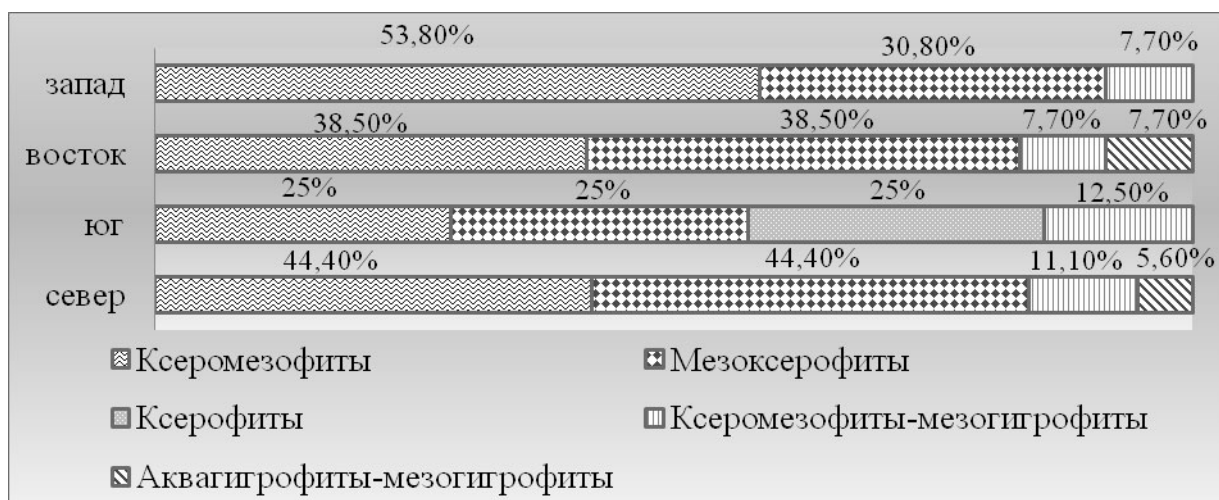


Рис. 1. Гигроморфная структура растительного покрова породного отвала в зависимости от экспозиции склона

На склонах южной экспозиции в равном соотношении представлены ксерофиты, ксеромезофиты и мезоксерофиты. Структура гигроморфы свидетельствует о том, что склоны западной и северной экспозиций породного отвала характеризуются лучшими условиями увлажнения, что подтверждает отсутствие ксерофитов и возрастание доли растений, тяготеющих к средним условиям увлажнения – ксеромезофитов. Установлено также усиление ксерофитности условий от нижнего яруса террикона к среднему.

В трофоморфной структуре травянистых и древесных растений отвала на всех участках выявлено абсолютное доминирование группы мезотрофов (55–88 %). На всех участках значительна доля видов с широкими границами толерантности к почвенному плодородию (олиго-мезотрофы, олиго-мезотрофы) – 7–11 %.

Гелиоспектр на всех участках представлен только двумя наиболее светолюбивыми группами – гелиофитами и гелиосциофитами. Максимальная доля гелиофитов (63 %) характерна для южного склона. На склоне северной экспозиции отмечается сокращение доли гелиофитов (до 44 %) и увеличение доли гелиосциофитов (до 56 %).

Доминирующими ценотическими группами, как основания, так и средней части отвала являются сивланты, рудеранты и рудеранты-сивланты. Отмечается более широкий спектр ценотических групп на нижнем ярусе, по сравнению со средним ярусом отвала (11 и 8 групп, соответственно). Таким образом, на нижних ярусах отвалов формируются



более благоприятные условия экотопа, позволяющие заселяться видам растений из расположенных вблизи естественных фитоценозов.

Основными негативными факторами, ограничивающими рост и развитие растений на поверхности террикона, являются его перегрев летом и недостаток влаги, что особо остро проявляется на склонах южной и восточной экспозиций. Проведенный анализ позволяет сделать вывод о том, что озеленение террикона необходимо проводить дифференцированно, изменяя ассортимент высаживаемых растений в зависимости от экспозиций склона и его высоты. При подборе растений для биологического этапа рекультивации на южных и восточных склонах целесообразно использовать такие виды как полынь горькая, василек раскидистый, донник белый. При озеленении остальных участков ассортимент используемых видов растений может быть расширен за счёт робинии лжеакации, абрикоса обыкновенного, тысячелистника щетинистого.

#### Список литературы

1. Бельгард А.Л. Лесная растительность юго-востока Украины / Б.А.Л.ельгард. – Киев: изд-во Киев. ун-та, 1950. – 264 с.
2. Тарасов В.В. Флора Дніпропетровської та Запорізької областей. Судинні рослини. Біолого-екологічна характеристика видів / В.В.Тарасов. Дніпропетровськ: Вид-во ДНУ, 2005. – 276 с.
3. Паспорт породных отвалов шахты им. Абакумова №№ 1,2,3. Производственное объединение Донецкуголь. Донецк, 1981. – 5 с.

УДК 504

## ВЛИЯНИЕ ШАХТНЫХ ВОД НА СОСТОЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ

*Кудокотцев Н.С.*, канд. биол. наук

Государственный комитет по экологической политике и природным ресурсам при  
Главе Донецкой Народной Республики, ДНР  
*kudokotsev@gkecopoldnr.ru*

Донецкая Народная Республика, занимая площадь в 8,3 тыс. км<sup>2</sup>, в геоморфологическом отношении расположена частично на территории возвышенности Донецкий кряж, к которому с юго-западной части примыкают старые денудированные отроги Украинского кристаллического щита в виде Приазовской возвышенности. В южной части рельеф Донецкой Народной Республики плавно переходит в Приазовскую низменность.

Особенности геологического строения и геоморфологии сформировали сеть поверхностных вод, состоящую из бассейнов рек Кальмиуса, Крынки, Миуса, Волчьей, Грузского Еланчика, а также Лугани

и Кривого Торца, относящихся к бассейну Северского Донца. Наибольшую площадь в пределах ДНР занимают бассейны рек Кальмиуса и Крынки (по 30% от всей площади ДНР), относящиеся к бассейну Азовского моря.

Известно, что расход воды в речной системе Донецкого региона давно уже в большой степени зависит от объемов сбросов шахтных вод. Доминантной группой факторов в формировании гидрохимического режима в водных объектах Донецкого угольного бассейна является антропогенная составляющая, т.к. для категории «малых» рек бытовой сток вдвое и более превышает их естественный сток. Отсюда и расход рек и их гидрологический режим обусловлены объемами возвратных вод различной категории и содержанием в них загрязняющих веществ, поэтому показатели качества воды практически по всем контролируемым ингредиентам превышают существующие санитарно-гигиенические и рыбохозяйственные нормативы.

Естественный режим многих малых рек искажен в результате значительной зарегулированности прудами и водохранилищами, а также за счет поступлений в бассейн сточных и шахтных вод, которые загрязняют ее и способствуют заилению водоемов и плесовых участков.

Целью данного исследования является оценка качества (уровня загрязнения) поверхностных вод Донецкой Народной Республики по гидрохимическим показателям и определение влияния шахтных вод на их загрязнение.

На протяжении 2017-2018 гг. Государственный комитет по экологической политике и природным ресурсам при Главе Донецкой Народной Республики проводил исследования состояния загрязнения рек, водохранилищ. Объектами исследований были реки Кальмиус, Крынка, Грузской Еланчик, Миус с их притоками, а также речная система р. Волчья. В данной работе были использованы также материалы исследования качества возвратных вод многими действующими предприятиями угольной промышленности Республики. Было проанализировано качество возвратных вод по 25 действующим шахтам. В общем, был проанализирован химический состав более чем на 150 пунктах наблюдений за качеством поверхностных вод.

Качество воды большинства водных объектов не отвечает нормативным требованиям по таким показателям, как минерализация, содержание сульфатов, в некоторых случаях и хлоридов. Минерализация речных вод варьирует в широких пределах – от 400 до 6 000 мг/дм<sup>3</sup> и более. Наиболее низкая минерализация отмечена в природных источниках северной части Республики. В то же время в источниках южной части наблюдалось повышение уровня минерализации вод до 4 000 мг/дм<sup>3</sup>, что связано с природным увеличением минерализации. Общий средний уровень (фоновый уровень) минерализации в поверхностных водах Республики составляет до 2 мг/дм<sup>3</sup>. В то же время в районах сбросов

шахтных вод в речную сеть наблюдалось повышение уровня минерализации до 3 000 – 6 000 мг/дм<sup>3</sup>. Такая картина наблюдается в поверхностных водах района расположения шахт Челюскинцев, Скочинского (бассейн р. Волчья), шахты № 9 «Капитальная», шахты Засядько, шахты Заперевальная (бассейн р. Кальмиус).

Следует отметить, что уровень минерализации на некоторых реках имеет тенденцию к увеличению и по другим причинам. Среди таких факторов могут быть хозяйственно-бытовые стоки населенных пунктов, близлежащие полигоны твердых бытовых отходов, расположение сельхозпредприятий и т.п. Аномальной в этом плане отмечается минерализация притоков р. Кальмиус района пгт. Старобешево. Здесь наблюдается уровень минерализации в 5 000 мг/дм<sup>3</sup>.

Содержание сульфатов в поверхностных водах Республики во многих пунктах наблюдений характеризуется также повышенным содержанием. Причем, в большинстве случаев, рост концентраций сульфатов коррелирует с ростом минерализации. В этом плане выделяются шахты Челюскинцев, Скочинского, Засядько, Калинина, Заперевальная, Капитальная. Наиболее высокий уровень содержания сульфатов отмечен в сбросах шахты Горького (бассейн р. Кальмиус).

Уровень загрязнения поверхностных вод хлоридами в большинстве случаев не превышает ПДК (предельно-допустимую концентрацию). На некоторых реках и водоемах наблюдались выше нормативных значений ХПК и БПК<sub>5</sub>. Эти показатели характеризуют суммарное содержание в воде органических веществ.

Оценку уровня загрязненности поверхностных вод можно провести по методике, предложенной А.П. Белоусовой [1], которая предусматривает расчет суммарного коэффициента загрязнения (СКЗ) по формуле  $СКЗ = \sum C_i / ПДК_i$ , где  $C_i$  – концентрация  $i$ -го компонента;  $ПДК_i$  – предельно допустимая концентрация  $i$ -го компонента, утвержденная для оценки качества воды, используемой для питьевого водоснабжения. На основании значений СКЗ приняты следующие категории загрязненности поверхностных и подземных вод:

- 1)  $СКЗ < 1$  – условно чистая;
- 2)  $СКЗ = 1-5$  – слабозагрязненная;
- 3)  $СКЗ = 5-10$  – весьма загрязненная;
- 4)  $СКЗ = 10-20$  – очень загрязненная;
- 5)  $СКЗ = 20-50$  – грязная и очень грязная;
- 6)  $СКЗ > 50$  – чрезвычайно грязная.

На основании показателя СКЗ можно сказать, что поверхностные воды Донецкой Народной Республики являются слабозагрязненными. Однако в районе расположения некоторых шахт, населенных пунктов воду можно характеризовать как весьма загрязненную.

## **Выводы.**

1. Качество воды большинства водных объектов не отвечает нормативным требованиям по таким показателям, как минерализация, содержание сульфатов.

2. Влияние возвратных вод предприятий угольной промышленности на загрязнение поверхностных вод наблюдается в бассейнах рек Волчья, Кальмиус.

3. Для получения более полной картины состояния загрязнения поверхностных вод, а также влияния на них шахтных вод необходимы дополнительные исследования.

4. Эффективное решение гидроэкологических проблем возможно только на основе совместного использования, управления и оценки речных и подземных водных ресурсов. При этом необходимо учитывать, что большой вклад в ухудшение их качества в данном регионе принадлежит техногенным шахтным водам, минимизация воздействия которых на поверхностную и подземную гидросферы должна стать приоритетной задачей в Республике.

## **Список литературы**

1. Белоусова А.П. Экологическая гидрогеология / А.П.Белоусова, И.К.Гавич, А.Б.Лисенков, Е.В.Попов. – М., 2006. – 397 с.

УДК 581.5:632 (477.61/.62)

## **ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ РАСТЕНИЙ**

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

Донбасс характеризуется как антропогенно-трансформированный, урбанизированный регион с выраженным воздействием на окружающую среду промышленности, сельского хозяйства и, не в последнюю очередь, осложнениями в виде военного конфликта. Земли сельскохозяйственного назначения подвержены ветровой и грунтовой эрозией, обеднены экстенсивными технологиями эксплуатации и стремительно теряют составляющую долю гумуса. Участки, выведенные из агропроизводства, являются экологически опасными. Они являются местом произрастания

адвентивной и сорной растительности, в т.ч. карантинной. Все это в комплексе обуславливает сложную экологическую ситуацию.

Возобновление деградированных земель, фитооптимизация и привлечение их к целевой эксплуатации возможно путем восстановления растительного покрова полифункционального назначения: для возобновления биоразнообразия, создания плантаций полезных растений для пищевой и фармацевтической промышленности, высокопродуктивных кормовых агрофитоценозов, фитомелиоративного назначения, получения растительного сырья для производства биотоплива [1].

Цель работы – обосновать эколого-биологические аспекты полифункционального использования, сохранения и обогащения биоразнообразия хозяйственно-ценных растений в степной зоне.

Для достижения цели необходимо решение таких основных задач:

- пополнение коллекционного фонда хозяйственно-ценных растений;
- изучение аборигенных видов растений на предмет возможности введения их в культуру в качестве альтернативного эфирномасличного и пряно-ароматического сырья;
- изучение ритмологической пластичности интродуцентов, особенностей их онто- и морфогенеза, репродуктивного потенциала в новых условиях среды;
- направленный селекционный отбор перспективных форм, создание новых сортов адаптированных к условиям степи;
- разработка адаптивных технологий выращивания и размножения перспективных видов и сортов;
- создание экспозиций хозяйственно-ценных растений;
- анализ и систематизация малораспространенных хозяйственно-ценных растений с позиции их полифункционального использования (декоративного, пищевого, фитосанирующего, лекарственного, почвоулучшающего и др.).

Объекты изучения – виды и культивары малораспространенных хозяйственно-ценных растений, интродуцированных в Донецкий ботанический сад, которые составляют коллекционный фонд этой группы растений и в том числе виды, формы и сорта, впервые привлеченные к интродукционному эксперименту.

Методологическая основа – метод родовых комплексов и биоморфологические исследования. Использование данных подходов в интродукционном эксперименте позволяет выделить виды и сорта с высоким адаптационным потенциалом к условиям степной зоны.

Значительная доля участия для решения указанных проблем принадлежит растениям не только аборигенной, но и мировой флоры [2]. Интродукция и обогащение ассортимента растений, адаптировавшихся к природно-климатическим условиям степи, научное обоснование их рационального использования позволят увеличить эффективность

использования фиторесурсов для фитооптимизации урбанизированной среды. Это также открывает перспективы для комплексного использования хозяйственно-ценных растений, в т.ч., и в качестве альтернативного или замещающего сырья.

В настоящий момент в Донецком ботаническом саду созданы коллекции малораспространенных кормовых, технических, пищевых, ароматических растений, которые в определенной мере отражают потенциал полезных растений местной и мировой флоры. Коллекция новых и малораспространенных кормовых растений насчитывает 93 вида, 48 родов и 9 семейств, технических растений – 27 видов из 23 родов, 12 семейств. Коллекция ароматических и малораспространенных овощных растений представлена 204 таксонами из 60 родов и 15 семейств. Эти виды прошли многолетнее интродукционное испытание и продемонстрировали свою адаптацию к произрастанию в условиях степи. Несмотря на это необходимы дальнейшие экспериментальные исследования данных видов растений для выявления их эколого-биологического потенциала, определения перспективных видов, разработки технологий и способов их использования для решения поставленных задач. Актуальными являются и проведение селекционных работ с целью создания продуктивных адаптированных к конкретным условиям произрастания сортов хозяйственно-ценных растений, что обогатит базу сортов оригинальной селекции [3].

Данные исследования являются основой для разработки научно-обоснованных эколого-биологических аспектов полифункционального использования хозяйственно-ценных растений мировой и аборигенной флор для их использования в решении проблем фитооптимизации среды промышленного Донбасса.

Таким образом, социально-экономическое значение данных исследований заключается в сохранении биоразнообразия степного биоценоза, в разработке и научном обосновании путей рационального использования растительного покрова на возобновленных деградированных землях, в ослаблении эрозийных процессов на склонах степей, возобновлении и сохранении плодородия грунта, создании семенной и селекционной базы хозяйственно-ценных растений для полифункционального использования.

Внедрение перспективных растений, адаптированных к сложным природно-климатическим условиям степи, способствует комплексному использованию хозяйственно-ценных растений в народном хозяйстве, позитивно влияет на здоровье, психологическое состояние и продуктивность работы людей в суровых условиях современности.

Коллекции и тематические экспозиции хозяйственно-ценных растений являются учебной базой для учащихся и студентов высших заведений, выполняют эстетическую и научно-просветительскую функцию

для населения региона. Создание новых сортов решает экономические вопросы для потребностей различного назначения.

### Список литературы

1. Глухов О.З. Наукові основи відновлення трав'яних фітоценозів в степовій зоні України / О.З.Глухов, О.М.Шевчук, Т.П.Кохан. – Донецьк: «Вебер», 2008. – 198 с.
2. Глухов А.З. Коллекции хозяйственно-ценных растений Донецкого ботанического сада и их роль в сохранении биологического разнообразия / А.З.Глухов, В.В.Козуб-Птица, О.К. Кустова // Роль ботанических садов и дендрариев в сохранении, изучении и устойчивом использовании разнообразия растительного мира: Матер. Междунар. научной конференции, посвященной 85-летию Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси (г. Минск, 6-8 июня 2017 г.). – Минск: Медисонт, 2017. – Ч. 1. – 364–365 с.
3. Глухов А.З. Методы и практические аспекты интродукции хозяйственно-ценных культур в Донецком ботаническом саду / А.З.Глухов, О.К.Кустова, В.В.Козуб-Птица // Проблемы и перспективы развития современной ландшафтной архитектуры: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2017. – С.100-104.

УДК 613.5

## ЛЕКАРСТВЕННЫЕ ТРОПИЧЕСКИЕ И СУБТРОПИЧЕСКИЕ РАСТЕНИЯ В КОЛЛЕКЦИИ ОРАНЖЕРЕЙНОГО КОМПЛЕКСА ГУ «ДОНЕЦКИЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД»

*Микула А.К.<sup>1</sup>,*

*Николаева А.В.<sup>1,2</sup>, канд. биол. наук*

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

<sup>2</sup> ГУ «Донецкий ботанический сад», г. Донецк, ДНР

*mikula.alya@mail.ru*

**Введение.** Одной из актуальных проблем на сегодняшний день является сохранение здоровья человека. Озеленение интерьеров растениями, обладающими ярко выраженной антимикробной активностью и способностью поглощать из воздушной среды вредные химические вещества – один из важных путей по оптимизации оздоровления не только, общественных мест, но и жилища человека. Поэтому необходимо особое внимание уделять расширению ассортимента комнатных растений, имеющих лекарственное значение, обладающих фитонцидной активностью и не вызывающих аллергических реакций и их первичной интродукции. Большинство из них не только обладают лечебными свойствами и издавна используются в народной медицине, но и являются красивоцветущими или декоративно-лиственными. Сочетание лечебных свойств с декоративностью позволяет одновременно решить эстетическую и лечебные задачи.

**Актуальность.** В современном фитодизайне закрытых помещений актуальными становятся вопросы не просто архитектурно – декоративного оформления, а оформления живыми растениями, оздоравливающими среду. Этим объясняется большой интерес ученых к интродукции представителей, которые являются перспективными лекарственными и декоративными растениями [1].

**Целью** исследования послужило изучение коллекционного фонда тропических и субтропических растений ГУ «Донецкий ботанический сад» и составление из них списка лекарственных и фитонцидных растений для дальнейшего их использования в фитодизайне.

**Результат.** Экспозиции и коллекции тропических и субтропических растений ГУ «Донецкий ботанический сад» размещены в 5 оранжереях, общая площадь которых – около 2 660 м<sup>2</sup>. Общий коллекционный фонд представлен 3 141 таксоном, из них 1 982 вида, 598 внутривидовых таксонов, 560 культиваров и гибридов, относящихся к 567 родам и 112 семействам. На основании изучения литературных источников разработан первоначальный список тропических и субтропических растений, из коллекционного фонда, обладающих лекарственными и фитонцидными свойствами. Список включает 105 видов, относящихся к 44 семействам из них 13 видов занесены в Красный список МСОП при этом 9 видов находятся под наименьшей угрозой (LC), 1 вид близок к уязвимому положению (NT), 1 вид имеет статус уязвимого (VU), и 1 вид находится в критической опасности (CR). Фитонцидными свойствами в коллекции оранжерейного комплекса обладают более 30 таксонов (виды и культивары). Из них как общепризнанные своей фитонцидной активностью – виды рода *Myrtus*, *Citrus*, *Ficus* и т.д, так и менее известные о обладании данного свойства – виды рода *Begonia* или *Murraya exotica*. При этом В. М. Каспари [2] изучена антимикробная активность летучих выделений водных и водно спиртовых экстрактов ряда видов рода *Begonia* на условно патогенную микрофлору. Им выявлено, что наибольшей фитонцидной активностью отличались виды *B. lucerna hybrida* Hort, *B. albo – picta* Hort, *B. rubella*, *B. angularis*. В работах Фершалова Т.Д., Цыбуля Н.В. [3] и Цыбуля Н.В., Якимова Ю.Л. и др. [4] экспериментально доказано, что некоторые виды этого рода снижают содержание в воздухе помещений общего числа бактерий на 70 %, стафилококка на 80 %.

**В заключении** стоит отметить, что уникальные экспозиции и коллекции тропических и субтропических растений имеют не только огромное научное значение, служат для просветительской деятельности, но и являются обширной базой для расширения ассортимента лекарственных и фитонцидных растений, применяемых для фитодизайна закрытых помещений. В дальнейших исследованиях необходимо определить успешность интродукции растений изучаемой группы и выделить наиболее перспективные для рекомендации использования их в фитодизайне.



## Список литературы

1. Тетеря О.П. Фитодизайн как метод сохранения биоразнообразия интродуцентов растений закрытого грунта и улучшения среды обитания человека / Т.О.П.етеря // Растения в муссонном климате. Материалы 3-й междунар. конф. «Растения в муссонном климате» (Владивосток, 22-25 октября 2003 г.) / Ред. С.Б. Гончарова. – Владивосток: БСИ ДВО РАН, 2003. – С. 415-418.
2. Каспари В.М. Фитонцидные особенности некоторых видов рода Бегония / В.М.Каспари // Фитонциды: Материалы конф., Львов, сент. 1990. – Киев, 1990 – С.26-27.
3. Фершалова Т.Д. Санирующие свойства некоторых интродуцентов сем. Begoniace / Т.Д.Фершалова, Н.В.Цыбуля // Биологическое разнообразие. Интродукция растений. Материалы второй междунар. научн. конф. 20- 23 апреля 1999 г. – СПб., 1999. – С.301-302.
4. Цыбуля Н.В. Медицинский фитодизайн детских учреждений как способ снижения численности микроорганизмов в воздухе / Н.В.Цыбуля, Ю.Л.Якимова, Н.А.Рычкова, Т.Д.Фершалова // Растит. ресурсы. 2002. – Т. 38. – Вып. 4. – С. 112-116.

УДК 58.05

## ПАЛИНАЦИЯ АЛЕРГЕННЫХ РАСТЕНИЙ В ГОРОДЕ ДОНЕЦКЕ

*Мирненко Н.С.*

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

*natalya\_zaharenkova@mail.ru*

**Введение.** В окружающей человека атмосфере ежедневно циркулирует большое количество частиц различной природы. Среди частиц биологического происхождения наиболее распространенной является пыльца растений – основной объект аэробиологических исследований. Пыльца разного рода растений вызывает аллергические реакции у человека [2–5, 9–11].

**Актуальность.** Современные аэробиологические исследования изучают таксономический состав аэроспектра в различных регионах, оценивается доля пыльцы различных таксонов, в том числе и аллергенной, устанавливаются сроки начала и длительности пыления; аэробиологические данные совмещают с данными аллергологических проб для установления связей между присутствием в воздухе пыльцы определенных растений и возникновением поллинозов, что помогает установить таксономическую принадлежность пыльцы аллергенных растений, характерных для регионов исследования, время их появления в воздушном спектре [1, 6, 8, 9].

**Цель** настоящего исследования – определить продолжительность пыления аллергенных растений в условиях городской среды (г. Донецка).

**Результат.** Проведенные в 2017-2018 гг. аэропаллинологические исследования позволили установить наличие в г. Донецка двух

выраженных периодов пыления: весеннего и летнего. Анализ полученных данных показал, что первый период пыления был представлен пылью деревьев. В большинстве, это представители родов береза (*Betula*), тополь (*Populus*), ясень (*Fraxinus*), вяз (*Ulmus*), и каштан (*Aesculus*). Наиболее интенсивным пылением характеризовались береза и тополь с наибольшими концентрациями пыльцевых зерен в воздухе.

Второй период пыления, в основном, был представлен пыльцевыми зёрнами амброзии. Ее палинация является наиболее выраженной, а доля в годичном пыльцевом спектре составляет более 30 %. Сезон пыления амброзии начался 05 августа и закончился в конце сентября. Летний период пыления вместе с амброзией традиционно образует полынь (*Artemisia*).

В заключение стоит отметить, что в г. Донецке наблюдалось 2 периода пыления растений – весенний и летний. Первый представлен пылью деревьев, в основном – березы и тополя, второй – пылью сорняков, главным образом, амброзии и полыни. Самое большое количество пыльцы продуцирует амброзия (более 30 %).

Наиболее опасными периодами для людей, страдающих поллинозом, можно считать с 15 по 30 апреля, когда наиболее интенсивным пылением отличаются береза и тополь, а также с 05 августа по 20 сентября, когда пороговые значения, для развития аллергических заболеваний, превышает концентрация пыльцевых зерен амброзии. Данные результаты по составу пыльцы носят предварительный характер, необходимы дальнейшие исследования и составление календаря пыления.

### Список литературы

1. Елькина Н.А. Состав и динамика пыльцевого спектра воздушной среды г. Петрозаводска: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – СПб., 2008. – 24 с.
2. Захаренкова Н.С. Анализ пыльцевых зерен сорно-рудеральных видов в воздушной среде г. Донецка / Н.С.Захаренкова // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов: сб. докл. XI Междунар. науч. конф. аспирантов и студентов (Донецк, 11–13 апреля 2017 г.). – Донецк : ГОУ ВПО «ДОННТУ»; Ростов-на-Дону: Изд-во Южного федерального ун-та, 2017. – С. 312-314.
3. Захаренкова Н.С. Статус пыльцевых зерен сорно-рудеральных видов в воздушной среде Донецка / Н.С.Захаренкова // Промышленная ботаника: состояние и перспективы развития: Матер. VII Междунар. научной конф. (Донецк, 17–19 мая 2017 г.). – Ростов-на-Дону. – С. 182-185.
4. Мирненко Н.С. Состояние пыльцевых зерен *Ambrosia artemisiifolia* L. и *Artemisia absinthium* L. в г. Донецке / Н.С.Мирненко // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2017. – № 3–4. – С. 12-17.
5. Мирненко Н.С. Тератоморфы пыльцевых зёрен *Ambrosia artemisiifolia* L. селитебных территорий г. Донецка / Н.С.Мирненко // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2017. – № 1–2. – С. 26-31.
6. Ненашева Г.И. Аэропалинологический мониторинг аллергенных растений г. Барнаула / Г.И.Ненашева. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2013. – 132 с.

7. Осмонбаева К.Б. Экологические аспекты проблемы поллинозов: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Бишкек, 2006. – 26 с.
8. Мейер-Меликян Н.Р. Принципы и методы аэропаленологических исследований / Н.Р.Мейер-Меликян, Е.Э. Северова, Г.П. Гапочка, и др. – М., 1999. – 48 с.
9. Пухлик С.М., Дедикова И.В., Родинкова В.В., Насер Шамхи Али Эль-Хабиб Результаты аэропаленологического мониторинга в г. Одессе / С.М.Пухлик, И.В.Дедикова и др. // Ринология, 2011. – №4. – С. 40-45
10. Сафонов А.И., Мирненко Н.С. Спорово-пыльцевой метод в Донбассе на основе научных рекомендаций ученых России / А.И.Сафонов, Н.С.Мирненко // Донецкие чтения 2017 : Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса : матер. Междунар. науч. конф. студ. и молодых ученых (Донецк, 17–20 октября 2017 г.). Т. 2 : Хим.-биол. науки / под общ. ред. С.В.Беспаловой. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2017. – С. 97-99.
11. Сафонов А.И., Захаренкова Н.С. Диагностика воздуха в г. Донецке по спектру скульптур поверхности пыльцы сорно-рудеральных видов растений / А.И.Сафонов, Н.С. Захаренкова // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2016. – № 1–2. – С. 66-72.

УДК 543.7/.79. 504.054:574.24

## **ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПЕРВОГО, ВТОРОГО, ТРЕТЬЕГО ГОРОДСКИХ ПРУДОВ ГОРОДА ДОНЕЦКА**

*Мирненко Э.И., Гайдар А.В.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР  
*nastasia\_gaidar@mail.ru*

**Введение.** В результате сброса сточных вод в открытые водоёмы изменяются как физические свойства воды, так и химический состав воды. Внутригородские водоемы являются примером водных объектов, подвергающихся значительной антропогенной нагрузке в связи с интенсивным развитием города [1-3].

**Актуальность** заключается в том, что природное качество воды является тем фоном и основой, на которых происходят качественные изменения состояния водного объекта, вызванные вмешательством человека. В связи с этим оценка компонентов водной среды в условиях интенсивной антропогенной нагрузки имеет важное теоретическое и практическое значение. Выбранные для исследования водоёмы имеют большое рекреационное значение для жителей города.

Внутригородские водоемы являются примером водных объектов, подвергающихся значительной антропогенной нагрузке в связи с интенсивным развитием города. Берега Первого, Второго, Третьего прудов – одно из наиболее излюбленных мест отдыха населения города. Помимо эстетического и функционального значения как элементов городской

среды, водоемы имеют и санитарно-гигиеническое значение, улучшая микроклиматические условия береговой полосы. Пруды образованы на реке Скоморошина (Бахмутка), которая является правым притоком р. Кальмиус. Первый городской пруд выполнял роль водохранилища Юзовского металлургического завода. Ёмкость Первого городского пруда при создании составила один миллион кубических метров. Площадь водного зеркала в настоящее время составляет 32 гектара.

**Цель** – установить особенности распределения и накопления тяжелых металлов компонентами экосистем. Экспериментальное определение содержания тяжелых металлов в городских прудах города Донецка.

Для исследования используются следующие **методы**: ряд спектрометрических методов и физико-химического анализ. Для реализации цели проведен ряд исследований по изучению влияния тяжелых металлов на фитопланктон прудов. Химический анализ прудов проводили в мае 2017 года, а также в июне 2018 года. Пробы воды были отобраны в соответствии со стандартной методикой отбора проб.

Химический анализ проводили с помощью атомно-абсорбционного спектрометра (для определения наличия в воде тяжелых металлов), лабораторных весов (для определения сухого остатка, сульфатов, и прочих веществ), также в работе использовали фотоэлектроколориметр Unico 2100E, фотолаб, АН2 – анализатор нефтепродуктов, хроматограф, различную лабораторную посуду.

**Результаты.** В табл. 1 представлены результаты исследования Первого, Второго, Третьего городских прудов города Донецка на содержание некоторых примесей в воде. Анализ проводили 29.05.2017 (1) и 02.06.2018 (2). Исходя из таблицы видно, что представленные ниже показатели не превышают предельно-допустимых концентраций для коммунально-бытовых вод.

Таблица 1

Химический анализ Городских прудов

Наименование	Городской пруд №1 (1)	Городской пруд №1 (1)	Городской пруд №2 (1)	Городской пруд №2 (2)	Городской пруд №3 (1)	Городской пруд №3 (2)	ПДК
Сухой остаток	1120	1280	1204	1260	1120	1320	1000
Хлориды	184	213	152	186	131	220	350
Сульфаты	370	427	450	444	430	440	500
Азот аммонийный	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	2,0
Нитриты	0,14	0,066	0,19	0,11	0,36	0,099	3,3

Продолжение таблицы 1

Нитраты	2,96	–	5,04	–	8,9	–	45
Фосфаты	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	3,5
ХПК	6,0	10,0	11,0	12,0	15,0	19,0	30
БПК <sub>5</sub>	3,1	2,9	3,4	2,7	4,0	2,9	4,5
СПАВ	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,4
Нефте- продукты	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	0,3
Фенолы	0,0043	0,0022	0,0046	0,0015	0,0049	0,0011	0,1
Хром	0,0062	0,0022	0,0061	0,0028	0,0079	0,0030	–
Кобальт	< 0,0025	< 0,0033	< 0,0025	< 0,0025	0,0043	0,0039	0,1
Железо	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,042	< 0,02	0,3
Марганец	0,024	0,023	0,016	0,014	0,041	0,043	0,1
Медь	0,024	0,0049	0,013	0,0056	0,032	0,0075	1,0
Цинк	0,0067	0,0140	0,0038	0,0092	0,0055	0,0284	1,0
Никель	0,006	< 0,005	0,0061	< 0,005	0,009	< 0,005	0,1
Кадмий	–	< 0,0002	–	< 0,0002	–	< 0,0002	0,001

На основании полученных данных можно сделать вывод о том, что концентрации вредных примесей в Первом, Втором, Третьем городских прудах не превышают предельно-допустимых концентраций для коммунально-бытовых вод. Однако замечена тенденция небольшого увеличения количества содержания примесей в водоёмах в 2018 г., по сравнению с 2017 годом.

Авторы благодарят сотрудников Государственного комитета по экологической политике и природным ресурсам при Главе Донецкой Народной Республики за предоставленную возможность выполнить лабораторно-аналитические работы.

### Список литературы

1. Юшкан Е.И. Фоновое содержание свинца, ртути, мышьяка и кадмия в природных средах (по мировым данным) / Е.И.Юшкан, Т.Б.Чичева, Е.В.Лаврентьева // Мониторинг фонового загрязнения природной среды. – Л.: Гидрометиздат, 1984. – Вып. 2. – С. 17-35.
2. Иофин З.К. Мировой водный баланс, водные ресурсы Земли, водный кадастр и мониторинг / З.К.Иофин. – Вологда: ВоГТУ, 2009. – 141 с.
3. Крашенинникова С.В. Влияние урбанизированных территорий на формирование поверхностного стока / С.В.Крашенинникова. – Известия ПГПУ им. В.Г.Белинского, 2008. – № 10(4) – С. 17-22.

## МОНИТОРИНГ ПРУДОВ Г. ДОНЕЦКА ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ РАЗВИТИЯ ФИТОПЛАНКТОНА

*Мирненко Э.И., Макуха А.О.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР  
*albina.makukha@mail.ru*

**Введение.** Фитопланктон является основным продуцентом кислорода и органического вещества в воде. Благодаря высокой скорости воспроизводства фитопланктон быстро реагирует на изменение состояния водной среды, и является основным индикатором загрязнения водных объектов [3]. Оценка состояния прудов основана на количественных показателях развития альгофлоры, а также подтверждена гидрохимическими исследованиями.

В работе, для каждого пруда в исследуемый период были даны количественные характеристики развития численности и биомассы.

**Актуальность** определяется научным интересом, в связи с увеличением антропогенной нагрузки на окружающую среду. Ухудшение качества вод, приводит к изменению химического состава, геохимических процессов, появлению токсинов в водной среде, эвтрофированию и закислению [2]. В пределах городской черты водные объекты служат градобразующим фактором, обладают эстетической значимостью, используются для рекреации, поэтому их качество должно соответствовать экологическим нормам. Для оценки состояния водоёмов используют показатели развития фитопланктона, так как он быстро реагирует на изменения водной среды и может служить индикатором состояния всей водной экосистем.

**Целью** настоящего исследования послужило: изучить современное состояние водоёмов г. Донецка и дать оценку качества воды по показателям его развития.

Для исследования используются следующие **методы**: анализ, синтез, теория, эксперимент.

**Результат.** В работе были проанализированы количественные характеристики фитопланктона прудов Донецкого ботанического сада № 4, № 5, № 6 и р. Кальмиус за май и июнь 2018 г.

Исследования, проведенные в 2018 г. показали, что фитопланктон прудов Донецкого ботанического сада № 4, № 5, № 6 и р. Кальмиус имеет четкую месячную динамику. Результаты расчетов численности и биомассы представлены на рис. 1 и рис. 2.

Как видно на рис. 1 суммарная численность фитопланктона имела однопиковый характер. Максимальные значения численности были отмечены в июне в пруду ДБС №6 (16 605 кл/дм<sup>3</sup>). Минимальные значения суммарной численности фитопланктона приходились на май в пруду ДБС № 5 (2 079 кл/дм<sup>3</sup>).

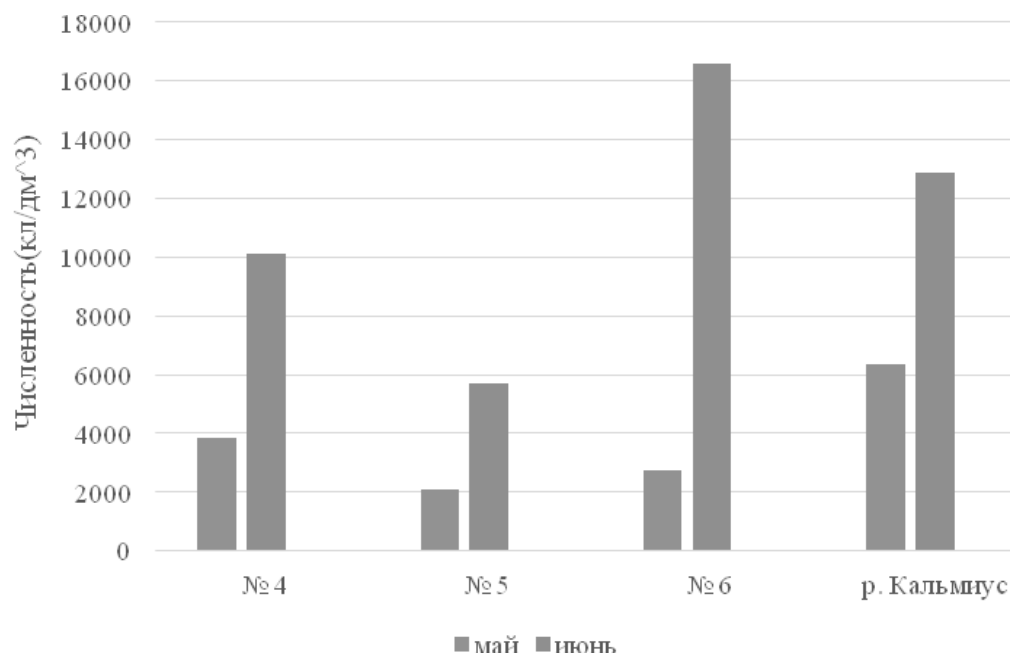


Рис. 1. Месячная динамика численности (клеток/дм<sup>3</sup>) фитопланктона прудов ДБС и р. Кальмиус за 2018 г.

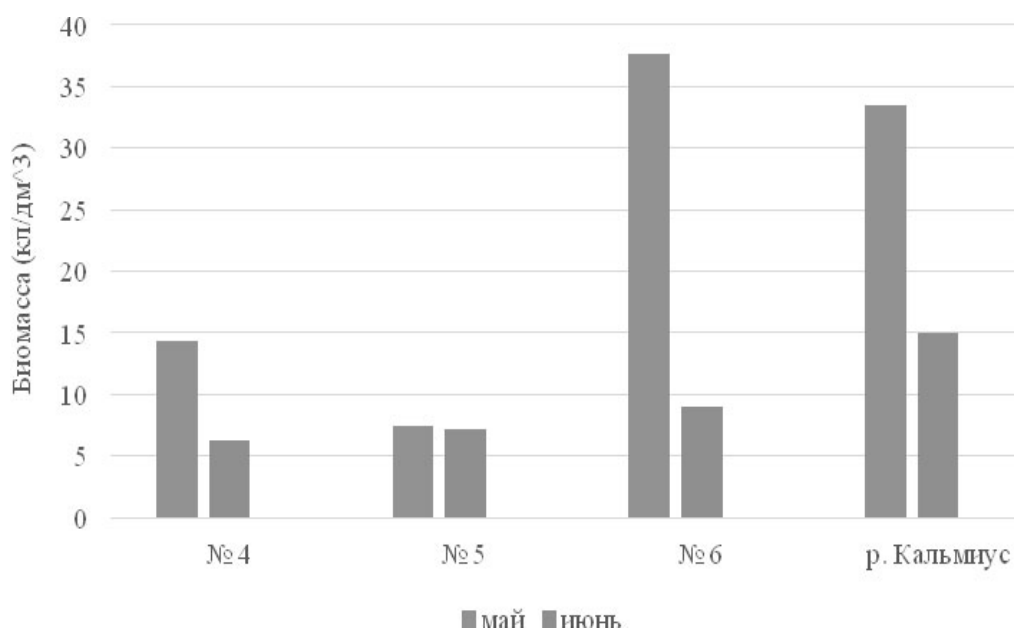


Рис. 2. Месячная динамика биомассы (клеток/дм<sup>3</sup>) фитопланктона прудов Донецкого ботанического сада и р. Кальмиус за 2018 г.

Аналогичную картину наблюдали и для биомассы фитопланктона. Она имела также однопиковый характер, но максимум приходится на май (37,7 кл/дм<sup>3</sup>) в пруду №6, а минимум на июнь (6,2 кл/дм<sup>3</sup>) в пруду №4 ДБС.

Наличие органических веществ в прудах Донецкого ботанического сада и р. Кальмиус за 2018 г. оценивали по величинам перманганатной окисляемости (рис. 3).

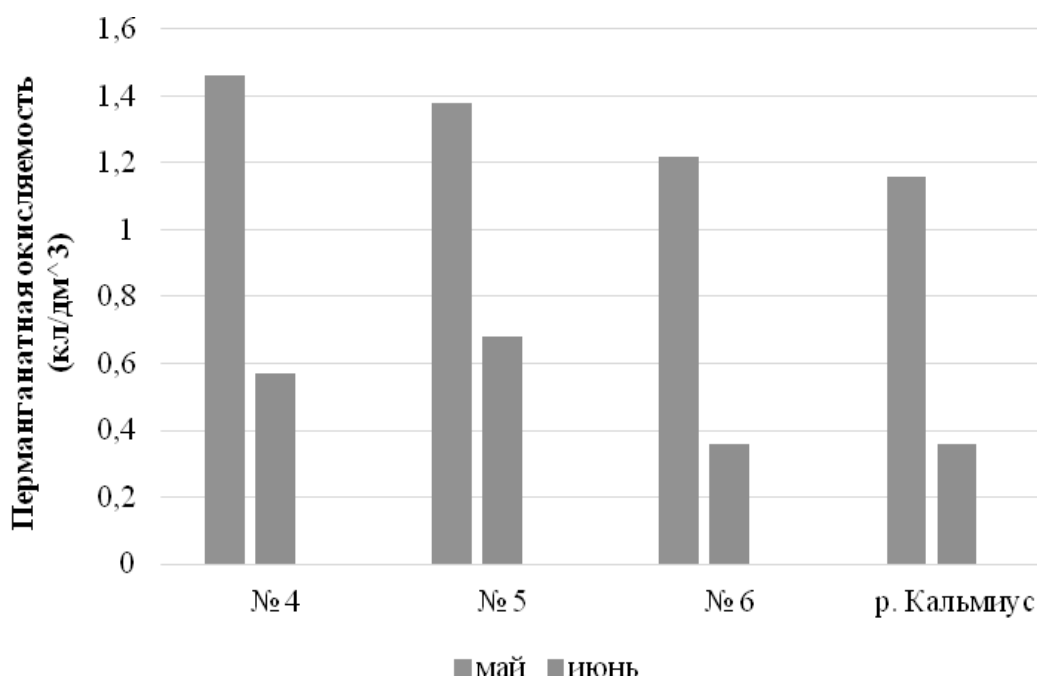


Рис. 3. Величина перманганатной окисляемости прудов ДБС №4, №5 и №6 и р. Кальмиус

Как видно из рис. 3 перманганатная окисляемость понижается с мая по июнь 2018 г. так как, в воде содержится малая концентрация легкоокисляемых органических веществ.

В **заключении** стоит отметить, что суммарная численность и биомасса фитопланктона имели однопиковый характер. Максимальные значения численности были отмечены в июне (16 605 кл/дм<sup>3</sup>), а биомассы в мае (37,7 кл/дм<sup>3</sup>) в пруду ДБС №6. Минимальные значения суммарной численности фитопланктона приходились на май в пруду ДБС №5 (2 079 кл/дм<sup>3</sup>). А минимальное значение биомассы приходилось на июнь (6,2 кл/дм<sup>3</sup>) в пруду №4 ДБС. Результаты гидрохимического анализа показали, что в зависимости от степени загрязнения, вода содержала большее или меньшее количество веществ, окисляющихся сильными окислителями.

### Список литературы

1. Волошко Л.Н. Токсины цианобактерий (Cyanobacteria, Cyanophyta) / Л.Н. Волошко, А.В. Плющ, Н.Н. Титова // Альгология. – 2008. – Т. 18, № 1. – С. 3-20
2. Наумчук А.Э. Роль прудов-отстойников в формировании альгофлоры г. Грузская (альгофлора и экологическое состояние) / – А.Э.Наумчук, Э.И.Мирненко, Н.С.Мирненко. – Saarbrücken: LAPLAMBERT Academic Publishing, 2017. – 138 p.



## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СПЕКТРЫ ОСНОВНЫХ ТАКСОНОВ МОХООБРАЗНЫХ В Г. МАКЕЕВКА

*Морозова Е.И.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР  
*chocolate7739@gmail.com*

За счет различных стратегий, жизненных форм и умения приспосабливаться в разнообразных экотопах, бриофлора представляет значительную часть городского фитокомпонента. Экологический анализ мохообразных по отношению к субстрату, влажности и освещению помогает выявить степень их соответствия к местным условиям как предполагаемых индикаторов для бриомониоринга в данный момент и в перспективе. Оценку можно проводить в определенный момент времени, либо в течение года, чтобы зафиксировать изменения сезонного характера.

Квантификация бриофитов позволяет спрогнозировать в дальнейшем развитие их группировок в свете постоянно изменяющихся условий во времени из-за влияния различных антропогенных факторов. Результаты таких исследований приводят к меньшему риску образования проблем с загрязнением разного характера проявления и состава.

Одним из ведущих направлений научных исследований на техногенно-трансформированных территориях Донбасса, в частности города Макеевки, является оценка и мониторинг бриоразнообразия [1-4].

Актуальность (социальная значимость) определяется тем, что изучение бриофлоры г. Макеевки, её состав, экологические и географические особенности почти отсутствовали, а такой пробел в информации влияет на реализацию решений по сохранению биологического разнообразия трансформированных экотопов, интенсификации экологических исследований и мониторинговых программ, различных мероприятий по устранению и предотвращению причин загрязнения. Также на данный момент довольно мало что известно о влиянии урбанизации на мхи, поэтому актуальность таких исследований остается на довольно высоком уровне [5].

**Целью** настоящего исследования было провести экологический анализ основных таксонов мохообразных в г. Макеевка.

Для исследования используются следующие **методы**: анализ, полевые сборы, сравнительно-морфологический метод с использованием определителей [6–7], микроскопия.

На основании экологического анализа установлено, что по приуроченности к различным субстратам мохообразные г. Макеевки представлены всеми видами эколого-субстратных групп (эпифиты, эпигеиды, эпилиты, эпиксилы), наиболее выделяются два вида: *Нуртит*

*cupressiforme* Hedw. и *Bryum capillare* Hedw., которые занимают все виды субстратов представленные городскими ландшафтами. Большинство являются мезофитами (32%) и гигромезофитами (22%), а также сциофитами и сциогелиофитами (57% от общего спектра), что указывает на предпочтение к усредненному количеству влаги и света, и возможности переносить перепады погодных условий во все сезоны на протяжении года, без серьезных последствий для жизни, что указывает на широкую экологическую амплитуду и пластичность у исследуемых видов.

В заключении можно отметить, что на сегодняшний день, опубликовано довольно небольшое количество работ по изучению мохообразных в техногенно трансформированной среде города Макеевки. Проведение таких работ позволит существенно повысить точность прогнозов изменений в окружающей среде, вызванных деятельностью человека.

### Список литературы

1. Глухов А.З. Бриоиндикация техногенного загрязнения окружающей среды / А.З.Глухов, А.В.Машталер. – Донецк: Вебер, 2007. – 153 с.
2. Сафонов А.И. Видовое разнообразие мохообразных Донецко-Макеевской промышленной агломерации / А.И.Сафонов, Е.И.Морозова // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2017. – № 3–4. – С. 24-32.
3. Морозова Е.И. Видовой состав, особенности произрастания и морфометрическая характеристика мхов-индикаторов г. Макеевки / Е.И.Морозова, А.И.Сафонов // Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса: матер. Междунар. науч. конф. студ. и молодых ученых (Донецк, 17-20 октября 2017 г.). Т. 2. Хим.-биол. науки. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2017. – С. 100-102.
4. Морозова Е.И. Мониторинг в условиях промышленных экотопов с помощью мохообразных / Е.И.Морозова, А.И.Сафонов // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности : матер. I Междунар. науч. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). Т. 1. Физ.-мат., техн. науки и экол. – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 317-318.
5. Машталер А.В. Мохообразные в условиях промышленного Донбасса // Матер. Всерос. науч.-практ. конф. «Экология промышленного региона и экологическое образование» (Нижний Тагил, 30 ноября – 1 декабря 2004 г.). – Нижний Тагил: НТГСПА, 2004. – С.73-74.
6. Сафонов А.И. Мохообразные Донецкой агломерации: иллюстрированный атлас и бриоиндикация / А.И.Сафонов, Е.И.Морозова. – Донецк: ДонНУ, 2018. – 128 с.
7. Игнатов М.С. Флора мхов средней части европейской России / М.С.Игнатов, Е.А.Игнатова. – М.: КМК, 2003. – Т. 1. – 608 с; М.: КМК, 2004. – Т. 2. – С. 608-994.

## ПОДБОР ОПТИМАЛЬНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ ДЛЯ ОПИСАНИЯ И АНАЛИЗА ДИНАМИКИ РОСТА РАСТЕНИЯ

*Мудрецова К.В.,*

*Стрельников И.И.* канд. биол. наук

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

ГУ «Донецкий ботанический сад», ДНР

*donnu.bio@mail.ru*

**Введение.** Обеспечение продовольственной безопасности и взаимопревращения, помимо прочего, подразумевают развитие и интенсификацию сельского хозяйства в защищенном грунте. Одно из направлений повышения эффективности тепличных хозяйств заключается в разработке подходов динамического, ситуационного управления процессами выращивания растений на основе данных мониторинга. При этом особую важность приобретает возможность аналитического описания процессов роста растения для обеспечения прогнозирования.

**Актуальность.** Наибольшую популярность для аналитического описания процессов роста приобрели механистические функции, в частности сигмоидальные кривые [1]. Все же, развитие разных видов растений протекает по слегка отличающимся закономерностям, поэтому единой функции, которая бы была оптимальной для описания роста любого растения не существуют. Для каждой культуры такая функция должна подбираться отдельно. Проведя литературный анализ, мы не обнаружили исследований, указывающих на оптимальную функцию для описания роста шпината.

**Цели.** Сравнить эффективность описания роста растений шпината четырьмя функциями: логистическая функция, логистическая функция с 4-мя параметрами, функция Гомпертца [2] и бета функция Юина [4].

**Результаты.** Для выполнения поставленной цели был спланирован вегетативный опыт с растениями шпината в условиях оранжерейного комплекса Донецкого ботанического сада. Размер выборки составил 100 растения. Начиная с третьей недели после появления всходов и с шагом в одну неделю отбирали по 20 растений. Эти растения изымали из грунта, высушивали и взвешивали. Таким образом получили массы растений в 5 разновозрастных выборках.

Первичный анализ данных показал, что динамика роста растений имеет типичную синусоидальную форму. Вариация массы растений возрастает пропорционально возрасту, а следовательно является размер зависимой характеристикой, что учитывалось в дальнейшем анализе.

Для оценки эффективности разных функций для описания динамики прироста биомассы применили методы нелинейной регрессии [3]. Анализ

проводили в среде языка программирования R 3.5. с использованием библиотеки нелинейных моделей nlme.

О качестве подгонки модели судили по информационным критериям Байеса (BIC) и Акаике (AIC), по логарифмической функции правдоподобия (LogLik), среднеквадратичному отклонению (RMSE) и доле объясненной дисперсии ( $R^2$ ). Результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристики точности моделей

Функция	BIC	AIC	LogLik	RMSE	$R^2$
Логистическая	-413.758	-427.526	218.763	0.698	0.809
Логистическая 4 парам.	-417.052	-433.574	222.787	0.696	0.829
Гомпертца	-416.617	-430.385	220.192	0.712	0.826
Бета функция	-419.446	-433.213	221.607	0.694	0.835

Сравнение нелинейных регрессионных моделей основанных на разных функциях установили, что все модели достаточно хорошо описывают экспериментальные данные. Все же мы рекомендуем к использованию бета функцию Юина, так как модель на ее основе проявила наименьшее среднеквадратичное отклонение и максимальную долю объясненной дисперсии. Кроме того, эта модель имела наименьший показатель информационного критерия Байеса.

**Выводы.** Среди проанализированных функций при описании эмпирических показателей массы растений в разное время, наиболее точной оказалась бета функция Юина. Нелинейная регрессионная модель, построенная на основе этой функции обеспечила долю объясненной дисперсии более 83 %, что с учетом высокой variability показателей массы растений, можно считать хорошим результатом.

#### Список литературы

1. Fekedulegn D., Mac Siurtain M., Colbert J. Parameter estimation of nonlinear growth models in forestry // *Silva Fenn.* 1999. Vol. 33, № 4. P. 327–336.
2. France, J., Dijkstra, J., & Dhanoa, M. S. (1996). Growth functions and their application in animal science. *Annales de Zootechnie*, 45, 165–174.
3. Paine C.E.T. et al. How to fit nonlinear plant growth models and calculate growth rates: an update for ecologists // *Methods Ecol. Evol.* 2012. Vol. 3, № 2. P. 245–256.
4. Yin X. A Flexible Sigmoid Function of Determinate Growth // *Ann. Bot.* 2003. Vol. 91, № 3. P. 361–371.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИНТРОДУКЦИИ *EREMURUS ROBUSTUS* (REGEL) REGEL В ЛУГАНСКЕ

*Наумов С.Ю.*, канд. с-х. наук, доцент,

*Сигидиненко Л.И.*, канд. биол. наук, доцент

ГОУ ЛНР «Луганский национальный аграрный университет», г. Луганск, ЛНР

*sergey.naumov@mail.ru*

Эремурус мощный – сокращающийся эндемик Тянь-Шаня и Памиро-Алтая с разорванным ареалом [7, 9]. В связи с усилением антропогенных изменений природной флоры становится все более очевидным, что для сохранения эндемиков должны быть использованы все возможные пути и средства. Кроме того, повышенный спрос населения на декоративные растения (каковым является и эремурус мощный) требует не только увеличения количества посадочного материала, но и значительного расширения ассортимента экзотических и малораспространенных растений в регионе. Ранее эремурус мощный культивировался в 5-ти ботанических садах СССР, большая коллекция эремурусов в 80-х годах прошлого столетия была и в Донецком ботаническом саду [5]. Однако, в настоящее время в ДБС выращивается только один вид – *Eremurus spectabilis*, популяции которого обнаружены на Луганщине [4]. Поэтому важным является возобновление коллекции эремурусов в Донецком регионе с последующим использованием их в озеленении городов Донбасса.

Целью наших исследований было определение особенностей развития растений в условиях г. Луганска и получение жизнеспособных семян.

*Eremurus robustus* (Regel) Regel (1873) в настоящее время в системе AGP III относят к семейству Xanthorrhoeaceae Dumort (1829) порядка Asparagales Bromhead (1838) [1], тогда как во Флоре его относили к семейству Liliaceae Hall. А.П. Хохряков считал его представителем рода *Henningia* Kar. et Kir. (1842). Традиционно же его современные авторы относят к семейству Asphodelaceae Burnett, 1835 порядка Amaryllidales J.St.-Hil. [6, 10, 11].

Посадочный материал *E. robustus* был любезно предоставлен сотрудниками Никитского ботанического сада [3]. Укороченные корневища с радиально расходящимися веретеновидными утолщенными корнями высадили в грунт на открытых местах осенью 2012 г. В последующие два года растения *E. robustus* к цветению не приступали, а образовывали только розетку листьев. За все годы наблюдений у изучаемых экземпляров ростовые процессы проходили синхронно.

В середине последней декады марта 2015 г. было отмечено начало вегетации с появления зимующей почки возобновления на поверхности

почвы. Следует отметить, что за все годы наблюдений листья отличались интенсивным ростом и обычно к концу апреля прикорневая розетка полностью сформирована и состоит из толстых и сочных листьев, достигших практически своей максимальной длины. Развитые листья широко-линейные, с килем. Наружные листья у основания достигают ширины до 6–8 см и в длину – до 50–60 см. Мягкие на ощупь, гладкие.

Как правило, в начале второй декады апреля между листьями появляется зачаток соцветия, к первому мая уже возвышался над листьями прикорневой розетки. Цветонос у изучаемых особей не ветвистый, голый, цилиндрический в средней части от 2 до 4 см в диаметре, зеленого цвета. Развивается довольно быстро, его акропетальный рост продолжается и во время цветения, в итоге достигая в различные годы высоты 2,60 м у некоторых особей.

В начальных этапах развития соцветия оно кажется пушистым из-за развитых прицветников, которые представляют собой шиловидные листочки длиной до 2 см. Прицветники перепончатые, с одной жилкой, у основания расширенные, густо покрыты трихомами. По мере роста соцветия бутоны опережают в размерах прицветники и они становятся малозаметными.

Соцветие – султановидная кисть, развивается акропетально. Стадия бутонизации наступает в конце первой декады мая. Распускание первого цветка отмечено к середине второй декады мая. Бутоны отличаются более интенсивным розовым цветом, в то время как цветки белые с едва заметной розовой примесью. Околоцветник шестираздельный, состоит из двух кругов. Тычинок 6, столбик и рыльце пестика нитевидные. Цветоножка длинная, превышает в длину размеры цветка и во время цветения располагает цветок практически под углом 90° по отношению к оси соцветия. В целом период цветения протекает достаточно быстро и продолжается не более двух недель. Полностью развитое соцветие у самой мощной особи достигало в длину более 150 см. В среднем плотность соцветия составляла 4-6 цветков/см.

В течение цветения в нижней части соцветия в акропетальном порядке закладывались плоды, представляющие собой шаровидную плотную коробочку с тремя желобками, вначале зеленого цвета, а по мере созревания приобретающая светло-коричневый цвет. Появление первых плодов было отмечено в конце мая. Развитые плоды достигли 2-х см в диаметре. По окончании цветения был подсчитано количество завязавшихся плодов. В среднем у изучаемых растений *E. robustus* процент завязывания достигал 20 %.

К середине третьей декады июня начался процесс отмирания вегетативных органов растений, которые к началу июля полностью высохли. В это же время коробочки начали растрескиваться и рассеивать сформированные семена. В среднем в каждой коробочке насчитывалось 7 семян. Семена трехгранные, с небольшим пленчатым крылом.

С каждым годом происходило все более мощное развитие изучаемых особей. Так, в 2016 г. у изучаемых растений произошло заложение новых почек возобновления и отмечалось наличие двух цветоносов, в 2017 – четырех, в 2018 г. – восемь. К осени у основания каждого из цветоносов сформировалась собственная корневая система и произошло полное разделение особей. Изображения изучаемых растений представлены на сайте «Плантариум – определитель растений on line» [11].

Подводя итог, следует отметить, что в природно-климатических условиях Луганска *E. robustus* является типичным эфемероидом, быстро и успешно проходит все фазы жизненного цикла и способен к размножению как семенным, так и вегетативным способами. В тоже время *E. robustus* является красивоцветущим растением, отличается высокими декоративными качествами, что позволяет его рекомендовать для озеленения городов Донбасса. Исследования биологических особенностей и возможностей семенного размножения будут продолжены.

### Список литературы

1. Ена А.В. Природная флора Крымского полуострова: монография / А.В.Ена. – Симферополь: Н. Орианда, 2012. – 232 с.
2. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. – М.: Гл. ботан. сад АН СССР, 1975. – 27 с.
3. Наумов С.Ю. Интродукция *Eremurus robustus* (Regel) Regel в Луганске / С.Ю.Наумов, Л.И.Сигидиненко // Научные записки заповедника Мыс Мартьян. – 2016. – Вып. 7. – С. 103–107.
4. Арапов О.А. Природно-заповідний фонд Луганської області / О.А.Арапов, Т.В.Сова, О.А. Савенко, В.В.Ференц та ін. Довідник. – 3-є вид., доп. і перероб. – Луганськ: Тов. «Віртуальна реальність», 2013. – 224 с.
5. Редкие и исчезающие виды природной флоры СССР, культивируемые в ботанических садах и других интродукционных центрах страны. – М.: Изд-во «Наука», 1983. – 304 с.
6. Скворцов А.К. Флора Нижнего Поволжья / А.К.Скворцов. – М.: Т-во научных изданий КМК, 2006. – Т. 1. – 435 с.
7. Флора СССР. В 30 т. / Гл. ред. и ред. тома В.Л. Комаров. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, – 1935. – Т. 4. – С. 37-52.
8. Хохряков А.П. Эремурусы и их культура / А.П.Хохряков. – М.: Изд-во «Наука», 1965. – 128 с.
9. *Eremurus robustus* Regel – <http://redbooksam/rasteniya/33-eremurus-robustus-regel.html>. – Searched on 22 July 2015.
10. Mosyakin S.L.; Fedoronchuk M.M. Vascular plants of Ukraine. A Nomenclatural checklist. – Kiev: M.G. Kholodny Institute of Botany, 1999. – 346 p.
11. Plantarium (определитель растений on-line) – <http://www.plantarium.ru/page/view/item/14934.html>. – Searched on 22 July 2018.

## **СОСТОЯНИЕ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ СОРНО-РУДЕРАЛЬНЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ СО СПЕЦИФИЧЕСКИМ ЭСТЕТИЗМОМ**

*Пчеленко О.В.*

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

*pcelkaks@mail.ru*

К наиболее весомым показателям качеств растений относятся их устойчивость к условиям среды и декоративность, что положено в основу их эстетической ценности и значимости при оценке благоприятной среды для произрастания. Высокодекоративные виды и в особенности их сорта, как правило, нуждаются в постоянном уходе и редко на протяжении длительного времени выдерживают неблагоприятные условия среды. Альтернативой им может рассматриваться группа сорно-рудеральных видов, которым характерен быстрый рост, расселение, устойчивость и приспособляемость к стрессовым условиям среды. Как следствие, у них достаточно ярко выражены и часто встречаются анатомо-морфологические и физиологические приспособления. Также сорно-рудеральные растения способны уменьшать техногенное давление и способствовать оптимизации при эстетическом загрязнении окружающей среды в условиях развитой промышленности и селитебности, что рассматривается нами как актуальное научно-исследовательское направление для современного Донбасса [1, 2].

Цель – собрать гербарный и фотоматериал определенно эстетических видов природной флоры урбанизированных территорий центрального Донбасса; зафиксировать структурно-функциональные приспособления и изменения корневой системы растений в различных по специфике субстратах.

Для исследования использовали методы: визуальной оценки, обобщения, сравнения, фенологических наблюдений, флористических описаний и маршрутный. Материалами для исследований послужили гербарные, витальные образцы растений и фотографии.

Объектом исследования выбрана сорно-рудеральная фракция флоры антропогенно измененных экотопов города Донецка. На основе классификации экотопов, выделенных учёными Донецкого ботанического сада [3], была построена схема маршрутных исследований.

Была получена выборка растений для первичного анализа и подготовлен фотоматериал о состоянии исследуемых экотопов.

Сравнивая строение корневой системы растений, произрастающих в разных экотопах, нами было установлено, что в селитебных местах произрастания корни некоторым образом видоизменяются. Например, у



*Erigeron annuus* L. в нормальных условиях корневая система стржевого типа, короткая, с боковыми придатками, сама поверхность корня волниста. Но этот же вид, экземпляры которого произрастают между бетонными плитами в жилой застройке, адаптировался к петрофитному субстрату. Произошло разделение главного корня у самого основания, также наблюдается большее количество боковых и придаточных корней (рис. 1). С помощью этого приспособления растения могут укрепиться даже в очень малом количестве грунта.

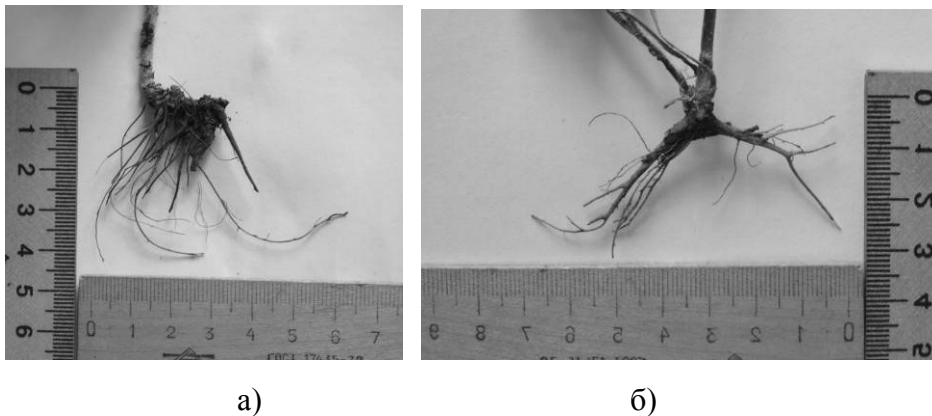


Рис. 1. *Erigeron annuus*. А, Б – видоизменение корневой системы

У *Senecio vulgaris* L. корневая система разветвлённая, стержневая, состоит из хорошо развитого главного корня, от которого ответвляются боковые корешки. Главный корень может проникать на значительную глубину. Если растение произрастает в благоприятных условиях видоизменение корневой системы не наблюдается. А экземпляры в селитебных экотопах, произрастающие в плотной жилой застройке, получили ряд приспособлений и вариаций изменения корневой системы. У некоторых особей главный корень укорочен и разделен на множество боковых, корневая система имеет подобие мочковатой. Такое приспособление развилось вследствие того, что растение произрастало в песчанном грунте. У других корень утолщается и укорачивается. Для дополнительного прикрепления к субстрату и добычи влаги, от толстого укороченного главного корня, отходит множество боковых и мелких придаточных корней. У некоторых экземпляров сильно утолщена корневая шейка, а сам корень уплотненный, меньшего размера. В корневой шейке накапливаются питательные вещества, а функцию прикрепления в субстрате выполняет уплощённая часть корня.

На рис. 2 показаны изменения корневой системы вследствие приспособления растения к условиям среды.

Таким образом, рассмотрены структурно-функциональные приспособления и изменения корневой системы растений различных экотопов. Установлено, что эти изменения связаны с их адаптацией к спецификации субстрата. Также был собран гербарный и фотоматериал

видов со специфическим эстетизмом в антропогенно нарушенных местах. Установлена потенциальная целесообразность использования сорно-рудеральных видов природной флоры в озеленении города.

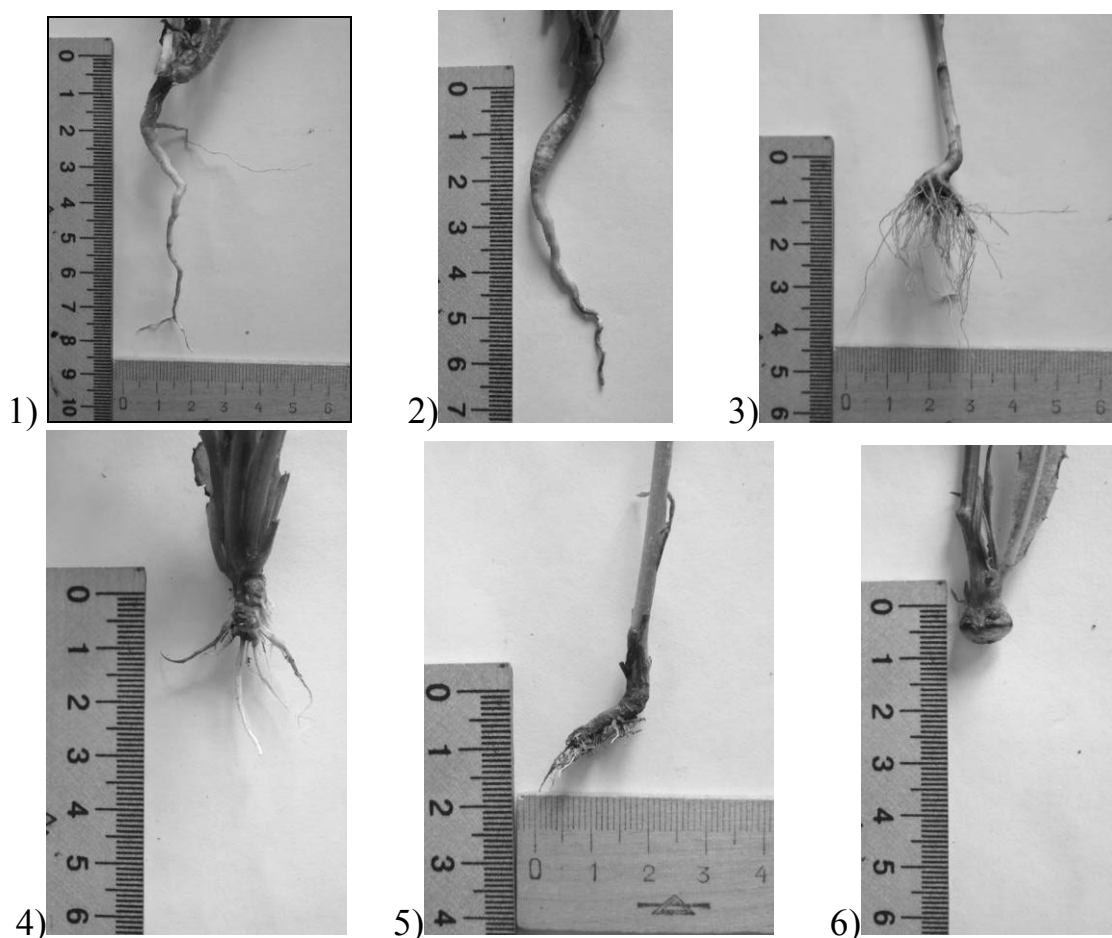


Рис. 2. Варианты корневой системы *Senecio vulgaris* L.

### Список литературы

1. Пчеленко О.В. Эстетическая ценность некоторых видов природной флоры в антропогенно нарушенной среде / О.В.Пчеленко // Вестник СНО ДонНУ, Донецк: ДонНУ. – 2018. – С. 193-199.
2. Пчеленко О.В. Первичная оценка эстетической ценности видов природной флоры в антропогенно нарушенной среде / О.В.Пчеленко, А.И.Сафонов // Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса: Материалы Международной научной конференции студентов и молодых ученых (Донецк, 17-20 октября 2017 г.). – Том 2: Химико-биологические науки. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2017. – С. 109-110.
3. Глухов А.З. Тератогенез растений на юго-востоке Украины / А.З.Глухов, А.И.Хархота, А.С. Назаренко. – Донецкий ботанический сад. – Донецк: Норд-пресс, 2005. – 179 с.

## **ФИТОКВАНТИФИКАЦИЯ КАК ИНФОРМАЦИОННЫЙ РЕСУРС ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ДОНБАССА**

**Сафонов А.И.**, канд. биол. наук, доцент  
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР  
*andrey\_safonov@mail.ru*

Идейно и по содержательному смыслу полноценный экологический мониторинг промышленного региона может быть организован только с учетом полученных данных о состоянии фитокомпонентов на исследуемой территории. Проведение диагностических мероприятий для природных и техногенно трансформированных экотопов является приоритетным направлением научной работы кафедры ботаники и экологии ДонНУ [1–4].

Фитомониторинг, фитоквантификация и, как частный случай последней, – фитоквалиметрия, формируют базу индикационной ботаники региона, которая является информационным ресурсом для проведения экологической экспертизы, построения прогнозных сценариев и обеспечения системы экологического менеджмента.

Исследования последних 22 лет в центральном Донбассе позволяют рекомендовать совокупность следующих аппаратных систем для осуществления фитоквантификации: экологические индексы, шкалы, ординационные структуры, доступные варианты корреляционного анализа, квалиметрия качественных характеристик, ранжирование диапазона атипичных признаков, зонирование и картографирование данных, система сопряженных фитоиндикационных параметров. Разработанные технологии уникальны и конкурентоспособны среди мировых аналогов.

Работа реализована в рамках инициативной и госбюджетной тем: "Функциональная ботаника: экологический мониторинг, ресурсные технологии, фитодизайн" № 0117 D 000192 и "Диагностика природных и трансформированных экотопов по состоянию фитокомпонентов" № 0118 D 000017.

### **Список литературы**

1. Сафонов А.И. Функциональная ботаника в Донбассе: экологический мониторинг, информационные ресурсные технологии, фитодизайн / А.И. Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2017. – № 1–2. – С. 8-14.
2. Сафонов А.И. Фитозембриональный скрининг в экологическом мониторинге Донбасса / А.И. Сафонов // Зеленый журнал – бюллетень ботанического сада Тверского государственного университета. – 2017. – Вып. 3. – С. 6-14.
3. Репродуктивные стратегии растений / ред. А.И. Сафонов. – Донецк: ДонНУ, 2018. – 447 с.
4. Сафонов А.И. Структурная разнокачественность эмбриональных структур фитоиндикаторов в Донбассе / А.И. Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2016. – № 3–4. – С. 23-29.

## НАКОПЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ГАМЕТОФИТАМИ МОХООБРАЗНЫХ В ЭКОТОПАХ ПРОМЫШЛЕННОГО ДОНБАССА

*Сергеева А.С.,*

*Алемасова А.С.*, д-р хим. наук, профессор,

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

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

*anastasia-sergeeva1995@mail.ru*

Фитомониторинг является одним из современных актуальных направлений экологического мониторинга антропогенных трансформированных геосистем, в частности территории Донбасса [1, 2]. Результаты эколого-аналитической экспертизы являются основой для принятия решений в системе контроля и возможной коррекции деятельности человека в природно-территориальных комплексах регионального значения.

Одним из существенных объектов фитомониторинга для Донецкого региона являются тяжелые металлы, которые отнесены к группе загрязнителей, концентрация которых отслеживается международными экологическими службами в рамках глобального мониторинга в почве, воде, донных отложениях и воздухе как трансграничных загрязнителей [3]. Эффективными биоиндикаторами загрязнения почв соединениями тяжелых металлов являются мохообразные, что объясняется их способностью к специфическому накоплению: в зависимости от таксономической принадлежности биообразца, эктопической приуроченности и динамики факториальных режимов в конкретной пробной площадке [4, 5].

Однако при использовании мхов-биомониторов необходимо установить фоновый уровень содержания тяжелых металлов в различных видах мохообразных в условиях степной зоны Северного Приазовья. Систематических исследований по этому вопросу ранее не проводилось.

Целью работы являлось исследование содержания некоторых тяжелых металлов в гаметофитах видов-индикаторов из числа мохообразных в условиях степной зоны Северного Приазовья.

Были заложены 22 основные и 40 дополнительных пробных площадей на территории Донецко-Макеевской промышленной агломерации, а также в городах Енакиеве, Горловке, Зугресе, Харцызске, Дебальцево и буферных зонах заповедных объектов ДНР.

Биообразцы (виды *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid, *Bryum argenteum* Hedw., *Bryum caespiticium* Hedw., *Barbula unguiculata* Hedw., *Brachythecium campestre* (Müll. Hal.) Bruch et al. и *Amblystegium serpens* (Hedw.) Schimp., идентифицированные по [6–8]) очищались, и

подвергались сушке при комнатной температуре для дальнейшего определения в них содержания тяжелых металлов.

Анализ высушенных образцов проводили следующим образом: минерализацию проб осуществляли методом сухого озоления по [9], затем методом кислотной экстракции извлекали соединения тяжелых металлов из золы образцов гаметофитов мохообразных, проводили определения концентраций тяжелых металлов в растворах золы пламенным и электротермическим атомно-абсорбционным методом.

Установлены диапазоны содержания исследуемых элементов в мхах (мг/кг): Ni – 0,5-26; Zn – 32-250; Cu – 6,8-165; Cd – 0,2-1,7; Mn – 61-482; Fe – 1579-20223; Pb – 17-584.

По степени аккумуляции накопления соединений тяжелых металлов в отобранных образцах гаметофитов мохообразных, исследованные элементы можно расположить следующим образом: железо > марганец > цинк > свинец > медь > никель > кадмий.

Диапазоны варьирования концентраций исследованных элементов были получены в результате рекогносцировочных работ для выяснения степени корреляции этих данных и состояния экотопа в градиенте факторов загрязнения. Полученные результаты свидетельствуют о возможности дальнейшей реализации дифференциального подхода в диагностике состояния биотопа при наличии сопряженных данных об уровнях загрязнения и режимах состояния природных сред в конкретной геолокации.

### Список литературы

1. Сафонов А.И. Функциональная ботаника в Донбассе: экологический мониторинг, информационные ресурсные технологии, фитодизайн / А.И.Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2017. – № 1–2. – С. 8-14.
2. Сафонов А.И. Формирование фитомониторинговых программ в Донбассе на основе научных школ России / А.И.Сафонов, А.З.Глухов // Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса, Международная научная конференция (Донецк, 17-20 октября 2017 г.) в 7 т. Химико-биологические науки. – Донецк, 2017. – Т. 2. – С. 17-19.
3. Фронтасьева М.В. Нейронный активационный анализ в науках о жизни. Обзор / М.В.Фронтасьева // Физика элементарных частиц и атомного ядра. – 2011. – Т. 42, № 2. – С. 636-716.
4. Глухов А.З. Биоиндикация техногенного загрязнения окружающей среды / А.З.Глухов, А.В.Машталер. – Донецк: Вебер, 2007. – 153 с.
5. Алексеенок Ю.В. Метод мхов-биомониторов, НАА и ААС в исследовании воздушных загрязнений Беларуси / Ю.В.Алексеенок, М.В.Фронтасьева, Т.М. Островная, О.И. Окина // Проблемы региональной экологии. – 2015. – № 4. – С. 126-134.

## ТЕНДЕНЦИИ ДИНАМИКИ РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА ПРИ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЯХ В ЛУГАНЩИНЕ

*Соколов И.Д.*, д-р биол. наук, профессор,  
*Медведь О.М.*, канд. биол. наук, доцент,  
*Соколова Е.И.*, канд. биол. наук, доцент

ГОУ ЛНР «Луганский национальный аграрный университет», г. Луганск,  
*biologiyaa@mail.ru*

Климат Луганщины умеренно континентальный с довольно жарким, засушливым летом и сравнительно холодной зимой. Для г. Луганска абсолютный максимум температуры атмосферного воздуха составляет +42 °С, абсолютный минимум –42 °С. Среднее количество осадков за все годы наблюдений составляет 430 мм, минимальная годовая сумма осадков 233 мм (как в полупустыне), максимальная 798 мм (почти как в гумидной зоне) [1, 2]. Луганщина расположена в зоне недостаточного увлажнения, зоне черноземных степей.

За 180 лет наблюдений среднегодовая температура увеличилась на ~ 1,75 °С. Значительно теплее стала зима, особенно январь месяц (на ~ 4,7 °С), потепление затронуло, но в меньшей степени, также весну. Температура июля-октября осталась примерно той же. Разность летних и зимних температур уменьшилась, т.е. климат стал мягче (показатель континентальности  $K = 40$ , а был 50). Эти изменения климата для жизни и деятельности людей благоприятны.

Произошел и ряд других положительных климатических изменений. По данным МС Луганск годовая сумма осадков на изучавшемся временном интервале (1838–2017 гг.) увеличилась на ~ 130 мм, т.е. приблизительно на треть. При этом рост количества осадков обнаружен во все времена года, практически во все месяцы (исключение составляет август, в котором осадки остались на прежнем уровне). Исследование динамики гидротермического коэффициента, баланса влаги и индекса аридности позволяет утверждать, что влагообеспеченность Луганщины немного увеличилась. Климат стал более влажным (менее аридным) с повышенным (на 130 мм) количеством осадков в год, менее ветреным, чем был раньше, максимальная годовая скорость ветра уменьшилась на 1,5 м/сек.

Увеличение количества осадков, приводящее к повышению влагообеспеченности, в зоне недостаточного увлажнения, к которой относится Луганщина, – несомненное благо, поскольку это увеличение сопровождается ростом продуктивности биосистем и урожайности сельскохозяйственных культур.

Более теплый, более мягкий и более влажный климат Луганщины нашего времени в сравнении с тем, каким он был 180 лет назад, создает благоприятные условия для повышения видового разнообразия растений за счет их распространения из более теплых и более влажных территорий. В последние десятилетия лес наступает на степь, а не степь на лес. Опустынивание Донбасса, к которому относится и Луганщина, не происходит.

Климатические изменения привели:

1. К увеличению видового разнообразия растений на ~ 200 видов.
2. К наступлению леса на степь (рис. 1).
3. К увеличению биопродуктивности и урожайности.



Рис. 1. Самосев сосны обыкновенной на песках: а – участок, появившейся путем самосева сосны с очень густым расположением молодых деревьев; б – зарастание самосевом сосны бугра между сосновым лесом и автотрассой

Ожидается, что при сохранении статус-кво климат и в дальнейшем будет меняться в положительном направлении, что является основанием для регионального «климатического оптимизма».

#### Список литературы

1. Изменения климата Луганщины и их прогнозирование. Основания для оптимизма / Соколов И.Д., Орешкин М.В., Медведь О.М., Соколова Е.И., Долгих Е.Д., Сигидиненко Л.И. – Луганск: ФЛП Пальчак А.В., 2017. – 200 с.
2. Соколов И.Д., Долгих Е.Д., Соколова Е.И. Изменение климата востока Украины и его прогнозирование. Оптимистическое руководство. – Луганск: ИПЦ «Элтон – 2», 2010. – 133 с.

## СКООРДИНИРОВАННОСТЬ РЕПРОДУКЦИИ У *CORYLUS* *AVELLANA* L.

**Харченко В.Е.**, канд. биол. наук, доцент, **Черская Н.А.**,  
**Старченко С.В.**, канд. биол. наук, доцент, **Кравец А.Л.**,  
**Чипиженко О.И.**, канд. биол. наук, доцент,  
**Скворцов И.В.**, канд. с-х. наук, доцент,  
**Стрельцова Р.Г.**, канд. с-х. наук, доцент, **Логачёва Т.В.**,  
ГОУ ЛНР «Луганский национальный аграрный университет», г. Луганск, ЛНР  
[viktoriakharchenko@rambler.ru](mailto:viktoriakharchenko@rambler.ru)

В мировом производстве орехов, *Corylus avellana* (L.) Н. Kars. занимает 5 место после кешью, миндаля, грецкого ореха и каштанов. Несмотря на то, что фундук получил широкое распространение в культуре, в Европе около 5 000 лет до н.э., на сегодняшний день, состояние его селекции находится в зачаточном состоянии. *Corylus* имеет широкий ареал распространения в северном полушарии, включающий большую часть Евразии и Северной Америки [3]. В пределах вида по многим признакам наблюдается полиморфизм, это предполагает значительные возможности по улучшению существующих форм и сортов [2, 3]. К тому же большинство видов *Corylus* имеют одинаковый кариотип ( $2n=22$ ) [5], это позволяет надеяться на успешность их гибридизации. Однако, современное производство фундука, в основном ориентировано на размножение отводками, а его селекция находится в зачаточном состоянии [2]. Отчасти это связано с недостаточной изученностью биологических особенностей его развития. Наши исследования были сосредоточены на изучении особенностей репродукции *C. avellana*.

Для исследования были использованы образцы *C. avellana* полученные из Луганского лесничества, которые были высажены в 2000 году в декоративных посадках и питомнике лесных культур ГОУ ЛНАУ ЛНР. Материал для исследований отбирали рандомно, с учётом четырёхкратной повторности с участков разного уровня освещённости: хорошо освещённый участок (50 –150 тыс. люкс) и затенённый участок (1–5 тыс. люкс). Для исследований отбирали здоровые растения, одновозрастные и одновременно посаженные, без механических повреждений, морозобоин, повреждений вредителями, болезнями и видимых признаков угнетения. Растения анализировали по высоте и диаметру побегов, числа соцветий на них побеге одного уровня ветвления, числа цветков числа тычинок и пестиков в них. Анализ результатов измерений проводили при помощи программ ANOVA пакета STATISTICA [1].

Результаты исследования показали, что при улучшении освещения побеги развиваются интенсивней.



Проведено уточнение морфологии цветков и соцветий *C. avellana*. Женские цветки *C. avellana* голые, завязь окружена катафиллами. Обычно цветки располагаются одиночно, но могут быть собраны в соцветия по 1–3. Мужские соцветия собраны по 2–4 и располагаются поочередно. Таким образом, мужские соцветия являются составными, и их следует характеризовать как кисть из колосьев (серёжек). В одной серёжке содержится в среднем  $306.59 \pm 101.92$  цветков, число которых сильно варьирует ( $cv=34\%$ ). Цветки голые, формируют 7 тычинок, которые имеют укороченные тычиночные нити и прирастают к прицветникам. Анализ распределения числа тычинок в цветках *C. avellana* свидетельствует о правостороннем смещении (индекс Shapiro–Wilk=0,75>p,  $\chi^2=18.1$ ,  $\chi^2_{st}=\{12.6-16.8-22.5\}$ ). Возможно, это связано с тем, что в цветках, которые располагаются на верхушке соцветия, тычинок обычно меньше. На затенённом участке формировались более крупные мужские соцветия, и их было больше, чем на солнечном участке.

Результаты проведённых исследований показали, что у *C. avellana* морфогенез репродуктивных побегов и органов скоординирован с условиями освещённости. В частности, при увеличении освещении, формируется меньше цветков, чем в тени, но это компенсируется большим числом тычинок.

#### Список литературы

1. Соколов И.Д. Введение в биометрию: учебное пособие / И.Д.Соколов [и др.] – Краснодар: Изд-во Кубанского ГАУ, 2016. – 245 с.
2. Erdogan, V., Mehlenbacher, S.A. Interspecific hybridization in hazelnut (*Corylus*). J Am Soc Hortic Sci 2000. – 125:489–497.
3. Kasapligil, B. A bibliography on *Corylus* (Betulaceae) with annotations. Annu Rep Northern Nut Growers Assoc 1972. – 63:107–162.
4. Mehlenbacher, S.A., Thompson, M.M., Cameron, H.R. Occurrence and inheritance of resistance to eastern filbert blight in ‘Gasaway’ hazelnut. HortScience, 1991. – 26: 410–411.
5. Thompson, M.M., Lagerstedt, H.B., Mehlenbacher, S.A., Hazelnuts In: Janick J, Moore J.N. (eds) Fruit breeding, vol 3, Nuts. Wiley, New York, 1996. – P. 125–184.

## ОСВЕДОМЛЕННОСТЬ СТУДЕНТОВ МЛАДШИХ КУРСОВ БИОЛОГИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА О СУККУЛЕНТНЫХ РАСТЕНИЯХ

*Чумакова И.В.,*

*Демьяненко Т.В.,* канд. биол. наук

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

*chumakova\_95@mail.ua*

Одним из способов выявления уровня знаний студентов о суккулентных растениях является тестирование, которое позволяет оценить не только знания учащихся, но и проверить объем знаний. Таким образом, основная задача тестов – определение уровня подготовки студентов и оценка качества знаний.

С целью проверки имеющегося уровня знаний о суккулентах у студентов младших курсов биологического факультета по направлению подготовки «Биология» и «Экология и природопользование» проводили тестирование. Тестовые задания составляли с учетом соответствующих рекомендаций [1]. Образец тестовых заданий приводим ниже:

1. Какую функцию выполняют устьица у суккулентных растений?

а) испарение воды;

б) газообмен;

в) выделение избыточных веществ;

г) выведение побочных продуктов жизнедеятельности.

Полученные данные обработали статистическими методами [2].

В результате установили, что все студенты имеют представление о том, какие растения называют суккулентами, большая часть студентов (более 80%) знают условия необходимые для хорошего их роста и развития (рисунок 1).

Около 41 % опрошенных ответили, к какой группе относятся суккулентные растения и только 30% студентов ответили, какие виды растений относятся к суккулентам, при этом никто не знает основные механизмы, регулирующие экономию влаги у суккулентов, также не знают, какие приспособления имеют суккулентные растения для защиты от животных. Более 80 % студентов назвали виды растений, относящиеся к листовым суккулентам. Только около 17 % опрошенных знают, какую функцию выполняют устьица у суккулентных растений, также большая часть (75 %) знают, какая ткань занимает наибольшее место в анатомическом строении листа, при этом только около 8% студентов знают, чем покрыт лист суккулентных растений.

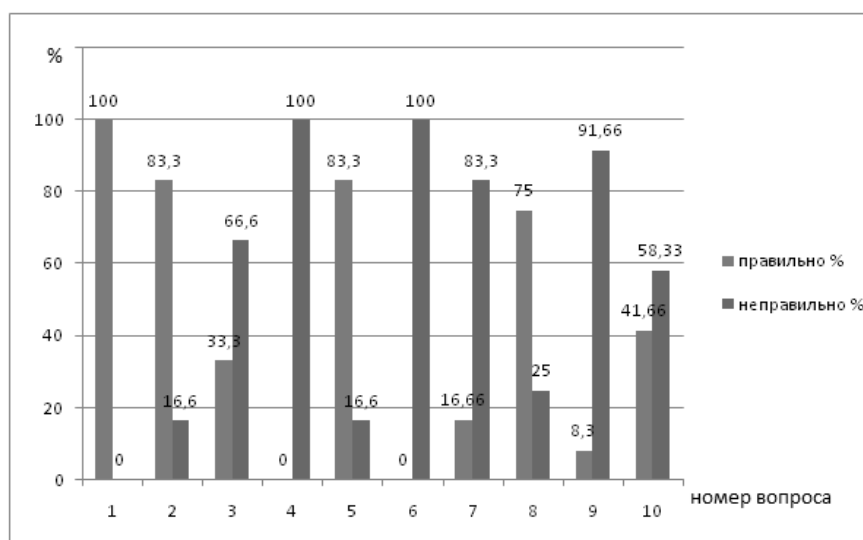


Рис. 1. Результаты оценки уровня знаний о суккулентных растениях у студентов младших курсов обучения

Таким образом, результаты выполнения тестовых заданий позволили объективно оценить уровень знаний студентов о суккулентах. Выявлено, что студенты в основном имеют общее представление о суккулентах, большая часть знают основные условия для их хорошего роста, развития и некоторые особенности строения. Никто из студентов не владеет знаниями об основных механизмах экономии влаги и приспособлениях для защиты от животных.

#### Список литературы

1. Методические рекомендации по составлению заданий в тестовой форме. URL: <http://medbaleu.ru/p95aa1.html> (дата обращения: 20.11.2017)
2. Зайцев Г.Н. Математика в экспериментальной ботанике / Г.Н.Зайцев. – М.: Наука, 1990. – 296 с.

УДК 574.2 : 58.02

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИНДИКАЦИИ ТЕРРИТОРИИ АМВРОСИЕВСКОГО МЕРГЕЛЬНОГО КАРЬЕРА «ОСНОВНОЙ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АСИММЕТРИИ ЛИСТОВЫХ ПЛАСТИНОК ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

*Штирц Ю.А.*, канд. биол. наук, доцент  
 ГУ «Донецкий ботанический сад», г. Донецк, ДНР  
*strelkova@i.ua*

**Введение.** Использование фитоиндикационных методов позволяет получать более объективную информацию о состоянии растений,

произрастающих в зонах повышенной антропогенной нагрузки, а также даёт основание для экологического прогноза на исследуемой территории [4]. Для характеристики достаточно больших территорий в качестве биоиндикаторов состояния окружающей среды информативнее использовать древесные растения: травянистые растения в большей степени по сравнению с древесными видами могут отражать микробиотопические условия [5]. Также древесные биоиндикаторы представляют особый интерес для исследователей ввиду способности к многолетней реакции на стресс, например, вызванной биоаккумуляцией токсинов [1].

**Цель** исследования – индикация территории Амвросиевского мергельного карьера «Основной» с использованием показателей асимметрии листовых пластинок древесных растений. Центр карьера находится в точке с координатами 47°81'40" северной широты, 38°49'81" восточной долготы (координаты приведены в соответствии с картами Google [6]). В качестве объектов для оценки состояния окружающей среды территории мергельного карьера использованы два вида древесных растений: *Betula pendula* Roth и *Populus nigra* L. Материал был собран в 2012 г., сбор листьев осуществлялся с нижней части кроны древесных растений зрелой стадии генеративного периода. Определение возрастного состояния деревьев проводилось по системе О.В. Смирновой и др. [8]. Листья были отсканированы при помощи сканера Epson Perfection V33 с разрешением 300 пикселей на дюйм. Использованы два **методических подхода** к оценке степени асимметрии листовых пластинок.

Первый подход заключался в применении методики оценки качества среды по значению интегрального показателя флуктуирующей асимметрии листовых пластинок *B. pendula*, разработанной В.М. Захаровым и др. [5]. По мнению В.В. Будилова, А.Ю. Исайкина [3], из всего многообразия известных методов биоиндикационных исследований, пожалуй, наиболее полноценным можно считать флуктуирующую асимметрию. Измерения линейных и угловых признаков листовых пластинок для реализации указанной методики проводили в программе ImageJ 1.43u.

Второй подход заключался в оценке симметричности формы листовой пластинки с использованием программы для расчета степени псевдосимметрии относительно зеркального отражения для плоских билатерально симметричных объектов – Biological Pseudosymmetry (BioPs) – биологическая псевдосимметрия. Иной подход для оценки степени симметрии обусловлен особенностями жилкования листа *P. nigra*, ввиду чего в ряде случаев крайне затруднительно точно определить место окончания и, соответственно, длину боковой жилки. Подробное описание расчёта показателя псевдосимметрии (степени инвариантности) формы, вычисляемого программой BioPs, приведено в работе [7]. К сожалению, применение второго подхода не позволяет выделить флуктуирующую

асимметрию из суммарного значения асимметрии листовой пластинки. Вместе с тем, следует указать на проведенные в недавнем прошлом работы в области билатерально-симметричной изменчивости и наследственности, которые показали, что направленная асимметрия и антисимметрия также могут отвечать на стрессовые воздействия со стороны среды [2].

**Результаты исследования.** Значение интегрального показателя флуктуирующей асимметрии листовых пластинок *B. pendula*, собранных на территории Амвросиевского мергельного карьера «Основной», составило  $0,065 \pm 0,0051$ , что соответствует пятому баллу шкалы В.М. Захарова и др. [5] ( $> 0,054$ ). Такие значения асимметрии наблюдаются в крайне неблагоприятных условиях, когда растение находится в сильно угнетённом состоянии [5]. Следует также отметить, что более 60 % всей выборки листьев *B. pendula* территории мергельного карьера имеют значения асимметрии, соответствующее пятому баллу шкалы.

Учитывая то, что используемая нами шкала разработана для территории России, а также возможность внесения метеорологическими условиями года определённых корректив в интерпретацию полученных значений, для сравнения в качестве условного контроля были использованы листовые пластинки данного вида, собранные на территории парка г. Донецка (Центральный парк культуры и отдыха им. А.С. Щербакова) ( $47^{\circ}99'$  северной широты,  $37^{\circ}79'$  восточной долготы). Значение интегрального показателя флуктуирующей асимметрии листовых пластинок *B. pendula* территории парка составило  $0,038 \pm 0,0032$ , что соответствует первому баллу используемой шкалы. Данная величина показателя стабильности развития ( $< 0,040$ ) обычно наблюдается в выборках растений из благоприятных условий произрастания [5].

Среднее значение показателя псевдосимметрии формы листовых пластинок *P. nigra*, собранных на территории мергельного карьера, составило  $0,8950 \pm 0,00397$ . В качестве условного контроля также были использованы листья территории парка г. Донецка: среднее значение данного показателя составило  $0,9268 \pm 0,00417$ . При сравнении исследуемой и контрольной выборок с использованием t-критерия Стьюдента выявлены статистически достоверные различия при  $P < 0,001$ . Таким образом, листовые пластинки *P. nigra* проявляют более выраженную степень асимметрии в условиях карьера «Основной» сравнительно с городским парком.

**В заключении** следует констатировать наличие на территории Амвросиевского мергельного карьера «Основной» неблагоприятных последствий техногенного воздействия.

#### Список литературы

1. Баранов С.Г. Опыт использования программы MorphoJ для тестирования фенотипической и генотипической изменчивости (на примере популяций дуба черешчатого) /

- // Экологическая генетика. – 2016. – Т. XIV, № 4. – С. 3–13.  
<http://dx.doi.org/10.17816/ecogen.1443-13>
2. Баранов С.Г. К вопросу об использовании гармонического анализа в феногенетических исследованиях / С.Г.Баранов, А.В.Малеев // Математическая морфология (эл. мат. и мед.-биол. журн). – 2009. – Т. 8, вып. 3. – С. 1–10.
  3. Будилов В.В. Флуктуирующая асимметрия членистоногих биоценозов правобережья реки Сура / В.В.Будилов, А.Ю.Исайкин // Актуальные проблемы биологии, экологии, методики преподавания и педагогики: тез. докл. Всеросс. науч.-практ. конф. «45-е Евсевьевские чтения». – Саранск, 2009. – С. 10–13.
  4. Глухов А.З. Прогноз использования фитоиндикационных методов в биологической рекультивации техногенных земель / А.З.Глухов, С.В.Третьяков, С.П.Жуков и др. – Донецк: Изд-во Донецкого ботанического сада НАН Украины, 2012. – 56 с.
  5. Захаров В.М. доровье среды: методика оценки. Оценка состояния природных популяций по стабильности развития: методологическое руководство для заповедников / В.М.Захаров, А.С.Баранов, В.И.Борисов и др. – М.: Центр экологической политики России, 2000. – 66 с.
  6. Карты Google. URL: <https://www.mapsdirections.info/ru/GPS-координаты-Google-Картах.html> (дата обращения: 20.09.18).
  7. Комплекс программных продуктов BioPS для автоматической количественной оценки степени псевдосимметрии растительных объектов). URL: <http://ecograde.belozersky.msu.ru/links/index.html> (дата обращения: 07.06.17).
  8. Смирнова О.В. Критерии выделения возрастных состояний и особенности хода онтогенеза у растений различных биоморф / О.В.Смирнова, Л.Б.Заугольнова, Н.А.Таронова, Л.Д.Фаликов // Ценопопуляции растений (основные понятия и структура). – М.: Наука, 1976. – Ч. I. – С. 14–43.

# *Зоология и экология*

УДК 595.799 (477.75)

## **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ИСКУССТВЕННЫХ ГНЕЗДОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ИЗУЧЕНИИ ГНЕЗДОСТРОЯЩИХ ВИДОВ ЖАЛЯЩИХ ПЕРЕПОНЧАТОКРЫЛЫХ НАСЕКОМЫХ (HYMENOPTERA: ACULEATA)**

*Амолин А.В.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР  
*a.amolin@mail.ru*

**Введение.** Метод искусственных гнездовых конструкций (далее метод ИГК) основан на применении специальных конструкций служащих местом для гнездования целого ряда одиночных видов ос и пчел. В основе данного метода лежит биологическая особенность многих видов жалящих перепончатокрылых сооружать различные типы гнезд, в которых развиваются их преимагинальные фазы. Суть метода сводится к созданию подходящих мест для привлечения и последующего гнездования в них изучаемых видов.

**Цель данной работы** – показать области применения метода ИГК при изучении гнездостоящих видов акулеат.

Становление метода ИГК и его применение в изучении фауны и различных аспектов экологии гнездостоящих видов акулеат. История возникновения метода ИГК берет своё начало с конца XIX – начала XX веков и связана, прежде всего, с именем французского естествоиспытателя – Жана Анри Фабра. Этим ученым, для изучения гнездовой биологии некоторых видов ос и пчел, активно использовались тростниковые стебли, которые в то время применялись сельскими жителями в качестве кровельного материала и привлекали различные виды ос и пчел, гнездящихся в готовых полостях. Параллельно Фабром изучались и виды, устраивающие свои гнезда в сухих стеблях ежевики. Исследования Ж.А. Фабра послужили исходной точкой для последующего применения другими исследователями сухих стеблей тростника и ежевики в качестве удобных мест для гнездования некоторых видов ос и пчел.

Наибольшего своего развития метод ИГК получил во второй половине XX века, когда человечество столкнулось с проблемой сокращения численности ос-энтомофагов и пчел – опылителей культурных растений из-за уничтожения их гнездовых стаций и гибели от применения химических средств защиты растений. В этой связи специалистами некоторых стран мира (прежде всего США, Канады и бывшего СССР) были разработаны различные виды искусственных гнездовых конструкций

и показана их высокая эффективность для привлечения многих видов одиночных ос и пчел, в том числе и пчел – опылителей культурных растений. Одновременно с этим метод ИГК получил широкое применение в изучении гнездовой биологии и экологии многих, в том числе и достаточно редких, видов ос и пчел. Также этот метод широко применяется как основной способ получения имаго с целью последующего изучения брачного и охотничьего поведения, в специально созданных лабораторных условиях, а также морфологического описания и изучения преимагинальных фаз исследуемых видов пчел и ос. Кроме того, метод ИГК имеет большое значение для поддержки природных популяций одиночных ос и пчел в антропогенных ландшафтах [4-5].

На территории России одним из первых исследователей, систематически применявших искусственные гнездовые конструкции при изучении биологии гнездования некоторых видов ос и пчел, был С.И. Малышев, назвавший свои конструкции в честь французского естествоиспытателя «ульями Фабра». Также большой вклад в совершенствование этого метода внесли В.С. Гребенников, С.П. Иванов и другие отечественные ученые.

В настоящее время разработано большое количество различных технических вариантов гнездовых конструкций, но всё их многообразие можно свести к трем типам: конструкции для землероющих видов, для видов, гнездящихся в готовых полостях и для видов выгрызающих гнездовые каналы в стеблях растений с мягкой сердцевиной.

В ходе многолетних эколого-фаунистических исследований жалоносных перепончатокрылых Донбасса нами были апробированы основные виды искусственных гнездовых конструкций, в том числе для привлечения пчел-опылителей и ос-энтомофагов [1–3]. Наиболее эффективным и удобным типом конструкций при практическом применении оказались тростниковые пучки двух модификаций: одноканальные и двуканальные, описание которых приведено в указанных выше работах автора. Использование метода ИГК, как показали наши исследования, оказалось эффективным способом изучения строения гнезд, состава запасаемой в гнездовых ячейках провизии, комплекса гнездовых паразитов и хищников у гнездящихся видов, а также дает возможность получать материал для последующего описания предимагинальных фаз вида (яйцо, личинка, куколка) и устанавливать сроки их развития (изучать фенологию вида).

Кроме того, применение данного метода представляет интерес в практическом смысле для искусственного разведения некоторых практически значимых видов пчел-опылителей и ос-энтомофагов. Так, в ходе выполнения инициативной темы по апробации методики искусственного разведения пчел-осмий в 2017 году нами, на базе тростниковых пучков, были изготовлены специальные «улья Фабра» установленные на



стационарных участках в Донецком ботаническом саду и на приусадебных участках г. Донецка для привлечения важнейших опылителей плодово-ягодных культур, рогатой и рыжей осмий (*Osmia cornuta*, *O. rufa*) с целью комплексного изучения их опылительной активности на плодовых культурах. В ходе проведенных исследований была установлена высокая эффективность заселения (от 90 до 100 % гнездовых каналов) указанными пчелами-осмиями тростниковых пучков, что позволяет относительно быстро наращивать численность этих пчел на требуемом участке, а также получать транспортабельные коконы пчел и использовать их в любом другом месте для опыления культурных растений.

**Выводы.** Метод ИГК является важным инструментом при изучении биологии гнездования и гнездового поведения, фенологии, трофических связей личинок, морфологического строения преимагинальных фаз, гнездовых паразитов многих видов жалящих перепончатокрылых насекомых. Данный метод можно рассматривать как дополнительный метод сбора ос и пчел наряду с общепринятыми методиками (кошение, индивидуальный лов на цветках, возле гнезд и т. д.). Метод ИГК является неотъемлемой частью технологий искусственного разведения практически важных видов пчел-опылителей и ос-энтомофагов и может быть использован для поддержания и увеличения численности популяций некоторых редких видов пчел и ос в нарушенных биоценозах.

### Список литературы

1. Амолин А.В. Эколого-фаунистический обзор ос подсемейства Eumeninae (Hymenoptera: Vespidae) Юго-Восточной Украины / А.В.Амолин. – Донецк: ДонНУ, 2009. – 123 с.
2. Амолин А.В. К изучению пчел-опылителей плодово-ягодных культур на приусадебных участках г. Донецка / А.В.Амолин // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2016. – № 3-4. – С. 66-77.
3. Амолин А.В. Одиночные осы и пчелы (Hymenoptera: Vespidae, Crabronidae, Colletidae, Megachilidae, Apidae), заселяющие искусственные гнездовые конструкции на приусадебных участках Донбасса (на примере городов Донецка и Харцызска) / А.В.Амолин, Н.Н.Кузичева // Современные экологические проблемы и пути их решения: матер. I Междунар. науч.-практ. конф., посв. юбилею Луганского нац. аграрного ун-та (22-23 ноября 2016 г.). – Луганск: ГОУ ЛНР ЛНАУ, 2016. – С. 47-52.
4. Иванов С.П. Поддержка популяций диких пчел-мегахилид (Hymenoptera: Apoidea: Megachilidae) в местах естественного гнездования / С.П.Иванов, В.Ю.Жидков, А.В.Фатерыга // Фальцфейновские чтения. – Херсон, 2005. – Т. 1. – С. 209–213.
5. Мариковская Т.П. Сохранение разнообразия жалящих перепончатокрылых (Hymenoptera) в антропогенных биотопах Юго-восточного Казахстана с помощью искусственных приманочных гнездилищ / Т.П.Мариковская, П.А.Есенбекова, В.Л.Казенас // Структура и функциональная роль животного населения в природных и трансформированных экосистемах: тез. I Междунар. науч. конф. (17-20 сентября 2001 г.). – Днепропетровск: ДНУ, 2001. – С. 80-82.

## ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ АПРОБАЦИИ МЕТОДИКИ ИСКУССТВЕННОГО РАЗВЕДЕНИЯ ПЧЕЛ-ОСМИЙ (HYMENOPTERA: MEGACHILIDAE: OSMIINI)

*Амолин А.В.<sup>1</sup>, Кузичева Н.Н.<sup>2</sup>,  
Ярошенко Н.Н.<sup>1</sup>*, д-р биол. наук, профессор

<sup>1</sup> ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР  
*a.amolin@mail.ru*

<sup>2</sup> ГОУ ВПО «Донбасская аграрная академия», г. Макеевка, ДНР  
*nadua.kuzisheva@mail.ru*

**Введение.** Пчелы-осмии являются общепризнанными эффективными опылителями многих сельскохозяйственных культур, особенно плодовых деревьев (абрикос, вишня, черешня, слива, яблоня и др.). В условиях Донбасса решение проблемы дефицита пчел-опылителей на плантациях энтомофильных сельскохозяйственных культур возможно, в том числе, при искусственном разведении некоторых видов. В 2017 году на кафедре зоологии и экологии была открыта инициативная тема «Разведение пчел-осмий для опыления энтомофильных сельскохозяйственных культур» выполнение которой было рассчитано на один календарный год.

**Основной целью работы** было апробировать существующие методики [1–3] искусственного разведения пчел-осмий двух видов (*Osmia cornuta*, *O. rufa*) с целью последующего их использования для опыления энтомофильных сельскохозяйственных культур в условиях открытого и закрытого грунта.

### **Основные результаты работы**

1. Установлена высокая эффективность применения гнездовых блоков на базе тростниковых пучков в привлечении пчел-осмий на приусадебных участках г. Донецка и г. Харцызска. В частности заселенность таких конструкций пчелами составила от 90 до 100 %. А число отстроенных гнезд исследуемых видов пчел на одном из участков в конце гнездостроительного периода увеличилось в 7,6 раз.

2. По числу отстроенных гнезд с большим перевесом преобладал вид *O. cornuta*, что, по-видимому, можно объяснить конкуренцией между самками за гнездовую полость. Установлено повторное заселение самками *O. cornuta* материнских полостей и привязанность этих пчел к месту отрождения, что существенно облегчает искусственное разведение этого вида.

3. Установлено и подтверждено, что оба вида относятся к фенологической группе весенних видов, лет которых в естественных условиях длится 1,5-2 месяца (апрель-май). При этом лет рыжей осмии (*O. rufa*) начинается в среднем на одну неделю позже, чем лет рогатой осмии.

Максимальная гнездостроительная активность самок обоих видов приурочена к времени цветения плодовых розоцветных деревьев (третья декада апреля).

4. Спектр кормовых растений пчел-осмий *O. cornuta*, *O. rufa*, на приусадебных участках Донбасса, включает не менее 14 видов из 13 родов и 7 семейств цветковых растений. При этом установлено, что к числу основных растений, с которых самки этих пчел собирают пыльцу, относятся плодовые розоцветные деревья (черешня, слива, груша, яблоня и др.). Отмечена высокая скорость посещения цветков плодовых розоцветных деревьев самками рогатой осмии при сборе пыльцы (в среднем скорость посещения одного цветка черешни самкой *O. cornuta* составляет 1 секунду) и, как следствие этого, высокая эффективность данных видов в опылении плодовых деревьев.

5. В результате изучения 216 гнезд (1 283 гнездовых ячейки) рогатой осмии (*O. cornuta*) и 28 гнезд рыжей осмии *O. rufa* установлено что, оптимальные параметры гнездовых полостей для *O. cornuta* составляют: оптимальная длина каналов – 180-200 мм, оптимальный диаметр каналов – 8,5-12,0 мм. Для рыжей осмии соответственно оптимальная длина полости 180-200 мм, диаметр – 8-10 мм. Установлено и подтверждено также, что в узких трубках диаметром меньше 7 мм, самки осмии рогатой строят самцовые гнезда, откладывая в гнездовые ячейки только не оплодотворенные яйца. Наибольшая заселенность трубок (более 90%) отмечена при горизонтальной ориентации трубок с экспозицией на юг, юго-восток и восток.

6. Установлены и подтверждены имеющиеся в литературе данные [1] о том, что путем искусственного выведения из диапаузы пчел, зимующих в коконах, используя инкубацию коконов при температурах от +20 до +30 °С можно получать взрослых пчел в зимний период (январь-февраль) для опыления тепличных культур. Задерживая выход имаго пчел-осмий (*O. cornuta*, *O. rufa*) из коконов (путем содержания коконов при  $t = 0$ , +2 °С) можно использовать их и для опыления летних энтомофильных сельскохозяйственных культур вплоть до июля. В целом, при соответствующей технологии разведения и содержания, указанные виды пчел в качестве опылителей можно использовать 6-7 месяцев (с января по июль) в году.

7. В качестве основных естественных врагов исследуемых видов пчел-осмий, на территории Донбасса, нами установлены три вида: личинки хальцидоидных наездников *Monodontomerus obscurus* Westw. (Hymenoptera: Torymidae) и *Leucospis dorsigera* F., а также личинки мухи *Cacoxenus indagator* Lw. (Diptera: Drosophilidae). При этом наибольший вред (заражена почти одна треть полученных гнездовых ячеек) наносит последний вид, личинки которого поедают запасы пыльцы в гнездах пчел-осмий.

8. Получена маточная культура исследуемых видов пчел в виде отдельных коконов и запечатанных гнезд, которая может быть использована для научно-практических целей.

**Выводы.** На основе полученных результатов можно сделать следующие практические рекомендации.

1. Пчел-осмий можно эффективно использовать как опылителей плодовых деревьев в коллективных садах и на приусадебных участках, при этом они не составляют конкуренции медоносной пчеле, так как осмии берут с цветков плодовых деревьев в основном только пыльцу, а медоносные пчелы большей частью только нектар.

2. Промышленное разведение пчел-осмий, с получением больших партий коконов пчел, на наш взгляд, перспективно проводить в специальных научно-производственных предприятиях или на агропредприятиях (теплицы, сады, пасеки), используя гнездовые блоки на базе желобчатых деревянных или пластиковых пластин, технология применения которых была хорошо апробирована в конце прошлого века при разведении люцерновой пчелы-листореза. Кроме того, для опыления тепличных культур (огурцы, томаты) необходимо иметь на 100 м<sup>2</sup> теплицы 20-30 экз. пчел-осмий. Соответственно на 1 га площади теплиц необходимо иметь 20-35 тыс. коконов пчел, с учетом многократных (5-10) запусков пчел в течение всего периода цветения опыляемой культуры.

3. Сохранение естественных популяций пчел-опылителей и искусственное разведение отдельных видов одиночных пчел, наряду с развитием пчеловодства как полноценной отрасли сельского хозяйства должно стать одним из приоритетных направлений в планах развития Донецкой Народной Республики.

#### **Список литературы**

1. Гукало В.М. Бджоли роду *Osmia* (Hymenoptera, Megachilidae), особливості їх біології, екології та промислового розведення і використання в умовах Лісостепу України: Автореф. дис. ... канд. біол. наук: 03.00.09 / Харківський держ. ун-т ім. Г.С. Сковороди. – Харків, 1998. – 21 с.
2. Зинченко Б.С. О доместикации диких одиночных пчел – опылителей плодово-ягодных и тепличных культур / Б.С.Зинченко, В.Н.Гукало // Тез. докл. VI Съезда Украинского общ-ва генетиков и селекционеров им. Н.И. Вавилова (Полтава, 1992 г.). Ч. 1. – К.: НАН Украины, 1992. – С. 168-169.
3. Олифир В.Н. Разведение и содержание диких пчел / В.Н.Олифир. – Донецк: Изд-во Сталкер, 2005. – 138 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФАУНЫ БУЛАВОУСЫХ ЧЕШУЕКРЫЛЫХ Г. МАКЕЕВКИ

**Ковалева С.Ю., Савченко Е.Ю.**

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР  
*lana.kovaleva.1995@mail.ru*

Представители фауны булавоусых (*Rhopalocera*) могут быть использованы в качестве индикаторов природных условий, а также вносимых в них антропогенных изменений, что обусловлено рядом их качеств: внешней заметностью, быстрой сменой поколений и повышенной чувствительностью к воздействию факторов среды. Антропогенная загруженность экосистем приводит к исчезновению или снижению количества особей. Поэтому инвентаризация чешуекрылых с выявлением их эколого-фаунистических особенностей весьма актуальна для изучения динамики экологического состояния города Макеевки как промышленного города. Согласно литературным данным и нашим исследованиям на настоящий момент удалось подтвердить наличие в Макеевке 58 видов булавоусых [1; 2].

**Цель** работы – изучение фауны и экологических особенностей булавоусых в условиях промышленного города.

Для отлова материала использованы стандартные методики. С апреля по сентябрь 2018 г. на территории г. Макеевки были исследованы 5 биотопов: парк «Северный», луг, лесопосадка, окрестности Макеевского коксо-химического завода (Макеевский КХЗ), степной участок пгт. Грузско-Зорянское (выбран в качестве контроля, как наименее подверженный антропогенному воздействию). За исследуемый период отловлено 332 экземпляра булавоусых, относящихся к 31 роду и 39 видам (таблица 1).

Таблица 1

Видовое богатство и численность булавоусых г. Макеевки

	Исследуемый биотоп				
	Макеевский КХЗ	Парк «Северный»	Лесопосадка	Луг	Контроль
Количество видов	22	19	16	26	30
Число особей	52	56	47	76	101

Нами отмечены максимальные показатели численности и видового богатства на контрольном участке (30 видов и 101 особь). Территория луга имеет вторые после контроля показатели (76 особей и 26 видов). По

сравнению с контролем минимальные показатели отмечены в лесопосадке (16 видов и 47 особей).

Согласно полученным данным, наибольшим разнообразием характеризуется семейство *Lycaenidae* (15 видов), которое составляет 38% ропалоцерафауны г. Макеевки (рис. 1).

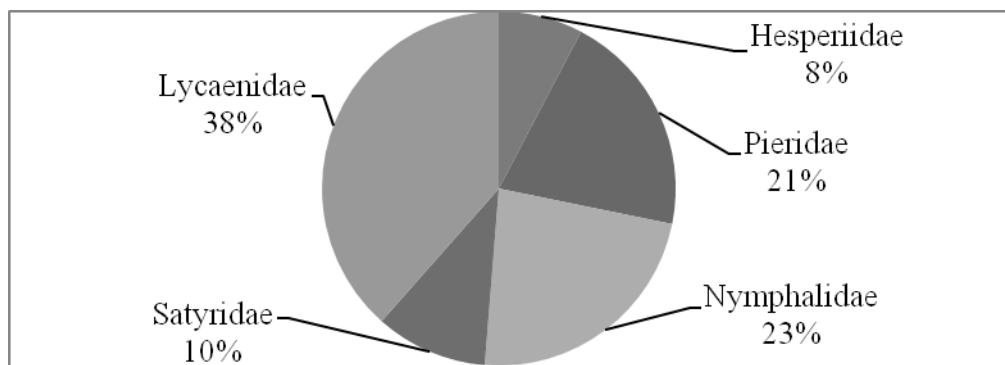


Рис. 1. Процентное соотношение семейств булавоусых г. Макеевки

Нами проанализирована фенологическая структура фауны чешуекрылых г. Макеевки [3]. Ядром фенологического комплекса являются моновольтинные виды (характерна одна генерация в год), бивольтинные и поливольтинные виды (две и более двух генераций в год соответственно) представляют остаток фауны. Поливольтинные виды составляют 15,4 % (6 видов), в двух генерациях развиваются 41 % (16 видов). 43,6 % представляют моновольтинные виды.

Булавоусые коррелируют в своем развитии с температурами, поэтому период их лета продолжается в течение теплого времени года. Анализ сезонной динамики лета (рис. 2) показал, что наибольшее число особей отловлено в августе (111 экземпляров), а наименьшее – в апреле (17).

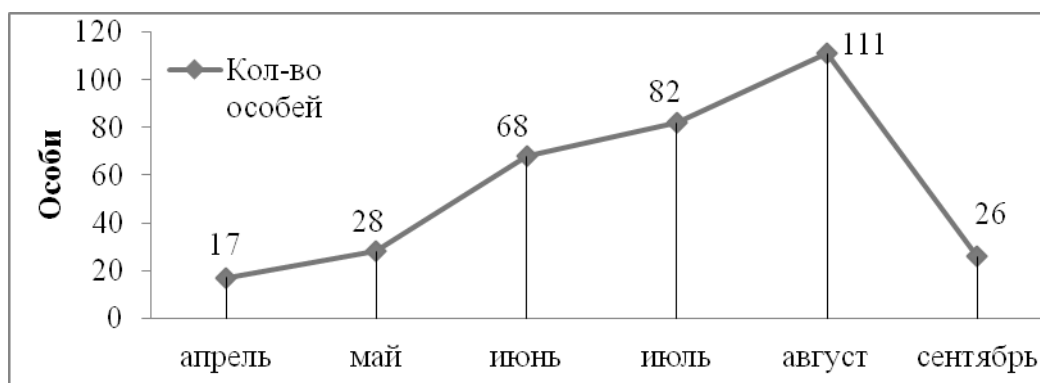


Рис. 2. Сезонная периодичность лета ропалоцера г. Макеевки

Согласно динамике лета булавоусых исследуемых биотопов (рисунок 3) наибольшее количество экземпляров отловлено в июле на

контрольном участке (35 особей), а наименьшее – в апреле на территории Макеевского КХЗ (1 особь).

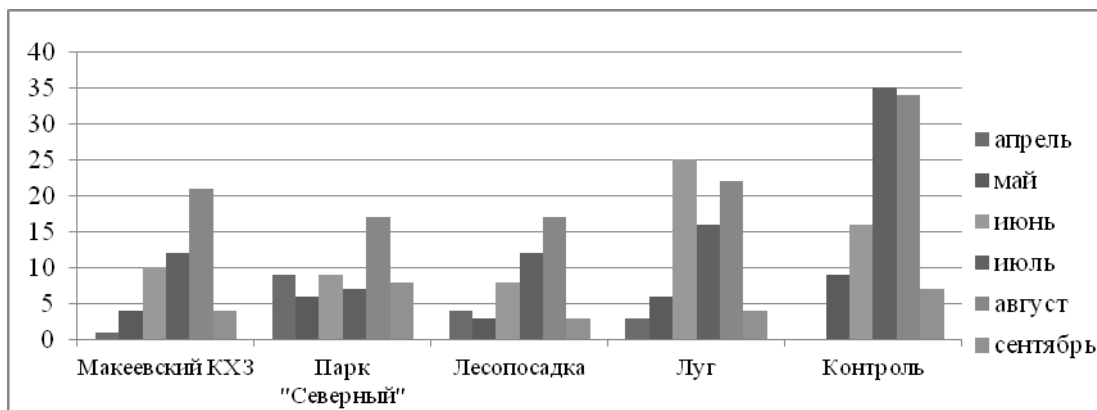


Рис. 3. Сезонная динамика лета булавоусых по биотопам

Согласно полученным данным можно сделать следующие **выводы**:

1. Нами обнаружено 332 особи, относящиеся к 2 надсемействам, 5 семействам, 31 роду и 39 видам.

2. Подсчитано видовое богатство и численность особей чешуекрылых исследуемых биотопов, а также изучено их биотопическое расселение. Максимальные показатели отмечены нами на степном участке пгт. Грузско-Зорянское (контроль) (101 особь, 30 видов) и территории луга (26 видов, 76 особей).

3. Проведен фенологический анализ ропалоцера Макеевки. Наиболее распространенной группой являются моновольтинные виды, которые составляют 43,6 % фауны булавоусых.

4. Изучена сезонная периодичность лета булавоусых и отмечено максимальное число особей в июле на контрольном участке.

### Список литературы

1. Ковалева С.Ю. Фауна и экология дневных булавоусых (Lepidoptera: Rhopalocera) промышленного города на примере г. Макеевки / С.Ю.Ковалева // Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса: материалы Международной научной конференции студентов и молодых ученых (17-20 октября 2017 г.). Т. 2: Химико-биологические науки. – Донецк, 2017. – С. 132-134.
2. Ковалева С.Ю. Анализ экологической структуры ропалоцерофауны (Lepidoptera: Rhopalocera) г. Макеевки / С.Ю.Ковалева, Е.Ю.Савченко // Проблемы социально-экономической географии и природопользования: сборник трудов Всероссийской научной конференции (Ростов-на-Дону, 1 декабря 2017 г.). – Ростов-на-Дону; Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2017. – С. 190-194.
3. Яновский С.А. Программа организации и ведения фенологических наблюдений: методическое пособие / С.А.Яновский. – М.: Экосистема, 1996. – 29 с.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ МЕТОДОВ ХРАНЕНИЯ СУШЕНО-ВЯЛЕННОЙ РЫБЫ

*Коротких П.С.,  
Неверов Е.Н.,<sup>1</sup> д-р техн. наук, профессор  
Ухин Д.М.*

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», г. Кемерово, Россия,  
*txtkemtipp@mail.ru*

В современном обществе увеличился спрос на вяленую рыбу, т.к она легко усваивается, обладает необыкновенным пикантным вкусом и ароматом, содержит практически те же витамины и полноценные белки, что и в мясе. Данный продукт не способствует ожирению, по причине более низкого содержания углеводов, и отсутствия избыточного жира, о достоинствах рыбьего жира и говорить нечего, ведь он полностью усваивается организмом, снабжая его витаминами, которых нет в других продуктах.

Для хранения и реализации вяленой рыбы традиционно применяют холодильные прилавки, температура в которых составляет от 0 до -4 °С при относительной влажности воздуха 50–60 %. К основным недостаткам традиционных способов хранения рыбы можно отнести: изменение относительной влажности в камере хранения, влажности самого продукта, а также температур, что приводит к снижению продолжительности хранения и потерям массы рыбы [1].

После проведения анализа существующих традиционных и инновационных способов хранения рыбы нами был проведен ряд исследований для определения наиболее эффективного и перспективного.

Для проведения экспериментов по исследованию процесса усушки вяленой рыбы был использован холодильный прилавок, оснащенный приспособлениями и аппаратурой, которые позволяют контролировать необходимые параметры: температуру и влажность в камере; температуру и влажность в продукте; снижение массы продукта; продолжительность хранения [2].

Контроль температуры в камере проводился при помощи электронного регулятора температуры ID 974 lx. Реле температуры ID 974 lx имеет диапазон температур от +50 до -50 °С. В качестве чувствительного элемента использовали термодпары с диаметром спая  $0,3 \cdot 10^{-3}$  м.

Для поддержания равномерного температурного поля в камере, установлен вентилятор, регулирование работы которого обеспечивает реле температуры ID 974. Конструкция аппарата позволяет встраиваться в действующие технологические линии по обработки продуктов.



Контроль влажности в холодильном прилавке осуществлялся при помощи гигрометра, чувствительный элемент которого устанавливается в камеру хранения.

В качестве исследуемых образцов служили два вида рыбы морская (камбала) и пресноводная (лещ) [2;3].

Основной задачей экспериментов – определение зависимости изменения массы рыбы во времени.

В первой группе экспериментов были задействованы 2 образца рыбы, лещ и камбала массой  $100 \pm 5$  грамм. Влажность камбалы составила 44 %, леща 41%. Процесс изменения усушки рыбы представлен на рис. 1.

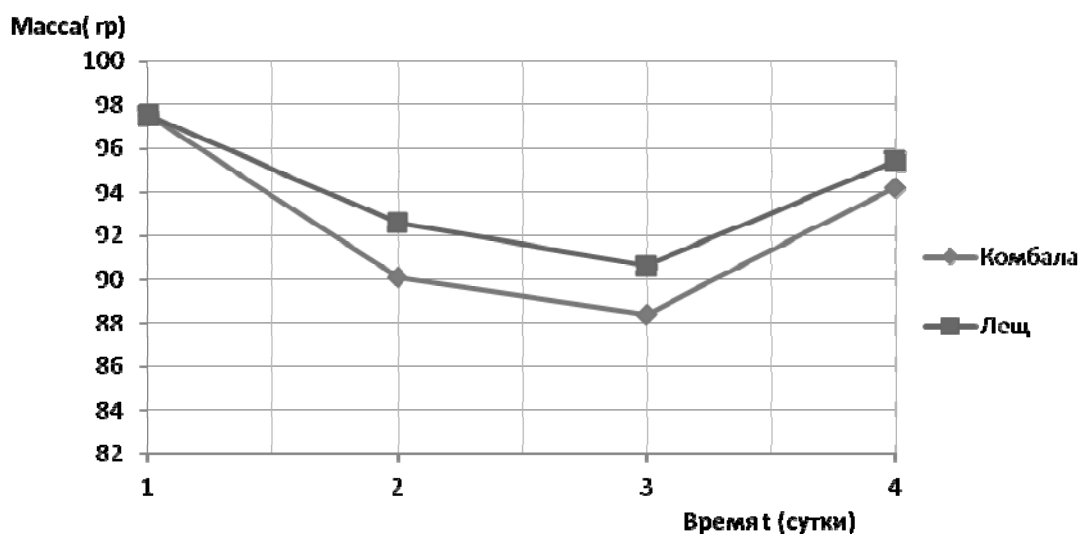


Рис. 1. Изменение массы рыбы при температуре  $-4^{\circ}\text{C}$  и влажности 75%

Анализируя полученные данные можно сказать, что при температуре хранения рыбы  $-4^{\circ}\text{C}$  и влажности в камере 75 %, динамика потери массы как у леща, так и у камбалы схожа. В первые сутки хранения у леща происходят наибольшие потери массы. Это связано с разностью температур воздуха в камере и охлаждаемого продукта, а также с тем, что первый слой молекул воды (мономолекулярный слой) наиболее прочно адсорбируется на поверхности рыбы, так называемая свободная вода. Чем больше влаги на поверхностных слоях продукта, тем больше усушка. На вторые и третьи сутки замедляется интенсивность потери массы, так как процесс усушки рыбы происходит во внутреннем слое рыбы, так называемая связанная вода. На третьи и четвертые сутки происходит изменение цвета поверхностного слоя рыбы и увеличение массы, свидетельствуя о том, что рыба начинает портиться, из-за высокой влажности.

У камбалы, по сравнению с лещом, усушка на первые и на вторые сутки несколько больше. Это связано с тем, содержание воды в тканях мяса камбалы больше, чем у леща, так же это связано с тем, что морская

вода (йодированная вода) из-за содержания солей испаряется быстрее. В последующие сутки хранения, динамика изменения массы камбалы аналогична лещу.

На следующем этапе экспериментов исследования проводились с морской рыбой – камбала и пресноводной лещ, образцы имели схожую массу около 95 грамм каждый. Температура в камере составляла  $-4^{\circ}\text{C}$ , влажность 53%.

В камеру дополнительно подавали  $\text{CO}_2$ , массой  $150\pm 5$  г, размещая его в специальной емкости. На рисунке 2 представлено изменение массы рыбы во времени, при размещении емкости с диоксидом углерода в камере.

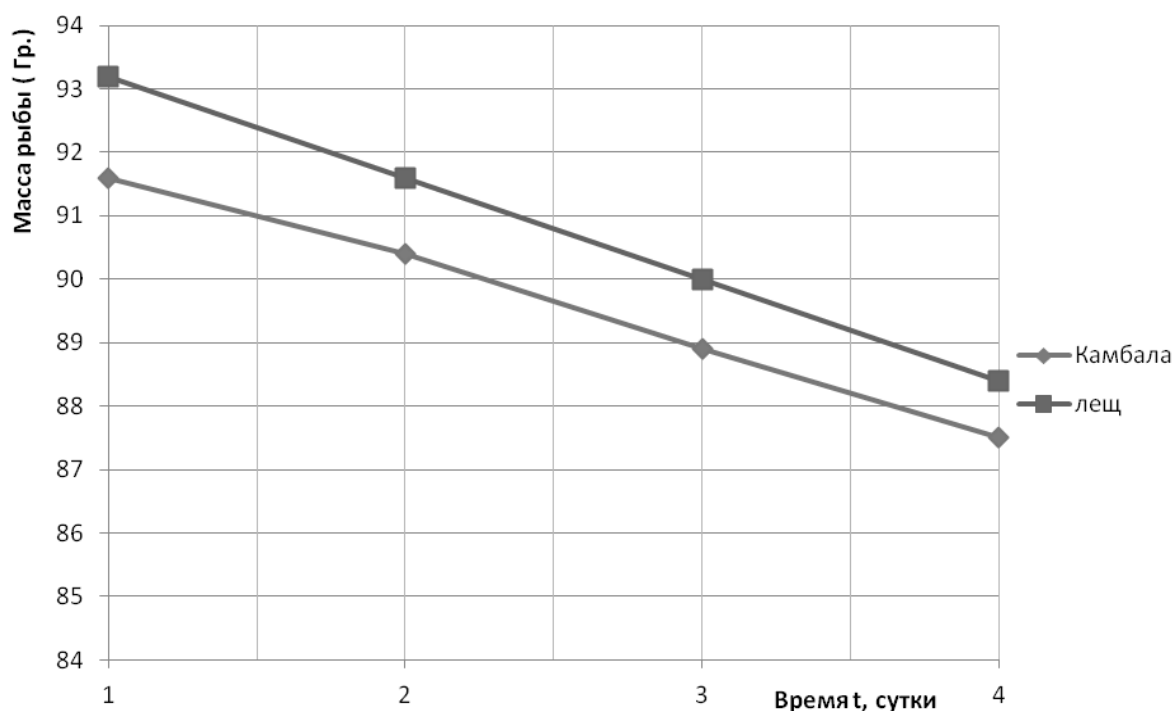


Рис. 2. Изменение массы рыбы с применением диоксида углерода

Анализируя полученные данные можно сказать, что усушка проходит равномерно и не так интенсивно для всех видов рыб как в предыдущем эксперименте, несмотря на различия в жирности и влагосодержании мяса. В камере поддерживается воздушно-газовая среда с определенной концентрацией диоксида углерода.

Высокая концентрация двуокиси углерода на поверхности рыбы позволяет существенно снизить остаточное содержание кислорода в воде, взаимодействуя с поверхностным и внутренним слоем рыбы, снижая содержание кислорода в связанной и свободной воде. Взаимодействуя с внутренними слоями мяса рыбы, диоксид углерода уменьшает вязкость

жиров и увеличивает вязкость воды при растворении, снижая подвижность воды относительно мяса. Углекислый газ, нейтрализует действие микроорганизмов и, тем самым, существенно увеличивает срок хранения. Признаков испорченности и изменения цвета рыбы не было обнаружено. Несмотря на прямой контакт с рыбой, диоксид углерода не влияет на вкусовые качества мяса рыбы, что очень важно.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что при традиционном способе хранения рыба имеет большую усушку, теряя тем самым полезные свойства продукта. Также анализ эксперимента показывает, что при данных условиях рыба может храниться, при этом срок хранения пресноводной рыбы лещ несколько выше морской камбалы.

Исследование усушки рыбы с использованием диоксида углерода показали, что применение диоксида углерода практически не влияет на вкусовые качества рыбы и, несмотря на то, что он увеличивает влажность в камере, благодаря его химическим свойствам, которые способствуют значительному уменьшению концентрации кислорода в камере, замедляя тем самым процесс поверхностных и внутренних изменений в тканях рыбы, в результате чего рыба хранится дольше. Данный метод хранения можно добиться минимальной и равномерной усушки для разных видов рыб.

#### **Список литературы**

1. Рыба пресноводная сушено-вяленая. Общие технические условия / ГОСТ 33803-2016. – Введ. 2016–07–01. – М.: Стандартинформ, 2016. – С. 38.
2. Рыба мелкая вяленая. Общие технические условия / ГОСТ 34191-2017. – Введ. 2017–09–01. – М.: Стандартинформ, 2017. – С. 238.
3. Шкафы, прилавки и витрины холодильные торговые... Общие технические условия./ ГОСТ 32560.2-2013 (ISO 23953-2:2005). – Введ. 2013–05–11. – М.: Стандартинформ, 2013. – С. 36.
4. Антонов А.А. Классификация пищевых продуктов для унификации расчетов холодильного оборудования / А.А.Антонов, А.В.Бобков, К.П.Венгер // Мясная индустрия. – 2002. – № 5. – С. 45-46.
5. Большаков О.В. Российская отраслевая наука: современные холодильные технологии и решение проблемы здорового питания / О.В.Большаков // Холодильная техника. – 2002. – № 6. – С. 37-42.
6. Неверов Е.Н. Анализ способов охлаждения неразделанной рыбы диоксидом углерода / Е.Н.Неверов // Вестник Международной академии холода. – 2018. – № 2. – С. 55-60.
7. Неверов Е.Н. Исследование процесса охлаждения рыбы в среде «водный лед+снегообразный диоксид углерода / Е.Н.Неверов, М.В.Башлыков // Пищевые инновации в биотехнологии: матер. VI Междунар. науч. конф. студ., асп. и молодых ученых. Т. 1. – Кемерово: КемГУ, 2018. – С. 98-102.

## К ИЗУЧЕНИЮ РОЛИ САМЦОВ В ЖИЗНИ СЕМЕЙ ОС-ПОЛИСТОВ (HYMENOPTERA: VESPIDAE: *POLISTES*)

*Оголь И.Н.*

ОП ГПОУ «Донецкий финансово-экономический техникум», г. Донецк, ДНР

ГО ВПО «ДонНУЭТ» им. Михаила Туган-Барановского, г. Донецк, ДНР

*ylyaogol@mail.ru*

Общественные осы рода *Polistes* Latreille являются активными энтомофагами, применяемыми в биометоде борьбы вредителями сельскохозяйственных культур, а также служат важным модельным объектом в социобиологии, что делает актуальным их разностороннее изучение во всем мире [2, 3]. Традиционно этология самцов ос-полистов, равно как и почти всех прочих общественных перепончатокрылых насекомых, рассматривается в рамках парадигмы, согласно которой их единственная функция в жизни – копуляция [4]. В связи с этим хорошо изучены различные аспекты брачного поведения самцов многих представителей данного рода, но другие стороны их жизни незаслуженно обойдены вниманием большинства исследователей [5]. Однако даже по немногим имеющимся сведениям ясно, что роль самцов в социальных взаимодействиях ос-полистов в некоторых случаях является существенной. Так, выполнение ими части функций рабочих особей отмечено у, как минимум, 10 видов из различных подродов и регионов Мира [5, 7-10]. Среди представителей подрода *Polistes* s. str., куда относятся все аборигенные виды Европы [6], участие самцов в выращивании расплода отмечено только для *P. dominula* (= *P. gallica* auct.) по результатам случайных наблюдений [Heldmann, 1936; приводится по: 5]. Целенаправленного исследования поведения самцов на гнездах европейских ос-полистов ранее не проводилось.

В настоящей работе изложены результаты наблюдений за различными социальными взаимодействиями с участием самцов ос *Polistes* (s. str.) *gallicus* (Linnaeus, 1767), *Polistes* (s. str.) *dominula* (Christ, 1791), *Polistes* (s. str.) *nimpha* (Christ, 1791), проведенных нами в рамках комплексного исследования биологии ос-полистов города Донецка, проходящего с 2003 г. по настоящий момент. В общей сложности изучено более 800 семей ос. В том числе в 4 интактных семьях *P. dominula* и 3 изолированных в лаборатории семьях *P. gallicus* прослежены судьбы каждого самца от фазы яйца до покидания семьи или гибели с интервалами между наблюдениями не более 1 суток.

По результатам исследования у всех изучаемых видов отмечены случаи раннего производства самцов вместе с первым выводком рабочих в

количестве 1–4 особи (менее четверти от числа рабочих). Их распространенность установлена только на малой выборке *P. dominula* и оказалась высокой (6 из 7 семей). Ранние самцы прибывали в составе родительских семей ос данного вида от 1 до 5 суток (мода = 3), после чего улетали безвозвратно. Предполагается, что подобная особенность жизненного цикла обеспечивает осеменение рабочих особей и выживание популяции даже в случае преждевременной гибели всех самок-основательниц [11]. Затем из состава большинства семей самцы полностью исчезали на нескольких недель. Вторая волна производства самцов, в несколько раз более массивная, начиналась незадолго до отрождения дочерних самок-основательниц и продолжалась параллельно с ним до распада семьи. В семьях, находившихся на стадии угасания, самцы задерживались на длительное время, составляя пищевую конкуренцию личинкам, что может являться одним из факторов, ограничивающих период развития семьи [1]. Лишь после смерти последних фуражиров и истощения запасов меда гнезда теряли привлекательность для самцов.

В семьях, не достигших стадии угасания, отмечено агрессивное поведение рабочих и, реже, самок-основательниц по отношению к самцам, которое начинало проявляться со 2–3 дней имагинальной жизни последних в виде легких укусов в вершину брюшка и ноги, а еще через 1–2 суток перерастало в яростное преследование по всему гнезду с попытками ужаливания. В результате, самцы, как правило, изгонялись из семьи. Однако в одном случае самец *P. dominula*, упорно отказывавшийся покидать гнездо, был зажален насмерть. Часть изгнанных самцов возвращалась в семьи после 1 или более суток отсутствия, не встречая агрессии. Возможно, это объясняется изменением запаха, произошедшего после внегнездовой копуляции или по другим причинам. В дальнейшем нарастание агрессии и изгнание повторялось.

Для *P. dominula* нами отмечены миграции самцов между разными семьями. При этом не выявлено существенных различий в отношении самок к резидентным и гостевым самцам. В одной небольшой семье к моменту ее распада более половины особей были представлены чужими самцами.

Самцы *P. dominula* и *P. gallicus* нередко принимали участие в разделе комков белковой пищи, принесенных рабочими, однако в большинстве случаев после продолжительного пережевывания и высасывания соков оно оканчивалось выбрасыванием твердой фракции. Лишь в одной семье *P. gallicus* отмечено кормление личинок самцами. Данное поведение продемонстрировали 4 из 8 самцов семьи в возрасте от 2 до 7 дней, по истечению которого полностью потеряли интерес к белковому корму. Другое проявление заботы самцов о расплоде, наблюдавшееся во всех лабораторных семьях *P. gallicus*, заключалось в том, что они наравне с

самками отгоняли от гнезд наездников *Latibulus argiolus* (Rossi, 1790) ударами мандибул.

Таким образом, самцы изученных видов ос-полистов обладают достаточно сложным, разнообразным и гибким социальным поведением с элементами возрастного полиэтизма. Есть основания предполагать широкое распространение факультативного мужского альтруизма в пределах рода *Polistes*.

### Список литературы

1. Кипятков В.Е. Мир общественных насекомых / В.Е.Кипятков. – Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1991 – 408 с.
2. Русина Л.Ю. Фенотипическая структура популяции осы *Polistes nimpha* (Christ) (Hymenoptera, Vespidae) на территории урочища Вакаловщина Сумской обл. / Л.Ю.Русина, Е.С.Орлова, А.В.Говорун // Природничий альманах. Серия: Біологічні науки. – 2010. – № 14. – С. 151-161
3. Русина Л.Ю. Влияние паразитоида *Latibulus argiolus* (Rossy) (Hymenoptera, Ichneumonidae) на продуктивность семей *Polistes dominula* (Christ) (Hymenoptera, Vespidae) в Сумской обл. Украины / Л.Ю.Русина, С.В.Скорород, А.В.Говорун // Природничий альманах. Серия: Біологічні науки. – 2011. – № 15. – С. 133-140.
4. Evans H.E., West-Eberhard, M.J. The wasps. – University of Michigan Press, Ann Arbor, 1970. – 265 p.
5. Cameron, S.A. Brood Care by Males of *Polistes major* (Hymenoptera: Vespidae) // Journal of the Kansas Entomological Society. – 1986. – Vol. 59, № 1. – P. 183-185.
6. Carpenter, J.M. Distributional checklist of species of the genus *Polistes* (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae, Polistini) // American Museum Novitates. – 1996. – № 3188. – P. 1-3.
7. Giannotti, E. Male behavior in colonies of the social wasp *Polistes lanio* (Hymenoptera, Vespidae) // Sociobiology. – 2004. – Vol. 43, № 3. – P. 551-556.
8. Makino, S. Sexual differences in larval feeding behavior in a paper wasp, *Polistes jadvigae* (Hymenoptera, Vespidae) // Journal of Ethology. – 1993. – Vol. 11. – P. 73-75.
9. O'Donnell, S. Division of labor in post-emergence colonies of the primitively eusocial wasp *Polistes instabilis* de Saussure (Hymenoptera: Vespidae) // Insectes Sociaux. – 1995. – Vol. 42. – P. 17-29.
10. Sinzato, D.M.S., Prezoto, F., Del-Claro, K. The role of males in a neotropical paper wasp, *Polistes ferreri* Saussure, 1853 (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) // Rev. Bras. Zoociências. – 2003. – Vol. 5, № 1. – P. 89-100.
11. Strassmann, J.E. Evolutionary implications of early male and satellite nest production in *Polistes exclamans* colony cycles // Behavioral Ecology and Sociobiology. – 1981. – Vol. 8, № 1. – С. 55-64.

## СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ФАУНЫ ПАУКОВ (ARANEI) В ДОНБАССЕ

**Прокопенко Е.В.**, канд. биол. наук, доцент  
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР  
*helen\_procop@mail.ru*

Первые сведения о пауках Донбасса содержатся в работах конца XIX века и посвящены находкам тарантула *Lycosa singoriensis* [2, 34]. Аранеологические исследования первой половины XX века связаны с работами С.А. Спасского, основанными на сборах из г. Амвросиевка (приведены 23 вида) [28, 35]. Из этого пункта были описаны *Talanites strandi* и *Leptodrassex memorialis* [36]. Наиболее значительный видовой список пауков региона, относящийся к этому периоду, включал 56 видов и был составлен для с. Провалье Н.С. Грезе [1]. После более чем 30-летнего перерыва – уже во второй половине XX века – в работе, посвященной паукам, обитающим в гнездах грызунов, приводятся 9 видов [27].

Этап интенсивного изучения видового состава и структуры населения пауков региона начался в 80-х годах прошлого века работами Н.Ю. Полчаниновой (Харьковский национальный университет им. Каразина). В начале 90-х годов исследования пауков Донбасса были начаты и в Донецком национальном университете.

Значительное внимание уделено паукам заповедников: исследовался видовой состав и структура населения отдельных участков [6-10, 14, 17, 18, 20, 22, 23, 26, 31], проводилось сравнение аранеофаун различных заповедников [4, 5, 13]. Исследовалось влияние на население пауков степей региона пожаров, скашивания травостоя, выпаса [11, 12, 25, 30].

Другое крупное направление исследований связано с изучением пауков в антропогенно трансформированных местообитаниях: агроценозах [3, 24], городских древесных насаждениях [19, 21], на золоотвалах и породных отвалах угольных шахт [15, 16, 29].

Наиболее полные и современные данные о фауне и биотопическом распределении пауков региона приведены в «Catalogue of the spiders (Arachnida, Aranei) of Left-Bank Ukraine» и дополнении к нему [32, 33]. Для Донецкой области указывается 499 видов (68,5% видового списка Левобережной Украины), для Луганской – 392 вида (53,8%).

Таким образом, таксономический состав пауков Донбасса изучен достаточно полно. Перспективы будущих исследований заключаются в дальнейшем изучении структуры и динамики населения пауков естественных и антропогенно трансформированных местообитаний, а также биологии отдельных видов в региональных условиях.

## Список литературы

1. Грезе, Н.С. Пауки Донской области // Тр. студ. кружка по изуч. родной природы при Московском ун-те. – 1909. – Т. 4. – С. 99-11.
2. Мошков, В.А. Наблюдения над нравом и привычками тарангула // Дневн. зоол. отд. общ-ва любителей естествозн., антроп. и этногр. – 1891. – Т. 67, вып. 6. – С. 18-21.
3. Полчанинова, Н.Ю. Аранеофауна агроценозов юго-восточной Украины и ее практическое значение // Зап. Харьковск. с.-х. ин-та «Рацион. приемы защиты с.-х. культур от вредит. и болезней». – 1984. – Т. 304. – С. 89-91.
4. Полчанинова, Н.Ю. Состояние изученности аранеофауны степных заповедников Украины // Заповедники СССР – их настоящее и будущее: тез. докл. Всес. конф. – Новгород: Ком-т АН СССР по коорд. науч. исслед. в гос. зап. СССР и др. – 1990 а. – Ч. 3. – С. 120-121.
5. Полчанинова, Н.Ю. Сравнительная характеристика фауны пауков степей Левобережной Украины // Новости фаунистики и сист. – К.: Ин-т зоол. АН УССР, 1990 б. – С. 163-167.
6. Полчанинова, Н.Ю. Пауки Провальской степи // Фауна и экол. пауков, скорпионов и ложноскорпионов СССР: Тр. Зоол. ин-та АН СССР. – 1992. – Т. 226. – С. 98-104.
7. Полчанинова, Н.Ю. Пауки заповедника «Хомутовская степь» // Энт. исслед. в зап. степн. зоны: тез. докл. Межд. симп. – Харьков, 1993. – С. 54-55.
8. Полчанинова, Н.Ю. Аранеофауна «Стрельцовой степи» (Луганская область) и ее место в фауне заповедных территорий // Проблемы сохранения разнообразия природы степных и лесостепных регионов: матер. Российско-Украинской науч. конф., посв. 60-летию Центрально-Черноземного запов. – М.: КМК Sci Press Ltd. – 1995. – С. 185-186.
9. Полчанинова, Н.Ю. К изучению фауны пауков (Aranei) заповедника «Каменные Могилы» // Тр. филиала Укр. степн. прир. зап. «Каменные Могилы». – К.: Фитосоцицентр. – 1998. – Вып. 1. – С. 114-118.
10. Полчанинова, Н.Ю. Материалы к инвентаризации фауны пауков (Araneae) заповедника «Хомутовская степь» (Донецкая обл.) // Вісн. Харк. нац. ун-ту ім. Каразіна. Сер.: біологія. – 2006. – С. 1-9.
11. Полчанинова, Н.Ю. Изменение степных аранеокомплексов под воздействием режимных мероприятий в заповедниках Украины и России // Режимы степных особо охр. терр.: матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 130-летию со дня рожд. проф. В.В. Алехина (г. Курск, 15-18 января 2012 г.). – Курск, 2012. – С.156-159.
12. Полчанинова, Н.Ю. Пожар на охраняемых степных территориях. Катастрофа или благо? Результат изучения населения пауков разнотравной степи востока Украины // Сохран. степн. и полупуст. экосист. Евразии : тез. докл. Межд. конф. (Алматы, 13-14 марта 2013 г.). – Алматы, 2013. – С. 23.
13. Полчанинова, Н.Ю., Прокопенко, Е.В. Итоги изучения фауны пауков (Araneae) охраняемых степных территорий Украины // Заповідні степи України. Стан та перспективи їх збереження: матер. Міжнар. наук. конф. (Асканія-Нова, 18-22 вересня 2007 р.). – Асканія-Нова, 2007. – С. 82-84.
14. Полчанинова, Н.Ю., Прокопенко, Е.В. Список пауков (Araneae) Луганского природного заповедника // Зб. наук. пр. Луганськ. прир. зап. – Луганськ: Елтон, 2011. – 2. – С. 96-110.
15. Полчанинова, Н.Ю., Форощук, П.В. Перші відомості про населення павуків (Araneae) рекультивованих золовідвалів (Луганська ТЕС, Україна) // Біол. вестн. Мелітопольск. гос. пед. ун-та ім. Б. Хельницького. – 2013. – Т. 3, № 3. – С. 238-249.
16. Прокопенко, Е.В. Особенности комплексов пауков (Aranei) на породных отвалах города Донецка // Изв. Харьк. энтомол. общ-ва. – 1999. – Т. 7, вып. 2. – С. 71-77.
17. Прокопенко, Е.В. Структура комплексов пауков биотопов поймы р. Берда, перспективных для заповедания // Вісн. Донецького ун-ту. Сер. А: Природничі науки – 2000. – Вип. 1. – С. 140-142.



18. Прокопенко, Е.В. Фауна пауков (Aranei) Луганского природного заповедника // Біорізноманіття природних і техногенних біотопів України: матер. Всеукр. конф. студ., асп. и молодых ученых. – Донецк: ДонНУ, 2001. – Ч. 2. – С. 160-164.
19. Прокопенко, Е.В. Структура населения пауков (Aranei) древесных насаждений г. Донецка // Вестн. зоол. Отд. вып. – 2003. – № 16. – С. 108-110.
20. Прокопенко, Е.В. Пауки // Ландшафты, растительный покров и животный мир регионального ландшафтного парка «Меотида»: монография / Г.Н. Молодан, С.А. Приходько, С.В. Третьяков и др. – Донецк: «Ноулидж», 2010. – С. 152-173.
21. Прокопенко, Е.В. Структура населения пауков (Aranei) древесных насаждений Донецка // Биол. вестн. Мелитопольск. гос. пед. ун-та им. Б. Хельницкого. – 2013. – № 2 (8). – С. 180-195.
22. Прокопенко, Е.В., Полчанинова, Н.Ю. Итоги изучения фауны пауков (Aranei) заповедника «Каменные Могилы» // Природное и историко-культурное наследие района заповедника «Каменные Могилы: науч. тр. Всеукр. научно-практ. конф. (с. Назаровка, Донецкая область, 25-27 мая 2017 г.). – Вып. 4. Серия: «Conservation Biology in Ukraine». – Запорожье: «Дикое Поле», 2017. – С. 266-279.
23. Прокопенко, Е.В., Савченко, Е.Ю. К изучению фауны пауков (Aranei) и сенокосцев (Opiliones) заповедника «Каменные Могилы» // Кам'яні Могили – минуле та сучасність. – Донецк: Ноулідж, 2012. – Вып. 2 (Ч. 1). – С. 274-286.
24. Прокопенко, Е.В., Савченко, Е.Ю. Пауки (Aranei) агроценозов Донецкой области // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2013. – № 1 (13). – С. 122-133.
25. Прокопенко Е.В., Савченко Е.Ю. Влияние степного пожара на фауну и структуру населения пауков (Aranei, Arachnida) заповедника «Каменные Могилы» (Володарский район Донецкой области) // Биол. вестн. Мелитопольск. гос. пед. ун-та им. Б. Хельницкого. – 2013б. – № 1 (7). – С. 90-105.
26. Прокопенко, Е.В., Савченко, Е.Ю. Аннотированный список пауков (Aranei) БООПТРЗ «Хомутовская степь-Меотида» // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2016. – № 3-4. – С. 41-70.
27. Скляр, В.Е., Попов, Е.Б. Пауки (Aranei) из гнезд грызунов Донецкого Приазовья // Зоол. журн. – 1972. – Т. 51, вып. 4. – С. 602-604.
28. Спасский, С.А. Пауки Донской области // Изв. Донск. политехн. ин-та. – Новочеркасск, 1914. – Отд. 2. – Т. 3, вып. 2. – С. 89-99.
29. Форощук, П.В., Полчанинова, Н.Ю. К изучению населения пауков (Aranei) на землях, прилежащих к терриконам угольных шахт в Луганской области (Украина) // Изв. Харьковского энтомол. общ-ва. – 2013. – Т. 21, № 1. – С. 67-72.
30. Polchninova, N.Yu. Effect of spontaneous fire on spider communities: a case study in forb-bunch-grass steppe in eastern Ukraine // 27<sup>th</sup> Europ. Congr. of Arachnology (Ljubljana, Slovenia, 2-7 September, 2012). – Ljubljana, 2012. – P. 120.
31. Polchaninova, N.Yu., Prokopenko, E.V. A checklist of the spider fauna (Araneae) of the «Svyati Gory» National Nature Park // Arthrop. Sel. – 2007. – N 16 (3). – P. 177-189.
32. Polchaninova, N.Yu., Prokopenko, E.V. Catalogue of the spiders (Arachnida, Aranei) of Left-Bank Ukraine. Addendum 1. 2013-216. // Arthrop. Sel. Suppl. N 4. – M.: KMK Scientific Press Ltd., 2017. – 115 p.
33. Polchaninova, N.Yu., Prokopenko, E.V. Catalogue of the spiders (Arachnida, Aranei) of Left-Bank Ukraine // Arthrop. Sel. Suppl 2. – M.: KMK Scientific Press Ltd., 2013. – 268 p.
34. Schmidt, P. Beitrag zur Kenntnis Laufspinnen (Araneae, Citigradae Thor.) Russlands // Zool. Jahrb. Abt. Syst. – 1895. – Bd. 8, H. 4. – S. 439-484.
35. Spassky, S.A. Die Spinnen des Dongebietes // Zool. Anz. – 1919. – 50, 6-7. – S. 147-159.
36. Spassky, S.A. Araneae palaearticae novae. 5 // Folia Zool. et Hydrobiol. – 1940. – Т. 10, N 2. – P. 353-364.

## СТЕНОБИОНТНЫЕ ВИДЫ МОШЕК ДОНБАССА

*Рева М.В.*, канд. биол. наук, доцент,

*Щелкова Е.В., Бакланова А.Э.*

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

*mvreva@mail.ru*

**Введение.** Мошки (Diptera, Simuliidae) составляют важную часть гнуса на территории Донбасса. Укусы самок болезненны, слюна токсична. Массовое нападение мошек вызывает интоксикацию организма и может привести к симулидотоксикозу. Кроме того, мошки являются переносчиками возбудителей опасных заболеваний человека и животных: онхоцеркоза и анаплазмоза крупного рогатого скота, лейкоцитозооноза птиц, туляремии и других [1–7].

Стенобионтные виды мошек – важная часть структуры популяций. Являясь малочисленными и редкими, эти виды увеличивают разнообразие связей в популяциях, представляют собой резерв для замещения доминантных видов в случае резкого изменения условий существования, придают сообществу устойчивость. Данный фактор имеет важное значение для прогнозирования численности популяций симулиид.

**Цель работы** – изучение фауны и биологии стенобионтных видов мошек, обитающих на территории Донбасса.

В задачи исследования входило: сбор мошек в природе; определение видового состава мошек; установление стенобионтных видов мошек; изучение их биологии.

**Материал и методы исследования.** Материалом послужили собственные сборы и наблюдения за мошками Донецкой области в период с 2000 г., а также коллекции кафедры зоологии и экологии Донецкого национального университета за период с 1990 г. В работе использованы общепринятые методики [4–6].

**Результаты исследования.** На территории Донбасса обнаружено 11 стенобионтных видов мошек: *Hellichella latipes* (Meigen, 1804), *Eusimulium angustipes* (Edwards, 1915), *Eusimulium aureum* (Fries, 1824), *Nevermannia lundstromi* Enderlein, 1921, *Wilhelmia balcanica* Enderlein, 1924, *Odagmia baracornis* (Smart, 1944), *Odagmia caucasica* (Rubzov, 1940), *Odagmia deserticola* (Rubzov, 1940), *Odagmia frigida* (Rubzov, 1940), *Odagmia intermedia* (Roubaud, 1906), *Odagmia pratora* (Friederichs, 1921).

Стенобионтные виды мошек на исследуемой территории зарегистрированы как малочисленные и редко встречающиеся. Заселяют малые реки и ручьи, относительно чистые, с песчаным и илисто-песчаным дном. Скорость течения в местах обитания личинок варьирует от 0,2 до

0,8 м/сек. Субстратом для преимагинальных фаз служат водная растительность, а также камни и любые предметы, попавшие в воду: полиэтиленовые пленки, крышки и др. Плотность личинок и куколок в местах обитания незначительна и колеблется от 30–40 шт./дм<sup>2</sup>.

Зимовка стенобионтных видов мошек в изученных водотоках проходит в фазе личинки (*E. angustipes*, *O. baracornis*, *O. intermedia*, *O. deserticola*), либо в фазе личинки или яйца (*H. latipes*, *E. aureum*, *O. frigida*, *O. pratora*). В зависимости от погодных условий некоторые виды могут зимовать то в фазе яйца, то в фазе личинки (*O. caucasica*, *W. balcanica*).

Стенобионтные виды мошек на территории Донбасса могут являться моновольтинными (*H. latipes*, *O. caucasica*, *O. deserticola*) или поливольтинными и иметь от 2 до 4 генераций в год.

Стенобионтные виды мошек были обнаружены только в относительно чистых водоемах с прозрачной незамутненной водой. Это позволяет использовать их в качестве биоиндикаторов загрязненности воды. Все вышеуказанные виды мошек не зарегистрированы как кровососы человека и домашних животных.

#### Список литературы

1. Рева, М.В., Усова, З.В., Семушин, Р.Д., Гринь, В.И. Мошки (Diptera, Simuliidae) рода *Odagmia* Enderlein, 1921 юго-востока Украины // Проблемы экологии и охраны техногенного региона. – 2012. – № 1 (12). – С. 154-168.
2. Рева, М.В., Усова, З.В., Семушин Р.Д. Фауна и биология мошек (Diptera, Simuliidae) рода *Odagmia* Enderlein, 1921 юго-востока Украины // Проблемы экологии и охраны техногенного региона. – 2013. – № 1 (13). – С. 134-163.
3. Рева, М.В., Щелкова, Е.В., Бакланова, А.Э. Редкие и малочисленные виды мошек Донецкой области // Проблемы экологии и охраны техногенного региона. – 2017. – № 3–4. – С. 25-47.
4. Рубцов, И.А. Мошки (сем. Simuliidae). Фауна СССР. Двукрылые насекомые. – М., Л.: Изд-во АН СССР, 1956. – Т. 6, вып. 6. – 860 с.
5. Сухомлін, К.Б. Мошки підродини Simuliinae мішаних лісів Європи (фауна, морфологія, філогенія, систематика, екологічні особливості): автореф. дис. ... докт. біол. наук. – К., 2013. – 40 с.
6. Усова, З.В. Фауна мошек Карелии и Мурманской области. – М., Л.: Изд-во АН СССР, 1961. – 267 с.
7. Янковский, А.В. Определитель мошек (Diptera, Simuliidae) России и сопредельных территорий бывшего СССР. – СПб.: Изд-во РАН, 2002. – 570 с.

## МЕСТА ВЫПЛОДА КРОВОСОСОВ КАК ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ОЧАГИ ЗООАНТРОПОНОЗНЫХ ИНВАЗИЙ

*Рязанцева А.Е.*, канд. биол. наук, доцент,  
*Маслодудова Е.Н.*, канд. биол. наук, доцент  
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР  
*maslodudova@mail.ru*

Болезни, общие для животных и человека занимают большое место среди опасных паразитарных заболеваний, часто приводящие к инвалидности или летальному исходу. Поэтому с целью профилактики и борьбы с ними необходимо проводить системные исследования переносчиков трансмиссивных болезней, изучение их биологии, мест выплода и распространения.

Известно, что в циркуляции и резервации возбудителей природно-очаговых болезней в естественных биоценозах участвуют более 600 видов позвоночных животных, в том числе свыше 200 видов млекопитающих и более 250 видов птиц. Сотни видов кровососущих членистоногих передают более 200 болезней животным и человеку, и список этот постоянно увеличивается. Мигрирующие птицы участвуют в переносе более 20 инфекционных болезней, в том числе общих для животных и человека, таких как бруцеллез, лептоспироз, туляремия, орнитоз и другие. Кроме птиц возбудителей на дальние расстояния переносят кровососущие насекомые. Они часто становятся причиной формирования новых природных очагов в популяциях позвоночных животных.

Поэтому изучение эколого-фаунистических характеристик кровососущих двукрылых – комаров, мошек, мокрецов, слепней не теряет своей актуальности.

В окрестностях г. Донецка имеются благоприятные биотопы, в которых происходит развитие и выплод преимагинальных фаз кровососущих двукрылых насекомых (гнус): комаров (семейство Culicidae), мошек (семейство Simuliidae), мокрецов (семейство Ceratopogonidae), слепней (семейство Tabanidae). В период массового лета эти кровососы причиняют большое беспокойство жителям города своими укусами. Кроме того, они зарегистрированы как переносчики возбудителей опасных заболеваний: малярии, лимфоцитарного хориоменингита, лихорадки Западного Нила, дирофиляриоза, вухеририоза, филяриатоза, онхоцеркоза, а также являются механическими переносчиками возбудителей туляремии, сибирской язвы, бруцеллеза.

Территория г. Донецка в гидрографическом положении относится к водоразделу бассейна Днестра и бассейна рек Приазовья.

Среди водных объектов города следует выделить 4 малые реки, а также 108 водоёмов, с площадью водного зеркала более 1 га, из них 6 водохранилищ и 72 пруда. Общая площадь водоёмов и прудов составляет 640,8 га, объем водных ресурсов – 22 460,6 тыс. м<sup>3</sup>. Основной рекой, протекающей через центр города, является Кальмиус.

На формирование мест выплода преимагинальных фаз кровососущих двукрылых большое влияние оказывают антропогенные факторы (мелиоративные работы, строительство жилых и промышленных объектов, метро, применение инсектицидов, закрытие шахт), которые способствуют возникновению новых, не имеющих аналогов биотопов для развития и выплода преимагинальных фаз кровососущих двукрылых. В связи с этим изменяется фауна и экология некоторых видов кровососов, отмечены виды, которые перешли к синантропному образу жизни.

Благоприятные климатические условия способствуют увеличению периода развития бициклических и полициклических видов кровососов, способствуют продолжительной активности взрослых кровососов (апрель-октябрь).

Необходимо отметить, что образование новых биотопов для развития преимагинальных фаз кровососущих двукрылых опережает их ликвидацию, в связи с чем численность кровососов в городе возрастает, и это увеличивает потенциальную опасность нападения их на человека и возникновения заболеваний, передаваемых этими кровососами.

В промышленных городах изменяется численность популяций кровососов. Под влиянием антропогенных условий резко разрушается природная сбалансированность паразитарных систем на урбанизированных территориях. Урбанизация дает новое направление в эволюции кровососущих двукрылых. В связи с этим мониторинговые отслеживания мест выплода, смены видового комплекса гнуса (кровососущих двукрылых) приобретает особое значение в современных условиях больших городов.

**Семейство *Culicidae* – кровососущие комары.** Выплод кровососущих комаров происходит как в постоянных, так и во временных водоёмах, которые представлены заболоченными берегами рек, различными прудами, в том числе биологическими прудами и картами полей фильтрации очистных сооружений, искусственными водоёмами (различные ёмкости с водой, фонтаны, автопокрышки, затопленные водой и др.). Особое значение имеют подземные искусственные водоёмы, к которым относятся подтопленные подвалы жилых домов, различных сооружений и зданий, канализационные люки, магистральные трубы парового отопления и т.д. Необходимо отметить, что в последние годы почти во всех зарегистрированных биотопах происходит выплод преимагинальных фаз малярийных комаров, и они все в большей степени вытесняют немалярийных.

На территории города обитает 23 вида, относящиеся к 5 родам: *Anopheles* Mg. – 4 вида; *Uranotaenia* Arrib. – 1 вид; *Culiseta* Felt. – 3 вида; *Aedes* Mg. – 10 видов; *Culex* – 5 видов. Массовыми видами зарегистрированы: *Anopheles maculipennis* Meig., *An. messae* Fall., *Aedes caspius caspius* Pall., *Ae. caspius dorsalis* Mg., *A. excrucians* Walker, *A. flavescens* Mull., *A. cataphylla* Dyar., *Culex pipiens pipiens* L., *C. pipiens molestus* Forsk.

**Семейство Simuliidae – мошки.** Мошки мелкие двукрылые насекомые из подотряда Nematocera в отличие от других компонентов гнуса развиваются только в проточных водоёмах. Самки многих видов – кровососы. В связи с этим необходимо знать места их выплода с целью разработки эффективных биологических мер снижения их численности в природе. В окрестностях г. Донецка в более 30 водотоках собраны личинки и куколки мошек. Зарегистрированы 7 массовых видов: *Nevermania angustitarsis* (Lundstr., 1911), *Eusimulium lationum*: *Odagmia ornata* (Meig., 1818), *Boophthora erythrocephala* (De Geer, 1776), *Simulium nolleri* (Fried, 1920), *Eusimulium aureum* (Fries, 1824), *Wilhelmia mediterranea* (Puri).

**Семейство Ceratopogonidae – мокрецы.** Биотопами преимагинальных фаз мокрецов зарегистрированы мелководные участки рек, озер, заболоченностей со стоячей и слабопроточной водой, богатой разлагающимися органическими остатками; почва, ил стоячих водоёмов, гниющая влажная древесная труха, дупла, под корой деревьев, влажная подстилка в парках и скверах. На исследуемой территории обитает 15 видов мокрецов *Culicoides pulicaris* L., *C. punctatus* Mg., *C. obsoletus* Mg., *C. minutissimus* Zett., *C. fascipennis* Staeg., *C. simulator* Edw., *C. cubitalis* Edw., *C. nubeculosus* Mg.

**Семейство Tabanidae – слепни.** К семейству слепни относятся самые крупные кровососущие двукрылые. Основными биотопами преимагинальных фаз зарегистрированы постоянные водоёмы: берега рек Кальмиус, Бахмутка, Грузская; многочисленные городские пруды и пруды Ботанического сада, ручьи; балки Богодуховская, заболоченности Путиловской роши и др. Большая часть личинок предпочитает биотопы, которые образованы заводями рек с хорошо развитой прибрежной растительностью. Личинки обитают на пологих, хорошо освещенных берегах, предпочитая участки с зарослями камыша, рогоза. Многочисленными видами отмечены следующие: *Chrysops rufipes* Mg., *Tabanus bovinus* Lw., *Tabanus bromius* L., *Tabanus autumnalis* L., *Hybomitra ukrainica* Ols., *Hybomitra pluvialis*.

Видовой состав и разнообразие биотопов для выплода преимагинальных фаз кровососущих двукрылых на исследуемой территории указывают на сложность энтомологической обстановки урбанизированных территорий.

## РЕДКИЕ И НАХОДЯЩИЕСЯ ПОД УГРОЗОЙ ИСЧЕЗНОВЕНИЯ НАСЕКОМЫЕ ДОНБАССА

*Рязанцева А.Е.*, канд. биол. наук, доцент,  
*Маслодудова Е.Н.*, канд. биол. наук, доцент  
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР  
*maslodudova@mail.ru*

Сохранение биоразнообразия – одна из актуальных проблем современности, существования жизни на Земле. Многие виды насекомых находятся под угрозой исчезновения. Роль насекомых в экосистемах и жизнедеятельности человека общеизвестна. Они являются опылителями, санитарами природы, регуляторами численности насекомых-вредителей, производят ценные лекарственные вещества и продукты. Кроме того, это эстетическая составляющая в воспитании детей.

Изучение фауны насекомых Донбасса проводится с 1967 года. В музейном фонде кафедры зоологии и экологии хранятся коллекции редких и исчезающих видов насекомых Донбасса.

За последние десятилетия отмечена выраженная обедненность энтомофауны, находящаяся под влиянием многих отрицательных факторов окружающей среды. Это, прежде всего интенсификация сельскохозяйственного развития, распашка земельных неугодий, неограниченное, неконтролируемое использование химических обработок в растениеводстве, строительство новых автострад, вырубка лесонасаждений и др. Безусловно, самым негативным фактором являются непрекращающиеся военные действия на территории области. Эта проблема волнует, вызывает тревогу пока только узкого круга специалистов.

Мы приводим список 26 видов насекомых, занесенных в Красную Книгу СССР и УССР, обитающих на территории Донбасса и хранящихся в зоологическом музее кафедры.

1. Боливария короткокрылая – *Bollivaria brachyptera* Pall.
2. Дыбка степная – *Saga pedo* Pall.
3. Красотел пахучий – *Callosoma sycophanta* L.
4. Жук олень – *Lucanus cervus* L.
5. Отшельник – *Osmoderma eremite* Scop.
6. Усач большой дубовый – *Cerambyx cerdo* L.
7. Шмель степной – *Bombus pomorum* Pan.
8. Шмель обыкновенный – *Bombus proteus* Gerst.
9. Пчела плотник – *Xylocopa valga* Gerst.
10. Ксилокопа фиолетовая – *Xylocopa violaceae* L.

11. Сколия гигант – *Scolia maculata* Drury.
12. Сколия степная – *Scolia hirta* Schr.
13. Ктырь гигантский – *Satanas gigas* Evers.
14. Павлиний глаз малый ночной – *Eudia pavonia* L.
15. Бражник «мертвая голова» – *Manduca atropos* L.
16. Бражник шмелевидка – *Hemaris tityus* L.
17. Бражник олеандровый – *Deilephila nerii* L.
18. Бражник прозерпина – *Proserpinus proserpina* Pall.
19. Медведица Гера – *Callimorpha quadripunctata* Poda.
20. Махаон – *Papilio machaon* L.
21. Подалирий – *Iphiclides podalirius* L.
22. Поликсена – *Zerynthia polyxena* D. Et Schiff.
23. Переливница большая – *Apatura iris* L.
24. Голубянка степная угольная – *Neolycaena rhymnus* Evers.
25. Пестрянка лета – *Zygaena laeta* Hubn.
26. Дозорщик император – *Anax imperator* Leach.

Состояние вида зависит от благополучия его отдельных популяций, которое, в свою очередь, определяется условиями конкретного местообитания. Поэтому, сохранение редких видов возможно только при сохранении их мест обитания. Поддержание естественных особенностей уязвимых видов наиболее эффективно может осуществляться, главным образом, в пределах особо охраняемых природных территорий, где исключено воздействие хозяйственной деятельности человека.

На территории Донбасса важную природоохранную функцию выполняет Донецкий ботанический сад. Природа его уникальна, что обуславливает формирование здесь богатой флоры и фауны. А также природные заповедники – Зуевский, Хомутовская степь.

Изученность энтомофауны Донбасса недостаточна и неравномерна по отношению к разным отрядам. В углубленном изучении нуждаются отряды первичнобескрылых, поверхностно изучены отряды Hymenoptera, Orthoptera.

Заслуживает особого внимания группа насекомых – опылителей. Известно, что 87% растений энтомофильны. Дикие пчелы, шмели, многие мухи, жуки, бабочки эффективно опыляют культуры в природе.

Чтобы охранять, надо системно проводить фаунистические исследования, составлять списки видов, выявлять места обитания редких и исчезающих видов.

Кафедра зоологии и экологии является в регионе центром знаний и организатором по изучению сохранения, распространения и использования насекомых.



## К ФАУНЕ И ЭКОЛОГИИ ПРЯМОКРЫЛЫХ (ORTOPTERA) ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ

*Терещенко Д.А.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР  
ГУК «Донецкий республиканский краеведческий музей», г. Донецк, ДНР  
*tda7\_27@mail.ru*

В 2015-2018 гг. нами была обследована территория северо-восточного Приазовья и южные отроги Донецкого Кряжа в границах Донецкой Народной Республики на предмет изучения фауны и экологии прямокрылых насекомых. Сбор материала проводился по общепринятой методике посредством кошения стандартным энтомологическим сачком. Дополнительно для составления видового списка прямокрылых послужили коллекции кафедры зоологии и экологии Донецкого национального университета. В настоящее время выявлено 64 вида прямокрылых насекомых, относящихся к 41 роду и 4 надсемействам.

Из них встречаются виды, занесенные в Красный список МСОП: *Poecilimon brunneri* Friv., *P. heroicus* Shchelk., *P. scythicus* Stschelk., *Onconotus servillei* F.-W., *Saga pedo* Pall., *Gampsocleis glabra* Hbst., *Paracinema tricolor* Thnb.

Доминирующими видами весенне-раннелетнего периода в заповедных территориях являются *Poecilimon brunneri* Friv., *P. heroicus* Shchelk., *Gryllus campestris* L., *Pseudochorthippus parallelus* Zett., *Leptophyes albovittata* Koll. В этот период на антропогенно трансформированных территориях часто встречается конек рода *Chorthippus* группы *biguttulus-brunneus*. В большом количестве отмечен и *Leptophyes albovittata* Koll., который встречается в условиях лугового разнотравья, не подверженный интенсивной хозяйственной нагрузке.

В летний период на целинных участках, расположенные на побережье Азовского моря, отмечается массовое появление имаго *Calliptamus barbarus* Costa, в то же время в большом количестве встречается *Calliptamus italicus* L. на заброшенных полях, а также целинных участках с типчаково-полынными растительными формациями. На лугах, состоящих в основном из пырея ползучего, часто встречается луговой скачок *Metrioptera roeselii* Hag.

К концу летнего периода начинают доминировать имаго *Chorthippus* группы *biguttulus-brunneus*, *C. loratus* F.-W. и *C. macrocerus* F.-W. Первый и третий вид встречаются повсеместно в степях. Второй – характерен для луговых растительных ассоциаций весь теплый сезон, а к концу осени перемещается на хорошо прогретые солнцем степные участки. В большом

количестве в типчаково-разнотравных степях с разреженным травостоем отмечается скачок сходный, или родственный *Platycleis affinis* F. Некоторые экземпляры этого вида могут быть встречены на газонах в центре города Донецка, что свидетельствуют об активной миграционной способности этого вида. Для мезофитных травяных растительных ассоциации вблизи водоемов с высотой травостоя более 40-50 см преобладают имаго *Conocephalus discolor* Thnb. Проведенные наблюдения так же показали, что особи *C. discolor* Thnb. часто встречается на хорошо орошаемых селитебных участках, где культивируются высокие декоративные злаковые растения, а также сельскохозяйственные культуры как огурцы, кукуруза, иногда подсолнух. Очень важно отметить, что они не являются вредителями, а наоборот, выступают регуляторами численности тлей, которые повреждают вышеперечисленные культурные растения.

В летнее время для древесно-кустарниковых насаждений характерны виды *Oecanthus pellucens* Scop., *Tettigonia viridissima* L., *Phaneroptera falcata* Poda.

Единично отмечены виды *Gryllotalpa unispina* Sauss. и *Myrmecophylus acervorum* Panz. Эти виды редки в коллекции автора из-за специфичности методик сбора.

Мало встречаемыми видами на исследованной территории являются *Tetrix subulata* L., *Conocephalus dorsalis* Latr., *Platycleis stricta* Zell., *Euthystira brachyptera* Ocsk., *Omocestus viridulus* L., *Stenobothrus fischeri* Ev.

Среди прямокрылых на территории Донецкой области имеются вредители сельскохозяйственных культур, повреждающие подземные части растений, такие как *Gryllotalpa gryllotalpa* L., *Gryllotalpa stepposa* Zhant. Исследуя небольшой частный приусадебный участок было замечено, что медведка обыкновенная *G. gryllotalpa* L. встречается в местах с мягким постоянно увлажненным грунтом. Медведка степная *Gryllotalpa stepposa* Zhant., наоборот, способна вредить в местах с умеренной влажностью в почве и переносить её кратковременное отсутствие.

Итальянский прус *Calliptamus italicus* L. в природе встречается на целинных участках с типчаково-полынными растительными формациями, численность которого не превышает 7-10 особей на м<sup>2</sup>. На данный момент из-за сложившейся ситуации на изученной территории имеется огромное количество сельскохозяйственных площадей, которые не используются под выращивание культурных растений. Вместо этого поля покрываются сорными травами, среди которых в основном преобладает амброзия. Такие залежи стали пригодным местом постоянных гнездилищ итальянского пруса, плотность которого может превышать от 20 особей на м<sup>2</sup>. В южной части области на одном люцерновом поле было отмечено присутствие итальянского пруса, численность которого превышала 80 особей/м<sup>2</sup>.

Собственно, это создает возможную опасность массовой вспышки этого многоядного вредителя. По этой причине возникает необходимость в противосаранчовых мероприятиях в виде вспашки верхних слоев земли и опрыскивание инсектицидами. Во втором случае для сохранения урожая кормового растения, рекомендуется учитывать план засева площадей подалее от целинных участков или заброшенных полей.

УДК 595.76

## **ФАУНА И ЭКОЛОГИЯ ЖУКОВ-НЕКРОБИОНТОВ г. ДОНЕЦКА**

***Токарь А.И., Савченко Е.Ю.***

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР  
*tokar.asya98@mail.ru, katrinsavchenko@mail.ru*

Биосфера обладает одним из таких уникальных свойств, как самоочищение, в котором задействованы организмы с различными пищевыми специализациями (детритофаги, копрофаги, сапрофаги, проч.). Тема нашей работы посвящена некробионтной энтомофауне, так как именно она является первым звеном в детритных цепях и производит полное разложение органического вещества, что в свою очередь оказывает влияние на экологическое состояние среды [1, 3].

Целью нашего исследования было выявить структуру и видовой состав комплекса насекомых-некробионтов на различных пищевых субстратах. Основой для написания работы послужили материалы, собранные на территории г. Донецка с июня по август 2016 года и с июня по август 2017 года.

Для сбора некробионтов использовались приманки, в качестве которых применяли трупы различных животных: рыбы, лягушки, ящерицы, голубя, кролика, лабораторных мышей. В течение нескольких дней с этих трупов один раз в сутки при помощи ручного сбора снимали всех обнаруженных насекомых. Также, для фиксирования некробионтной энтомофауны прибегали к использованию ловушек Барбера.

В ходе исследования нами было собрано 682 экземпляра насекомых из следующих отрядов: Coleoptera, Diptera, Hymenoptera и Hemiptera. Общая численность факультативных и случайных некробионтов, к которым можно отнести, соответственно, перепончатокрылых и полужесткокрылых, не превышала 4 %. Количество же представителей отряда двукрылые составила 9,8 % от общей численности некробионтной энтомофауны. Наиболее многочисленным отрядом как в численном, так и в видовом отношении оказался отряд жесткокрылых, его удельная доля составила более 86 %.

Фауна жуков-некробионтов города Донецка включает 28 видов, которые относятся к 6 семействам: мертвоеды (Silphidae), стафилиниды (Staphylinidae), кожееды (Dermestidae), жужелицы (Carabidae), пластинчатоусые (Scarabaeidae), карапузики (Histeridae), и принадлежат 13 родам: *Nicrophorus* (Fabricius, 1775), *Silpha* (Linnaeus, 1758), *Thanatophilus* (Leach, 1815), *Creophilus* (Samouelle, 1819), *Staphylinus* (Linnaeus, 1758), *Dermestes* (Linnaeus, 1758), *Broscus* (Panzer, 1813), *Harpalus* (Latreille, 1802), *Ophonus* (Dejean, 1821), *Zabrus* (Clairville, 1806), *Onthophagus* (Latreille, 1802), *Saprinus* (Erichson, 1834), *Hister* (Linnaeus, 1758).

Полноту разнообразия видов колеоптера с учетом данных за два года можно было наблюдать на трупe кролика (13 видов), доминирующими семействами на котором оказались Histeridae (40,4 %) и Staphylinidae (22,8 %); на трупe рыбы зафиксировано 11 видов, в доминирующую группировку входило семейство Silphidae (36,4 %); на лабораторных мышях определено 9 видов, в качестве наиболее многочисленного семейства отмечено Dermestidae (50 %); на трупe голубя выявлено 4 вида, в число доминантов входило семейство Histeridae (53,8 %); на трупах лягушки и ящерицы зарегистрировано 2 вида.

Доминантную группу за все время сборов составило 4 семейства: Silphidae (213 экз.), Histeridae (117 экз.), Dermestidae (107 экз.), Staphylinidae (105 экз.).

Представителей семейства мертвоеды и кожееды можно отнести к облигатным некробионтам [1]. Сильфиды представлены в сборах следующими видами: *Nicrophorus vespillo* (Linnaeus, 1758) (1 экз.; 0,4 %), *Nicrophorus interruptus* (Stephens, 1830) (2 экз.; 0,9 %), *Silpha obscura* (Brulle, 1832) (57 экз.; 26,8 %), *Silpha carinata* (Herbst, 1783) (3 экз.; 1,4 %), *Thanatophilus rugosus* (Linnaeus, 1758) (59 экз.; 27,7 %), *Thanatophilus dispar* (Herbst, 1793) (9 экз.; 4,2 %), *Thanatophilus sinuatus* (Fabricius, 1775) (79 экз.; 37,1 %), *Thanatophilus terminatus* (Hummel, 1825) (3 экз.; 1,4 %).

Дерместиды на изучаемых пищевых субстратах представлены пятью видами: *Dermestes fasciventris* (Reitt, 1875) (14 экз.; 13,1 %), *Dermestes frischii* (Kugelann, 1792) (4 экз.; 3,7 %), *Dermestes lanarius* (Illiger, 1801) (16 экз.; 15,0 %), *Dermestes murinus* (Linnaeus, 1758) (30 экз.; 28,0 %), *Dermestes undulatus* (Brahm, 1790) (43 экз.; 40,2 %).

В число факультативных некробионтов входят представители семейства Histeridae и Staphylinidae [1]. В семействе карапузики определено 8 видов: *Hister bissexstriatus* (Fabricius, 1801) (5 экз.; 4,3 %), *Hister impressus* (Fabricius, 1798) (3 экз.; 2,6 %), *Saprinus aeneus* (Fabricius, 1775) (76 экз.; 65,0 %), *Saprinus cribellatus* (Marseul, 1855) (1 экз.; 0,9 %), *Saprinus immundus* (Gyllenhal, 1827) (21 экз.; 18,0 %), *Saprinus lateralis* (Motschulsky, 1849) (7 экз.; 6,0%), *Saprinus maculatus* (Rossi, 1792) (1 экз.; 0,9 %), *Saprinus subvirescens* (Menetries, 1832) (3 экз.; 2,6 %). Из представителей семейства Staphylinidae можно назвать такие виды как *Creophilus maxillosus* (Linnaeus, 1758) и *Staphylinus caesareus* (Cederhjelm, 1798).

В ходе определения собранного материала, нами были отмечены морфологические аномалии у трёх видов мертвоедов из восьми. В частности, зафиксированы мутации члеников усика *Silpha obscura* и *Thanatophilus rugosus*, а также изменения жилкования надкрылий у *Thanatophilus sinuatus*. Тератология насекомых является одним из направлений общей энтомологии. Использование морфологических аномалий насекомых в мониторинге среды требует их выявления и идентификации, а, соответственно, и разработки их классификации с учетом причинных факторов. Но пока такая классификация в предварительном и весьма неполном виде разработана только для жуков [2]. Среди колеоптера необходимыми для использования в целях биоиндикации признаками обладают герпетобионтные хищники и некрофаги семейств жужелицы (Carabidae) и мертвоеды (Silphidae). Обладая рядом четко выраженных морфологических признаков и способностью аккумулировать в своих телах токсические вещества и мутагены, нарушающие ход морфогенеза, жужелицы и мертвоеды служат удобными тест-объектами для оценки качества среды.

В результате проведенных исследований нами было определено, что комплекс насекомых-некробионтов в условиях города Донецка состоит из 28 видов, относящихся к 13 родам и 6 семействам. В круг основных пищевых объектов некробионтных жесткокрылых города Донецка входят все классы позвоночных животных.

#### Список литературы

1. Лябзина, С.Н. Беспозвоночные-некробионты и их участие в утилизации органического вещества в наземных и водных экосистемах Европейского Севера: авторефер. дис. ... канд. биол. наук. – Петрозаводск, 2003. – 25 с.
2. Присный, А.В. Классификация морфологических аномалий жесткокрылых насекомых (Coleoptera) // Научные ведомости. – 2009. – № 11 (66). – С. 72-81.
3. Пушкин, С.В. Жуки-мертвоеды и кожееды (Coleoptera: Silphidae, Dermestidae) Центрального Предкавказья (фауна, экология, хозяйственное значение): авторефер. дис. ... канд. биол. наук. – Астрахань, 2002. – 26 с.

УДК 598.2

### К ОСЕННЕЙ МИГРАЦИИ ПТИЦ В 2016 ГОДУ НА ТЕРРИТОРИИ БООПТРЗ «ХОМУТОВСКАЯ СТЕПЬ – МЕОТИДА»

**Чайка М.А.**

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

Изменения в видовом составе и численности птиц на различных территориях уже более столетия привлекают внимание ученых. Особый

интерес вызывает выяснение их связи с факторами антропогенного характера. С этой целью, а также для предотвращения глубоких изменений катастрофического характера в биосфере, проводится фоновый мониторинг популяций птиц на обширных территориях [1]. Учеты птиц во все сезоны позволяют понять способы использования ими различных угодий, что важно для охраны и самих птиц, и их местообитаний. Частично орнитологическая обстановка в Северном Приазовье в период миграций и зимовок освещена по состоянию на 2012-2015 гг. [2].

С этой целью также был проведен пеший маршрутный учет численности птиц на неограниченной полосе 21-22 октября 2016 г. на территории отделения «Меотида» БООПТРЗ «Хомутовская степь – Меотида». Закрепленные ранее мониторинговые площадки обследовались полностью (Залив Кривой косы, Кривокосские бакаи, пруд Кирпичный, Еланчанские бакаи, Гырло р. Грузской Еланчик), либо частично (Стрелка Кривой косы, Кривокосский лиман, Населенные пункты (г. Новоазовск, п. Седово)) из-за погодных условий. В дни учетов держалась холодная (+5 – +10 °С) и ветреная (5 – 10 м/с) погода. Степень обводненности водно-болотных угодий низкая: на Еланчанских бакаях – около 1 %, на Кривокосских бакаях – 0 %, зеркало Кривокосского лимана – 90 %. В эти дни также наблюдался северный сгонный ветер, поэтому на Стрелке Кривой косы оголились мелководные участки.

Исследования проведены в рамках научной программы БООПТРЗ «Хомутовская степь – Меотида» «Летопись природы» и госбюджетной темы кафедры зоологии и экологии ГОУ ВПО «ДонНУ» «Состав и структура сообществ беспозвоночных и позвоночных животных природных и антропогенных трансформированных экосистем Донбасса». Автор выражает благодарность Д.А. Терещенко за товарищество в полевых условиях.

За время исследований было учтено 7093 особи 36 видов и 6 не определенных до вида групп птиц, относящихся к 20 семействам 11 отрядов. Традиционно для подобных учетов наибольшее количество видов отмечено в отрядах Воробьинообразные (19), Гусеобразные (8) и Ржанкообразные (6), а для остальных отрядов – лишь по одному виду. По численности преобладали представители отрядов Ржанкообразные (4 481 особь), Гусеобразные (1 435), Воробьинообразные (676) и Пеликанообразные (463). Численность остальных отрядов колебалась от 1 до 20 особей.

Анализ видового разнообразия по биотопам показал, что наибольшее количество видов (19) наблюдалось в населенных пунктах, где сложились благоприятные защитные и кормовые условия для воробьинообразных птиц: 15 из 19 видов отряда учтено в этом биотопе. Среди водно-болотных угодий традиционно высокое (для рассматриваемых учетов) разнообразие наблюдается на участках Еланчанские бакаи, Стрелка Кривой косы, Залив

Кривой косы и Гырло р. Грузской Еланчик (13, 12, 11 и 9 видов соответственно). На остальных участках встречено от 4 до 6 видов, что может быть связано с небольшой обследованной площадью (пруд Кирпичный и Кривокосский лиман) или отсутствием воды в лиманах (Кривокосские бакаи). Интересно также отметить, что большинство видов птиц (29) отмечены на 1-2 мониторинговых площадках, 6 видов – на 3-4 площадках, и один вид (озёрная чайка) – на 7. При этом на трёх участках встречены её единичные особи, а на четырех – группы более 200 птиц.

Анализ численности птиц по биотопам показал, что наиболее ёмкими угодьями были Еланчанские бакаи (2 720 особей), Стрелка Кривой косы (1 514) и Залив Кривой косы (1 293). Однако, поскольку на Стрелке Кривой косы обследована только половина территории, а также учитывая результаты многолетних наблюдений, можно предположить, что указанная мониторинговая площадка занимает первое место в данном рейтинге. На Кривокосском лимане, в Населенных пунктах и в Гырле р. Грузской Еланчик учтено от 200 до 800 особей, а на остальных площадках – менее 40 особей.

Крупные скопления птиц отмечены на участках Стрелка Кривой косы, Залив Кривой косы, Кривокосский лиман, Еланчанские бакаи и Гырло р. Грузской Еланчик. Основу их составляли большой баклан, пеганка, кряква, малая и озёрная чайки, хохотунья.

Среди Пеликанообразных отмечен только большой баклан, который образовал крупное скопление на Стрелке Кривой косы, а на других территориях встречался единично или отсутствовал. Отряд Гусеобразные имел среднее разнообразие и численность сравнительно с результатами учетов прошлых лет. По численности преобладали пеганка и кряква, которые образовали скопления на трёх мониторинговых площадках. Семейство Чайковые представлено тремя видами, которые образовали скопления на четырёх участках. Среди представителей отряда Воробьинообразные наибольшей численности достигают обыкновенный скворец (216 особей), грач (131), домовый воробей (101) и желтая трясогузка (89). Первые три вида в основном отмечались небольшими группами в населенных пунктах, а последний – на Стрелке Кривой косы, где, возможно, формируется его предотлётное скопление.

Определенный интерес представляют также встречи единичных особей большой поганки, серой цапли, широконоски, лысухи, большого кроншнепа, деревенской ласточки, белой трясогузки, черноголового чекана, горихвостки-чернушки, которые задержались на местах гнездования или миграционной остановки. Обычно указанные виды не зимуют на обследованной территории и в сентябре-октябре заканчивается их массовый пролёт. В то же время, раньше обычного времени зимовки отмечен чиж. Уникальна встреча стайки из 15 особей длиннохвостой синицы, которые кормились в лесополосе вдоль дороги Новоазовск – Седово.

Таким образом, в ходе учетов птиц во время осенней миграции были отмечены оседлые виды, позднеперелетные, а также раннезимующие. Это позволяет сделать вывод, что погодные условия во второй декаде октября оставались достаточно благоприятными для теплолюбивых видов. В то же время в дни учетов сложились сложные погодные условия, что обусловило сравнительно низкое видовое разнообразие и численность птиц.

#### **Список литературы**

1. Делани, С. Руководство по методологии мониторинга водоплавающих птиц: общие подходы к организации и проведению учетов. – Wetlands International Black Sea programme, 2011. – 64 с.
2. Бронсков, А.И., Мосин, Г.Г., Бронскова, М.А. Факторы гибели птиц на линиях электропередачи средней мощности (35-110 кВ) в Северном Приазовье // Бранта: сборник научных трудов Азово-Черноморской орнитологической станции. – 2016. – Вып. 19. – С. 31-52.

УДК 595.423 : 574.34

## **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА НАСЕЛЕНИЯ ПАНЦИРНЫХ КЛЕЩЕЙ ТЕРРИКОНА ШАХТЫ «ЗАПЕРЕВАЛЬНАЯ» Г. ДОНЕЦКА**

*Штириц А.Д.*, канд. биол. наук, доцент,  
*Винник Ю.А.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР  
*eco-1999@mail.ru*

**Введение.** Характерной чертой Донбасса являются терриконы – породные отвалы угольных шахт. Высота терриконов достигает 100 м, углы откосов – 40°, занимая площадь – десятки гектаров [6]. Сейчас в Донбассе из 1 185 отвалов шахтных пород 804 недействующих и 381 действующий, 397 отвалов горят [2, 5]. Наиболее эффективным направлением оптимизации терриконовых ландшафтов является лесная рекультивация. Лесные насаждения рассматриваются в качестве основного фактора управления экологической опасностью, поскольку обладают способностью радикально снижать интенсивность эрозии и дефляции поверхности терриконов [6].

Об эффективности зарастания терриконов растительностью на терриконах можно косвенно судить по состоянию почвенного населения, которое попадает на террикон путём самостоятельной миграции с прилегающих территорий или в результате заноса с почвой при рекультивационных мероприятиях. Одной из пионерных групп почвообитающих членистоногих на отвалах шахтной породы являются



панцирные клещи или орибатидаы. Перерабатывая растительный опад, они играют важную роль в процессе формирования почвы и круговороте веществ в ходе сукцессионного процесса на терриконах.

**Целью** данной работы было установление видового состава и экологической структуры населения панцирных клещей террикона шахты «Заперевальная» г. Донецка.

Террикон эксплуатируется с 1970 г., его высота – 56 м, отвал плоский, горящий, занимает площадь 24,5 га, частично озеленённый [7].

**Материал и методы.** Для изучения состава и экологической структуры сообществ панцирных клещей террикона шахты «Заперевальная» нами был применён катенный подход. В октябре 2017 г. на трех позициях техногенной катены (элювиальной (вершина), транзитной (склон) и аккумулятивной (подножие)) была собрана 21 почвенная проба (по 7 проб с каждой позиции объемом 250 см<sup>3</sup>), из которых было извлечено 650 экз. имаго орибатид, относящихся к 26 видам.

Отбор почвенных проб и выгонка клещей в термоэлектрорах проводились по общепринятой методике Е.М. Булановой-Захваткиной [1]. Видовая принадлежность панцирных клещей устанавливалась при микроскопировании с помощью микроскопа Zeiss Primo Star (Германия). Для анализа структуры доминирования сообществ использовались градации доминирования по шкале Г. Энгельманна [8] для микроартропод. Анализ распределения жизненных форм проведен в соответствии с работами Д.А. Криволуцкого [3, 4]. Для оценки экологического разнообразия сообществ панцирных клещей использован индекс Шеннона.

**Результаты исследования.** Максимальные значения видового богатства и плотности населения панцирных клещей отмечены на аккумулятивной и транзитной позициях техногенной катены. Показатель средней плотности населения на аккумулятивной позиции очень высокий для терриконов – 28 800 экз./м<sup>2</sup>, в основном за счёт супердоминирования одного вида – *Subiasella quadrimaculata*. На склоне террикона средняя плотность составила 7 310 экз./м<sup>2</sup>, минимальные значения зарегистрированы на элювиальной позиции – 1 370 экз./м<sup>2</sup>. Максимум видового богатства орибатид отмечен на транзитной позиции – 18 видов, несколько ниже этот показатель был на аккумулятивной – 13 видов. На элювиальной позиции катены обнаружено всего 8 видов орибатид.

Анализ структуры доминирования орибатид на аккумулятивной позиции показывает, что явным эудоминантом является вид *S. quadrimaculata* (71,4 %), доминантом – *Zygoribatula terricola ucrainica* (14,9 %), 1 вид отнесён к субдоминантам – *Ceratozetes bulanovae*, 4 – к рецедентам и 6 – к субрецедентам. На транзитной позиции террикона доминируют 3 вида: *Schelorbitates laevigatus* (17,9 %), *Ramusella mihelcici* (14,1 %), *Protoribatates capucinus* (12,5 %), 5 видов – субдоминантов, 5 – рецедентов и 5 – субрецедентов. На элювиальной позиции террикона

отмечено три доминирующих вида: *Tectocephus velatus* (33,3 %), *Camisia biverrucata* (28,8 %), *Tectoribates ornatus* (12,5 %). Ещё 5 видов относятся к субдоминантам, группы рецедентов и субрецедентов отсутствуют.

Население панцирных клещей исследуемого террикона представлено 5-ю жизненными формами: глубокопочвенные формы, вторично неспециализированные формы, обитатели мелких почвенных скважин, обитатели толщи подстилки и обитатели поверхности почвы. На элювиальной позиции обнаружены представители четырех адаптивных типов орибатид, доминируют вторично неспециализированные формы (54,2 %). Значительно меньший вклад вносят глубокопочвенные формы, обитатели толщи подстилки и поверхности почвы (обитатели мелких почвенных скважин не обнаружены). На транзитной позиции доминируют вторично неспециализированные формы (57,0 %), почти четверть населения составляют обитатели мелких почвенных скважин (24,2 %), несколько меньший вклад вносят обитатели поверхности почвы (13,2 %), незначительно представлены обитатели толщи подстилки (3,9 %) и глубокопочвенные формы (1,5 %). На аккумулятивной позиции на долю глубокопочвенных форм приходится 72,6 %, вторично неспециализированных форм – 25,6 %, незначительно представлены обитатели мелких почвенных скважин (1,5 %) и поверхности почвы (0,2 %).

Кластерный анализ сообществ панцирных клещей показывает высокую степень сходства населения орибатид элювиальной и транзитной позиций, и значительное отличие от них структуры сообщества на аккумулятивной позиции техногенной катены.

**Выводы.** На терриконе шахты «Заперевальная» отмечены высокие показатели средней плотности населения орибатид у подножия – 28800 экз./м<sup>2</sup>, минимум зафиксирован на вершине – 1370 экз./м<sup>2</sup>. Однако такая высокая численность на аккумулятивной позиции катены достигается за счет супердоминирования одного вида *S. quadrimaculata*. Всего на терриконе обнаружено 26 видов орибатид. Максимум видового богатства отмечен на склоне террикона – 18 видов, что отражается на высоком показателе экологического разнообразия сообществ (индекс Шеннона 2,4), минимум зафиксирован на вершине – 8 видов. У подножия отмечено 13 видов и минимальный показатель экологического разнообразия (индекс Шеннона 1,1). К доминирующим видам орибатид исследуемой техногенной катены относятся *S. quadrimaculata*, *Z. terricola ucrainica*, *S. laevigatus*, *R. mihelcici*, *P. capucinus*, *T. velatus*, *C. biverrucata*, *T. ornatus*. На терриконе отмечены представители практически всех жизненных форм панцирных клещей, у подножия явно доминируют глубокопочвенные формы, на склоне и вершине – вторично неспециализированные формы.

#### Список литературы

1. Буланова-Захваткина, Е.М. Панцирные клещи – орибатиды. – М.: Высш. шк., 1967. – 254 с.

2. Гаврик, С.Ю., Назарова, А.В., Бондарь, В.И. Проблема утилизации горных пород в производстве бетонов // Экология. – 2002. – № 2. – С. 30–31.
3. Криволицкий, Д.А. Морфо-экологические типы панцирных клещей (Acariformes, Oribatei) // Зоол. журн. – 1965. – 44, № 8. – С. 1176-1189.
4. Панцирные клещи: морфология, развитие, филогения, экология, методы, исследования, характеристика модельного вида *Nothrus palustris* C.L. Koch, 1839 / Криволицкий Д.А., Лебрен Ф., Кунст М. и др. / Под ред. Д.А. Криволицкого. – М.: Наука, 1995. – 224 с.
5. Сорокина, Л.Ю. Концептуальные основы исследования ландшафтов, находящихся под влиянием техногенных объектов // Украинский географический журнал. – 2009. – № 1. – С. 3-8.
6. Терриконы: монография / Л.Г. Зубова, А.Р. Зубов, А.А. Зубов и др. – Луганск: Изд-во «Ноулидж», 2015. – 712 с.
7. Терриконы Донецка. URL: [http://miningwiki.ru/wiki/Терриконы\\_Донецка](http://miningwiki.ru/wiki/Терриконы_Донецка) (дата обращения: 20.09.18).
8. Engelmann, H.-D. Zur Dominanzklassifizierung von Bodenarthropoden // Pedobiologia. – 1978. – Bd. 18, Hf. 5/6. – S. 378-380.

УДК 595. 423 : 574. 34

## МОНИТОРИНГ ПАНЦИРНЫХ КЛЕЩЕЙ (ACARIFORMES: ORIBATEI) ЕСТЕСТВЕННЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ЭКОТОПОВ В УСЛОВИЯХ ДОНБАССА

**Ярошенко Н.Н.**, д-р. биол. наук, профессор

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

*yaroshenko-1935@mail.ru*

**Введение.** Панцирные клещи-орибатиды – одна из наиболее многочисленных групп почвенных членистоногих. Они принимают активное участие в почвообразовательных процессах. Учитывая большую роль орибатид в природе нами, начиная с 1968 г., проводятся мониторинговые исследования с целью установления видового состава, численности, обилия, индексов доминирования, сезонной и суточной динамики численности в естественных и техногенных экотопах Донбасса.

**Материал и методика исследований.** Сбор научного материала проводили на протяжении 50 лет в различных экотопах естественных и техногенных ландшафтов Донбасса. Почвенные образцы брали на стационарах с помощью биоценометра объемом 250 см<sup>3</sup> (5x5x10 см) в 10-кратной повторности. Выгонка клещей-орибатид осуществлялась с помощью аппарата Берлезе-Тулъгрена. Камеральную обработку материала осуществляли в лаборатории акарологии кафедры зоологии и экологии ДонНУ по общепринятой методике Е.М. Булановой-Захваткиной [1].

**Результаты исследований.** На протяжении 4-х лет (1968-1972 гг.) были обследованы экотопы целинных степей заповедников «Хомутовская

степь» и «Каменные Могилы», меловые отложения заповедника «Меловая флора», побережье Азовского моря. В результате впервые для Донецкой области были определены 163 вида панцирных клещей, относящихся к 93 родам и 53 семействам. По видовому богатству орибатид преобладали целинные заповедные степи [2].

Сведений о биоразнообразии почвенных зооценозов промышленных экосистем Донецкого региона в научной литературе на тот момент не было. Поэтому, нами была предпринята попытка изучить следующее: биоразнообразие почвенных зооценозов промышленных экосистем металлургических заводов, рекультивированных шахтных терриконов, городских очистных сооружений и рекультивированных шламонакопителей содового производства. Характерной чертой техногенных биотопов является обедненность видового состава панцирных клещей. В фауне преобладают эврибионтные виды, наблюдается высокая численность видов – доминантов. Отмечено, что орибаты являются одной из пионерных групп почвенных членистоногих в заселении рекультивированных ландшафтов. Установлено увеличение численности почвообитателей у основания промотвалов, что обусловлено скоплением растительного субстрата и миграцией членистоногих, в том числе орибатид, с прилегающих степных участков. Видовой состав орибатид значительно беднее, чем в естественных биотопах. В результате исследований впервые в промышленных экосистемах Донбасса обнаружено 154 вида орибатид. Видовой спектр орибатид наиболее богат на рекультивированных шахтных терриконах (95 видов) и на старых спонтанно заросших сорно-рудеральной растительностью шлаковых отвалах металлургических заводов (89 видов). Минимум видового богатства отмечен на рекультивированных шламонакопителях содового производства – 49 видов [3].

Фундаментальные исследования по фауне и экологии орибатид были проведены с 1971 по 1999 гг. в естественных биотопах 17 областей Украины. Фаунистические исследования позволяют расширить наши представления о видовом составе, численности и географическом распространении орибатид. Подобные исследования необходимы для составления кадастра панцирных клещей отдельных регионов и областей. В результате исследований в пределах Украины впервые выявлено 426 видов (в Донецкой области – 228 видов), относящихся к 122 родам и 68 семействам. Биотопическое распределение, сезонная динамика численности и другие экологические параметры приведены в работе [4].

Также были проведены исследования по стациальному распределению почвообитателей байрачного леса памятника природы «Истоки Кальмиуса», где в 7 экотопах обнаружено 126 видов панцирных клещей из 67 родов и 40 семейств. Впервые для Донбасса выявлены 5 новых видов и 2 вида указаны как новые для фауны Украины [6].

В 2005-2006 гг. собран и обработан научный материал в 11 биотопах на территории РЛП «Клебан-Бык», где обнаружено 167 видов орибатид, относящихся к 81 роду и 45 семействам. Проведены наблюдения по сезонной динамике численности яйценесущих самок панцирных клещей в трех экотопах, отмечено 47 видов яйценесущих самок из 27 родов и 22 семейств. Отмечено, что высокая плодовитость самок орибатид оказывает значительное влияние на общую динамику численности почвенного зооценоза [5, 9].

В 2012-2014 гг. были впервые проведены кадастрово-мониторинговые исследования биотопического и сезонного распределения панцирных клещей и других педобионтов в условиях РЛП «Краматорский». Фаунистический список орибатид составил 152 вида, относящихся к 74 родам и 42 семействам. Впервые для фауны Украины приведены 3 вида [7].

В условиях РЛП «Зуевский» проведен эколого-фаунистический мониторинг населения панцирных клещей и сопутствующих почвообитателей. В трех экотопах «Зуй-горы» обнаружено 104 вида панцирных клещей, относящихся к 64 родам и 37 семействам, средняя плотность населения которых составила 15488 экз./м<sup>2</sup> [8].

#### **Выводы.**

1. В пределах Донбасса естественные ландшафты характеризуются высокой численностью, обилием и видовым богатством панцирных клещей. По предварительным данным здесь обитает более 300 видов орибатид.

2. Характерной чертой техногенных ландшафтов Донбасса является обедненность видового состава панцирных клещей.

3. В исследуемых техногенных ландшафтах наблюдается высокая численность доминирующих видов орибатид, которые являются пионерной группой в заселении нарушенных экотопов.

4. Необходимо продолжение исследований фауны и экологии панцирных клещей в природных и техногенных экотопах с целью создания кадастра панцирных клещей Донбасса, выявление видов-индикаторов с целью проведения экологического мониторинга за состоянием сукцессионных процессов на антропогенно трансформированных территориях.

#### **Список литературы**

1. Буланова-Захваткина, Е.М. Панцирные клещи-орибатиды. – М.: Высш. шк., 1967. – 253 с.
2. Ярошенко, Н.Н. Панцирные клещи Донецкой области: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Донецк, 1972. – 18 с.
3. Ярошенко, Н.Н. Почвенные зооценозы промышленных экосистем Донбасса. – Донецк: ДонГУ, 1999. – 294 с.
4. Ярошенко, Н.Н. Орибатидные клещи (Acariformes, Oribatei) естественных экосистем Украины. – Донецк: ДонГУ, 2000. – 313 с.

5. Ярошенко, Н.Н. Панцирные клещи регионального ландшафтного парка «Клебан-Бык» Донецкой области // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона: межвуз. сб. научн. работ. – Донецк: ДонНУ, 2006. – Вып. 6. – С. 166–174.
6. Ярошенко, Н.Н., Штирц, А.Д. Панцирные клещи (Acariformes, Oribatei) и другие почвенные обитатели памятника природы «Истоки Кальмиуса». – Донецк: ДонГУ, 2006. – 155 с.
7. Ярошенко, Н.Н. Панцирные клещи (Acariformes: Oribatei) и сопутствующие почвенные обитатели регионального ландшафтного парка «Краматорский» Донецкой области. – Донецк: ЛАНДОН, 2015. – 224 с.
8. Ярошенко, Н.Н. Сезонно-вертикальное распределение панцирных клещей и сопутствующих почвенных обитателей «Зуй-горы» Республиканского ландшафтного парка «Зуевский» // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2017. – № 1–2. – С. 74–92.
9. Ярошенко, Н.Н. Сезонная динамика численности яйценесущих самок панцирных клещей (Acari: Oribatei) в условиях регионального ландшафтного парка «Клебан-Бык» // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2018. – № 1–2. – С. 84–98.

# *Физиология растений*

УДК 581.2:582.93

## **ВЛИЯНИЕ АЛЬТЕРНАРИОЗА НА СОДЕРЖАНИЕ НЕКОТОРЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В ПЛОДАХ ТОМАТОВ**

*Ветрова Е.В.*, канд. биол. наук, доцент,  
*Солодько С.В.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР  
*vetrova.donny@mail.ru*

**Введение.** Большой ущерб сельскому хозяйству приносят инфекционные болезни, вызываемые вирусами, грибами, бактериями. Грибная инфекция сельскохозяйственных культур распространяется с семенами, ветром, каплями воды, насекомыми, сохраняется в почве и на растительных остатках. Грибница тонкими нитями пронизывает ткани растений, проявляясь в виде различных пятен и налетов [1]. Микозы вызывают значительные изменения обмена веществ в растении, нарушение углеводного, белкового, липидного обмена. Инфекция снижает качество урожая, питательную ценность плодов и овощей. Степень этого влияния зависит от сорта культуры, условий ее выращивания и штамма патогена [2].

Одним из распространенных грибных заболеваний томатов является альтернариоз. Альтернариоз поражает листья, стебли, черешки листьев, плоды и плодоножки, то есть все надземные органы [3, 4]. Особо активно развивается болезнь в начале образования плода. Она проявляется в виде темных, округлых пятен в местах растрескивания ткани, а также плодоножки.

В условиях повышенной влажности поверхность пораженного томата покрывается бархатистым черным налетом, который состоит из спор и грибницы паразита. Зараженные томаты либо опадают, либо преждевременно созревают. Самым опасным для помидор является заражение плода в период созревания, ведь грибница проникает в семена. Они приобретают темный оттенок, теряют блеск и приобретают низкие посевные качества. Переносятся споры гриба главным образом течением воздуха, поливной или дождевой водой [5].

**Актуальность (социальная значимость)** заключается в том, что причины заболеваемости овощных культур в нашем регионе и их влияние на урожай и качество продукции практически не исследованы, а встречаемость альтернариоза на плодах томатов растет.

**Целью** настоящего исследования послужило: исследование влияния альтернариоза на содержание некоторых биохимических показателей плодов томатов.

Томаты, приобретенные в супермаркете, были здоровыми. Мы применили метод искусственного заражения путем инокуляции плодов томата культурой альтернарии из коллекции кафедры физиологии растений, выделенной из больных домашних плодов томатов. Культивировали томаты при комнатной температуре. Через 10-14 дней проявились симптомы альтернариоза (рис. 1).

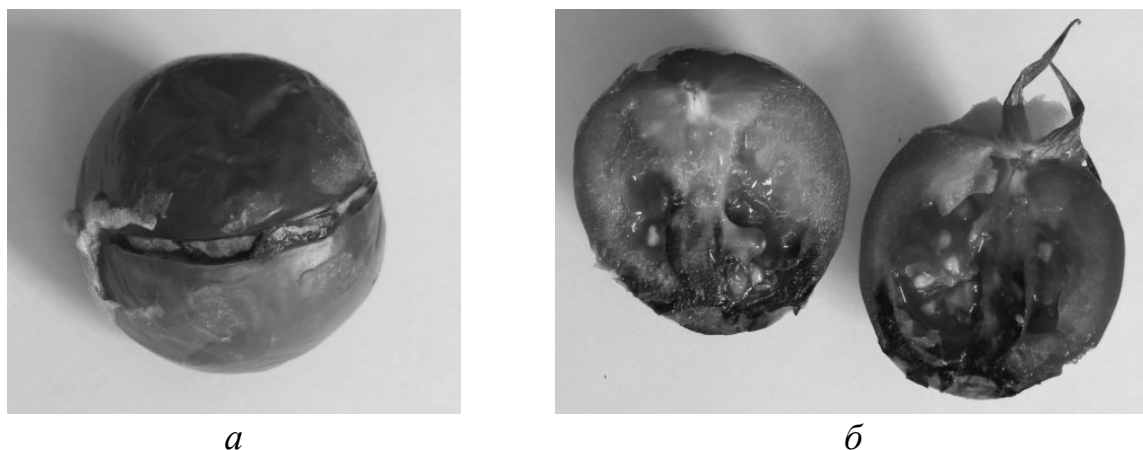


Рис. 1. Плоды томатов, пораженные альтернариозом  
*а* – внешний вид плода; *б* – вид в разрезе (фото автора)

**Результаты.** Весовым методом устанавливали содержание воды в плодах томата, пораженных альтернариозом. Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что оводненность плодов томатов больных и пораженных альтернариозом, практически не изменилась: у здоровых томатов 95,56 % воды, а у больных – 94,55 % [3].

Органические кислоты также играют важную роль в метаболизме растений и грибов. Для фитопатогенных грибов они являются агрессивными метоболитами, позволяющими использовать питательные вещества хозяина и создавать благоприятную кислотность среды для своего роста. Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что количество органических кислот у больных томатов ниже (2,14 %), чем у здоровых (2,23 %).

Значительно влияет микоз и на содержание витамина С, содержание которого в плодах томатов определяли фотометрическим методом Г.Н. Чупахиной [7]. У здоровых томатов содержание аскорбиновой кислоты составляет 50 мкг/г сырой массы, тогда как у зараженных альтернариозом – 195 мкг/г, т.е. наблюдается увеличение ее содержания в 3,9 раза.

Очевидно, это связано с активированием окислительно-восстановительных процессов в инфицированной ткани растения. Аскорбиновая кислота является активным восстановителем. Она синтезируется из глюкозы. Возможно, этим отчасти можно объяснить убыль редуцирующих сахаров при инфекции.



Углеводы являются важной составляющей растительных клеток: источником энергии, запасными веществами. Они играют большую роль в метаболизме. Альтернариоз снижает суммарное количество сахаров в томатах в 2,7 раза, сахарозы – в 2,4 раза, содержание редуцирующих сахаров – в 3,3 раза (рис. 2). Эти данные свидетельствуют о нарушении углеводного обмена больных микозом томатов. Снижение суммы сахаров и сахарозы говорит об истощении растительного организма, использовании углеводов патогеном [6].

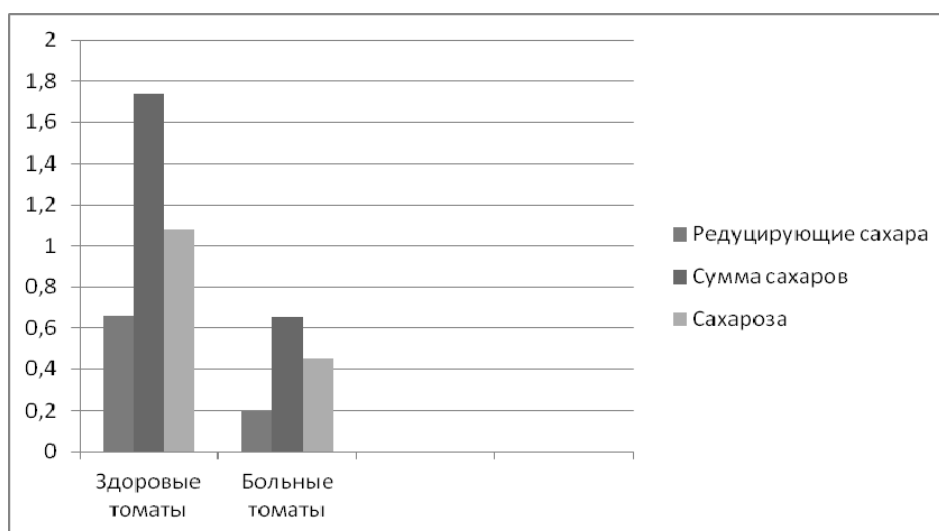


Рис. 2. Влияние альтернариоза на содержание углеводов в плодах томатов, %

В заключении стоит отметить, что нами установлено нарушение углеводного обмена, незначительное снижение содержания органических кислот и существенное увеличение содержания витамина С в плодах томатов под действием альтернариоза.

### Список литературы

1. Микроорганизмы – возбудители болезней растений. Под ред. Билай. – К.: Наук. думка, 1988. – 552 с.
2. Коновалова, Т.Ю., Шеверева, Н.А. Огород. – М.: Фитон, 2004. – 192 с.
3. Ганнибал, Ф.Д. Мониторинг альтернариозов сельскохозяйственных культур и идентификация грибов рода *Alternaria*. Методическое пособие. – С.-Пб, 2011. – 69 с.
4. Simmons, E.G. *Alternaria* themes and variations (106-111) // *Mycotaxon*, 1994, 209-427.
5. Rodrigues, T.T., Verbee, M.L., Simmons, E.G., Cardoso, C. R., Reis, A., Maffia, L.A., Mizubuti, E.S.G. First report of *Alternaria tomatophila* and *A. grandis* causing early blight on tomato and potato in Brazil // *New Dis. Reports*, 2010. – № 22. – 28 p.
6. Біопшкодження рослинних ресурсів і продовольчої сировини. Навч. посіб. / В.Д. Малигіна, О. В. Ветрова, М. О. Рябченко, В. А. Павлова, В. П. Федоренко; за заг. ред. В. Д. Малигіної. – К.: Кондор, 2009. – 246 с.
7. Методические указания к выполнению лабораторных работ по теме “Белки, ферменты и витамины” спецкурса “Большой практикум” / сост. Бойко М.И., Ветрова Е.В., Приседский Ю.Г. – Донецк : ДонНУ, 2013. – 75 с.

**ВЛИЯНИЕ ЭКСТРЕМАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НА РОСТ  
МИЦЕЛИЯ И ПЕРОКСИДАЗНУЮ АКТИВНОСТЬ  
МОНОСПОРОВЫХ ИЗОЛЯТОВ ГРИБА  
*PLEUROTUS OSTREATUS* (JACQ.: FR.) KUMM.**

*Демченко С.И.*, канд. биол. наук, доцент,

*Дутик Д.А., Ткаченко Н.П.*

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

*sdemch5@mail.ru*

**Актуальность исследований.** В настоящее время наиболее развитой областью практического использования базидиальных грибов является промышленное грибоводство. Среди культивируемых видов грибов второе место по объемам производства занимает базидиальный ксилотроф *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm. (вешенка обыкновенная) [2]. Для выращивания плодовых тел этого гриба используют лигноцеллюлозные субстраты из отходов лесного и сельского хозяйства, легкой и пищевой промышленности: подсолнечная лузга, солома злаков, солома бобовых, опилки и щепа лиственных пород деревьев, очесы хлопка и др. [1]. При нарушении температурного режима культивирования *P. ostreatus* и технологии стерилизации питательных субстратов может увеличиться температура внутри субстратных блоков в фазу инкубации до 37 °С и выше. Согласно литературным данным [5], максимальная температура, при которой возможен рост мицелия грибов умеренного климатического пояса – 35–37 °С. Тепловые повреждения у сапротрофных грибов наблюдаются при температуре 40–60(80) °С. При действии на мицелий грибов экстремальных температур одновременно имеют место как повреждения и нарушения жизнедеятельности клеток, так и процессы адаптации и восстановления повреждений (репарации) [3]. Устойчивость грибов к гипертермии обусловлена генетически и поэтому у разных видов и даже штаммов выражена в разной степени [1, 2].

На кафедре физиологии растений ГОУ ВПО «ДонНУ» проводится селекция штаммов *P. ostreatus*, устойчивых к действию стрессовых факторов, в том числе и к гипертермии. Для половой рекомбинации, которая предусматривает спаривание совместимых монокарионов гриба [5], отбирают генетические формы с ожидаемыми полезными признаками. Поэтому **целью** настоящего исследования было изучение устойчивости моноспоровых изолятов *P. ostreatus* к продолжительной гипертермии.

Работа проведена с использованием сибсовых монокарионов *P. ostreatus*, выделенных в мицелиальную культуру из базидиоспор природного штамма вешенки В-99. Для реализации поставленной цели

были проведены тесты на выживаемость мицелия моноспоровых изолятов *P. ostreatus* после воздействия на него температуры +40 °С в течение двух часов. Для исследования использовали микологические, биохимические и статистические методы [4, 6].

**Результаты исследований.** Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что мицелий всех исследованных монокарионов *P. ostreatus* сохранил свою жизнеспособность после двухчасовой гипертермии. Однако у 20 % монокарионов нелетальный тепловой шок достоверно тормозил ростовые процессы вегетативного мицелия. У этих моноспоровых изолятов активность внеклеточных пероксидаз в условиях стресса находилась на уровне контроля. У 80 % монокарионов длительная гипертермия не вызывала достоверного изменения накопления биомассы мицелия, но увеличивала пероксидазную активность в 1,2–1,7 раз по сравнению с контролем. Ряд исследователей [1, 7] обнаружили, что активность пероксидаз коррелирует с развитием устойчивости грибов к абиотическим стрессам. Это, по-видимому, связано с тем, что пероксидаза входит в состав антиоксидантной системы, которая защищает клетки грибов от окислительного стресса, обусловленный накоплением активных форм кислорода при перегреве мицелия [7].

На дикариотической стадии развития у природного штамма *P. ostreatus* В-99 выявлено незначительное уменьшение накопления биомассы мицелия при действии стрессового фактора. Однако пероксидазная активность мицелиальной культуры этого штамма после длительной гипертермии была выше в 1,7 раз, чем в контроле.

**Заключение.** Сибсовы монокарионы вешенки обыкновенной проявили разную степень устойчивости к действию экстремальной температуры, что, по-видимому, связано с разнокачественностью ядер, содержащихся в мицелии моноспоровых изолятов, выделенных в культуру из базидиоспор одного и того же плодового тела *P. ostreatus*.

#### Список литературы

1. Бисько Н.А., Дудка И.А. Биология и культивирование съедобных грибов рода вешенка. – К.: Наукова думка, 1987. – 148 с.
2. Дудка И.А. Культивирование съедобных грибов. – К.: Урожай, 1992. – 160 с.
3. Колупаев Ю. Е., Карпец Ю. В. Формирование адаптивных реакций на действие абиотических стрессоров. – К. : Основа, 2010. – 352 с.
4. Методы экспериментальной микологии: справочник / Дудка И.А. [и др.]; под ред. В. И. Билай. – К.: Наукова думка, 1982. – 550 с.
5. Основы биотехнологии высших грибов: учеб. пособие / [Н. А. Заикина, А. Е. Коваленко, В. А. Галынкин и др.]. – СПб.: Проспект Науки, 2007. – 336 с.
6. Приседський Ю.Г. Статистична обробка результатів біологічних експериментів: навчальний посібник. – Донецьк: ТОВ «Норд Компьютер», 1999. – 210 с.
7. Рогожин В. В. Пероксидаза как компонент антиоксидантной системы живых организмов. – СПб. : ГИОРД, 2004. – 240 с.

**ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА И ГИДРОКСИДА ЦИРКОНИЯ  
НА МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ БАЗИДИАЛЬНОГО ГРИБА  
*PLEUROTUS OSTREATUS* (JACQ.: FR.) KUMMER**

*Дорошкевич Н.В.*<sup>1,2</sup>, канд. с-х. наук,  
*Дорошкевич В.С.*<sup>1</sup>, *Константинова Т.Е.*<sup>1,3</sup>, *Дорошкевич А.С.*<sup>2</sup>,  
*Фронтасьева М.В.*<sup>2</sup> канд. физ.-мат. наук, доцент

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

<sup>2</sup> Объединенный институт ядерных исследований, г. Дубна, Россия

<sup>3</sup> Донецкий физико-технический институт им. А.А. Галкина, г. Донецк, ДНР

*nelyavik@gmail.com*

В последние 10-15 лет значительно возрос интерес к особым свойствам веществ в наноразмерном состоянии. Воздействие наночастиц на живые организмы неоднозначно и все еще плохо изучено [1, 2]. С научной точки зрения интересны вызванные интеркаляцией наночастиц эффекты изменения химического состава тканей и изменения в физиологическом развитии живых организмов [3, 4]. Гриб *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kummer является хорошим модельным объектом для изучения, так как обладает высокими сорбционными свойствами высокой жизнеспособностью и непродолжительным жизненным циклом [5]. *Грибы этой группы содержат большое количество биологически активных веществ* и обладают хорошими вкусовыми качествами [5, 6]. Повышение технологичности производства грибной биомассы *P. ostreatus* без использования трансгенных технологий, а так же биологический синтез новых веществ, в частности для медицинских применений, обуславливает актуальность изучения взаимодействия наночастиц с грибами. Таким образом, исследования взаимодействия наночастиц оксидов с биологическими объектами на примере гриба *P. ostreatus* актуальны как в ракурсе научного, экологического, так и прикладного аспектов.

Целью данной работы было установление влияния интеркаллированных в ткани вегетативного мицелия базидиального гриба *P. ostreatus* наночастиц диоксида и гидроксида циркония на его минеральный состав. Работа построена на сравнении биологических характеристик и атомного состава образцов биологического материала, выращенного на питательной среде с содержанием и без наночастиц оксида. В качестве биологического материала в работе использовались штамм НК-35 и изолят СА базидиального гриба *P. ostreatus* из коллекции кафедры физиологии растений Донецкого национального университета.

Культивирование мицелия гриба *P. ostreatus* проводили поверхностно в колбах Эрленмейера объемом 250 мл согласно стандартной методике [6]. Для приготовления исследуемых образцов в

каждую колбу наливали 50 мл питательной среды и добавляли навеску из 0,1 г нанопорошка на основе оксида циркония. Использовались 2 сорта наночастиц: наночастицы гидроксида циркония:  $ZrO(OH)_2$ , (размер 4–5 нм) и наночастицы оксида циркония:  $ZrO_2$  (размер 7,5–9 нм). Оба сорта частиц имели в своем химическом составе одинаковое количество – 3 мол% легирующего элемента – оксида иттрия ( $Y_2O_3$ ) но отличались размером, степенью гидратации и уровнем структурной организации (степенью кристалличности). В качестве питательной среды для культивирования гриба использовали среду Чапека, содержащую в качестве источника углерода сахарозу в количестве 30 г/л. Среда Чапека готовилась по методике С.М. Семенова [7].

В качестве контрольной серии образцов использовались объекты без содержания нанопорошков в своем составе. Далее по тексту образцы без добавок и с добавками нанопорошков будут называться, соответственно, «контрольными» и «опытными». Стерилизацию питательных сред проводили в автоклаве при  $121^\circ C$  под давлением 1 атм в течение 45 мин. Инокуляцию осуществляли кусочками мицелия, предварительно выращенного на стандартной сусло-агаровой среде ( $4^\circ$  по Баллингу) в пробирках (20x2 см) в течение 7 суток. Время культивирования составляло 30 суток в термостате при  $26^\circ C$ . Концентрацию минеральных элементов в биомассе определяли посредством эпитеплогового нейтронного активационного анализа на реакторе ИБР-2 в Объединенном институте ядерных исследований (ОИЯИ, г. Дубна, Россия). Кратность экспериментальной повторности – 3. Статистическую обработку полученных экспериментальных данных осуществляли с помощью двухфакторного дисперсионного анализа.

Результаты исследований оксидных наночастиц на морфологию образцов мицелия показывают, что контрольные и опытные образцы имели выраженные морфологические отличия. Полупрозрачные фрагменты мицелия контрольных образцов имели ламеллообразную форму. Образцы с нанопорошками были уплотнены и менее прозрачны. Добавление в среду культивирования оксидных нанопорошков существенно изменяет содержание минеральных элементов в поверхностной биомассе мицелия гриба *P. ostreatus*. Наибольшее количество минеральных элементов, в частности Hf и Zr, обнаружено в опытных образцах. Их концентрация превышает соответствующие значения в контрольных образцах более чем в 100 раз (для НК-35 соответственно – 931,0–1690 мг/кг и 40 500 – 75 100 мг/кг, а для СА 2430 – 2 820 мг/кг 107 000 – 126 000 мг/кг, соответственно для этих элементов). Введение наночастиц оксидов привело к накоплению в поверхностной биомассе гриба (как СА, так и НК-35) Sc, Nd, Hg и Th в количестве, превышающем контрольные значения более чем в 10 раз. Содержание неодима у изолята СА превышало контрольные значения более чем в 100

раз. Как и в случае с Zr и Hf, изолят СА, проявлял большую сорбционную способность к указанным элементам.

Поглощение мицелием гриба нанопорошков привело к увеличению более чем в 2 раза по сравнению с контролем сорбции Co, As, Sr, Ag, I, La, Ce, Sm, Eu и U. К исключениям можно отнести сорбцию Co, Ag и Sr штаммом НК-35 на среде с оксидом циркония. Количество Co составило 0,038 мг/кг и не отличалось от контроля – 0,035 мг/кг, а количество Sr и Ag было в 1,5–1,8 меньше (16,5 и 0,064 мг/кг, соответственно), чем в контроле (24,9 и 0,115 мг/кг, соответственно).

Установлено, что введение нанопорошков в питательную среду увеличивает сорбционную способность гриба *P. ostreatus* к таким элементам, как гафний, цирконий, скандий, неодим, ртуть, торий, кобальт, мышьяк, стронций, серебро, йод, лантан, церий, самарий, европий и уран, в  $2 \div 1000$  раз. Выявленную способность гриба можно использовать для получения редких и ценных элементов. Есть основания полагать, что роль циркония, как и других металлов с переменной степенью окисления (Cu, Fe) при реализации биологической системой функции детоксикации может заключаться в промотировании процессов присоединения электронов к кислороду с дальнейшим образованием активных форм – супероксид-радикала, гидроксильного радикала, синглетного кислорода и др. На основании данных нейтронно-активационного анализа применительно к металлам Hg, Ag, Nd, Sc можно заключить, что детоксикационная функция у промышленного штамма гриба *P. ostreatus* НК-35 развита лучше, чем у дикорастущего штамма СА.

### Список литературы

1. Сергеев Г.Б. Нанохимия / Г.Б.Сергеев. – М.: Изд-во МГУ, 2003. – 288 с.
2. Нанотехнология в ближайшем десятилетии. Прогноз направления исследований / Под ред. М.К.Роко, Р.С.Уильямса, П.Аливисатоса: Пер. с англ. – М.: Мир, 2002. – 292 с.
3. Zholobak N.M., Ivanov V.K., Shcherbakov A.B., Shaporev A.S., Polezhaeva O.S., Baranchikov A.Ye., Spivak N.Ya., Tretyakov Yu.D. UV-shielding property, photocatalytic activity and photocytotoxicity of ceria colloid solutions // Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology, 2011. № 102. P. 32 – 38.
4. Kocaoba S., Munevver A. The use of a white rot fungi (*Pleurotus ostreatus*) immobilized on Amberlite XAD-4 as a new biosorbent in trace metal determination // Bioresource Technology, 2011. V. 102, Iss. 17. P. 8035 – 8039.
5. Silva S.O., Gomes da costa S.M., Clemente E. Chemical composition of *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quel., substrates and residue after // Brasil. Arch. Biol. Technol., 2002. V. 45. P. 531-535.
6. Методы экспериментальной микологии / И.А.Дудка, С.П.Вассер, И.А.Элланская; под ред. В.И.Билай. – К.: Наукова думка, 1982. – 550 с.
7. Семенов С.М. Лабораторные среды для актиномицетов и грибов. Справочник / С.М.Семенов. – М.: ВО «Агропромиздат», 1990. – 240 с.

## ЗАВИСИМОСТЬ МОЛОКОСВЕРТЫВАЮЩЕЙ АКТИВНОСТИ ШТАММА Д-17 ГРИБА *IRPEX LACTEUS* (FR.) FR. ОТ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ

*Загнитко Ю.П., Скороход К.В.*

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

**Введение.** С увеличением мирового производства сыров возникла проблема дефицита сычужного фермента. Отбор эффективных продуцентов молокосвертывающих ферментов среди культур высших грибов является актуальной задачей. Показано, что уровень активности молокосвертывающих ферментов базидиальных грибов сопоставим с активностью коммерческого препарата, используемого для приготовления сыров [6].

**Актуальность (социальная значимость).** Большинство из существующих в практике сыродельной промышленности молокосвертывающих препаратов микробного происхождения (из бактерий, дрожжей, микромицетов) не нашло широкого коммерческого спроса, т.к. наряду с высокой молокосвертывающей активностью они обладают высоким уровнем общего неспецифического протеолиза белков молока, что приводит к получению сыров невысокого качества, часто с легким или выраженным привкусом горечи. Таким образом, замена дорогостоящего сычужного фермента (по-прежнему являющегося общепризнанным стандартом) бактериальными или грибными протеиназами узкого протеолитического действия, продолжает оставаться важной задачей современной биотехнологии, поскольку способствует решению актуальной и экономически важной проблемы, существующей в сыродельной отрасли [1-5].

**Целью** работы было исследование по определению оптимального времени культивирования для максимального выхода протеиназ молокосвертывающего действия штамма Д-17 *Irpex lacteus* Fr.

Объектом исследования служил штамм Д-17 сапротрофного дереворазрушающего гриба *Irpex lacteus* Fr.

Для достижения поставленной цели использованы следующие методы: физиолого-биохимические методы – изучение молокосвертывающей активности, динамики накопления биомассы, кислотности питательной среды, содержания белка в культуральной жидкости; математико-статистические – для обработки и оценки достоверности полученных результатов [7,8].

**Результат.** Мы исследовали влияние продолжительности времени культивирования на синтез молокосвертывающих ферментов штаммом Д-17 *I. lacteus*. Штамм выращивали на жидкой глюкозо-пептонной среде в термостатах при pH 4,0. Исходное значение температуры 30 °С. Результаты

снимали на 5, 10, 15, 20 сутки эксперимента. Количество вариантов опыта равнялось трем.

Полученные экспериментальные данные показали, что достоверно максимальный уровень МСА отмечен на 15 сутки культивирования. Незначительно, но достоверно в меньшую сторону отличалась МСА штамма на 10 сутки проведения эксперимента. На начальном (5 сутки) и конечном (20 сутки) этапах культивирования происходило достоверное понижение синтеза молокосвертывающих ферментов минимум в 2 раза.

Показано, что в процессе культивирования происходит значительное подкисление исходной среды на 10-15 сутки эксперимента.

В ходе эксперимента достоверно максимальная концентрация белка отмечена на 15 сутки культивирования.

При исследовании накопления биомассы штаммом Д-17 *I. lacteus* показано, что с 5 по 10 сутки эксперимента шел плавный достоверный прирост биомассы и достигал максимальных отметок на 10 сутки роста.

**Заключение.** Таким образом, оптимальным временем для синтеза ферментов молокосвертывающего действия штаммом Д-17 *I. lacteus* с целью получения ферментного препарата являются 15 сутки.

#### Список литературы

1. Агужен Я.Г. Высшие базидиомицеты – продуценты тромболитических ферментов: Дис. ... канд. биолог. наук: 03.00.24. – Донецк, 1997. – 212 с.
2. Аксенов С.И. Роль переменных температур в размножении эвритермных организмов / С.И.Аксенов, В.Д.Давыдов, Э.И.Заари др. // Проблемы космич. биологии. Т. 32. Марс как среда обитания. – М.: Наука, 1976. – С. 126-132.
3. Алехина И.А. Поиск активных ферментов фибринолитического действия в культурах базидиомицетов / И.А.Алехина // Тр. 1 Молод. конф. ботан. г. Ленинграда, Ленинград, апр. 1986. Ч.1. – Ботан. ин-т АН СССР. – Л. – 1986. – С.191-196.
4. Андреев Г.В. Фибринолиз. Химия и физиология процесса / Г.В.Андреев. – М.: Медицина, 1967.
5. Белова Н.В. Современные направления экспериментального исследования базидиомицетов / Н.В.Белова, Н.В.Псурцева, А.Я.Мнухина, И.А.Алехина // Микология и фитопатология 1997. – 31. – №6. – С. 64-67.
6. Бойко М.И. Дереворазрушающие грибы – активные продуценты протеиназ молокосвертывающего и тромболитического действия / М.И.Бойко, В.М.Стадничук // Успехи медицинской микологии. Под. Общ.науч. редакцией Ю.В. Сергеева. Т. 1 – М.: Изд. «Национальная Академия Микологии». – 2001. – С. 237-238.
7. Негруцкий С.Ф. Методические указания к математической обработке результатов экспериментов по физиологии растений (для студентов 3-6 курсов дневной и заочной форм обучения) / С.Ф.Негруцкий, Л.П. Фильчаков. – Донецк, ДонГУ, 1984. – 12 с.
8. Приседский Ю.Г. Програми статистичної обробки експериментальних даних / Ю.Г.Приседський. – Донецьк, 2000. – 15 с.



## ФИТОХИМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ЛИСТЬЕВ ЛАНТАНЫ СВОДЧАТОЙ

**Палий М.В.,**  
**Виноградова Н.А.,** канд. фарм. наук,  
**Попович В.П.**

ГОУ ВПО «Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького»,  
г. Донецк, ДНР  
*contact@dnmu.ru, marina-sun2010@yandex.ru*

Сегодня одной из актуальных задач в фармации является разработка лекарственных препаратов растительного происхождения, которые занимают конкурирующую позицию относительно синтетически синтезируемых медикаментов [2].

Лантана сводчатая (*Lantana camara* L.) – многолетнее эфиромасличное растение семейства вербеновых (*Verbenaceae* St.-Hil.). Родиной лантаны считается Западная часть Индии и Южная Америка; она хорошо адаптировалась к субтропическому климату Мексики, Центральной Америки, Багамских и Больших Антильских островов. Лантана часто встречается в теплых южных странах, в т.ч. в Турции.

Данное растение обладает антимикробной, ранозаживляющей, антипиретической и антигипергликемической активностью [3 – 5]. На сегодняшний день *L. camara* не используется в официальной медицине России, однако широко применяется в народной медицине при лечении язвенной болезни, лихорадки, респираторных инфекций [3].

На данный момент химический состав сырья *L. camara* слабо изучен, отсюда исходит необходимость детально изучить состав биологически активных веществ *L. camara* для внедрения ее в медицинскую практику. Поэтому целью данного исследования являлось фитохимическое исследование листьев *L. camara* из различных мест произрастания для оценки перспективности их использования в качестве лекарственного сырья.

В качестве объекта исследования были выбраны два образца сырья данного растения: листья *L. camara*, культивируемой в комнатных условиях, собранные на Донбассе летом 2017, и листья, собранные летом 2018г. в естественной среде обитания, в г. Богазкент (Турция). Собранное сырье сушили естественной сушкой (воздушно-теновой). Исследования проводились на воздушно-сухом сырье с учетом влажности.

Количественное определение биологически активных веществ проводили с помощью инструментальных фармакопейных методов [1]. Для количественного определения влажности и полисахаридов использовали гравиметрические методы. Для определения содержания

аскорбиновой и свободных органических кислот, дубильных веществ применяли титриметрические методы анализа. Для количественного определения флавоноидов и гидроксикоричных кислот использовали спектрофотометрические методы. Все эксперименты проводили на кафедре управления, экономики фармации, фармакогнозии и фармацевтической технологии ДонНМУ им. М. Горького.

Результаты анализа содержания некоторых групп биологически активных веществ в высушенных листьях *L. camara*, культивируемой на Донбассе, представлены в табл. 1, а в листьях *L. camara*, произрастающей в Богазкенте, – в табл. 2.

Таблица 1

Количественное содержание биологически активных веществ в листьях *L. camara*, культивируемой на Донбассе (в пересчете на абсолютно сухое сырье), %

Класс биологически активных веществ	Количественное содержание, %	Метод количественного определения
флавоноиды	0,17±0,01 (в пересчете на рутин)	дифференциальная спектофотометрия
аскорбиновая кислота	0,16±0,006	титриметрия
органические кислоты	11,5±0,56 (в пересчете на яблочную кислоту)	титриметрия
гидроксикоричные кислоты	17,00±0,52 (в пересчете на хлорогеновую кислоту)	дифференциальная спектофотометрия
дубильные вещества	9,37±0,31 (в пересчете на танин)	титриметрия
полисахариды	23,15±0,55	гравиметрия

Таблица 2

Количественное содержание биологически активных веществ в листьях *L. camara*, произрастающей в Богазкенте (в пересчете на абсолютно сухое сырье), %

Класс биологически активных веществ	Количественное содержание, %	Метод количественного определения
аскорбиновая кислота	0,66±0,005	титриметрия
органические кислоты	18,0±0,50 (в пересчете на яблочную кислоту)	титриметрия
дубильные вещества	15,64±0,44 (в пересчете на танин)	титриметрия

Выявлено, что содержание дубильных веществ, аскорбиновой и органических кислот в листьях *L. camara*, произрастающей в естественных условиях в Турции, превосходит содержание данных метаболитов в культивируемой на Донбассе *L. camara*.

Полученные результаты были сравнимы с содержанием данных веществ в фармакопейных растениях, используемых в качестве их

источников в официальной медицине. Содержание аскорбиновой кислоты в листьях дикорастущей *L. camara* больше в 3,3 раза, чем в плодах шиповника майского (в соответствии с требованиями Фармакопеи: не менее 0,2 %), что позволяет прогнозировать витаминное и антиоксидантное действие. Высокое содержание свободных органических кислот обуславливает перспективность использования *L. camara* для улучшения перистальтики кишечника, повышения секреции желудочного сока. Выявленное содержание значительного количества дубильных веществ позволяет прогнозировать вяжущее и противовоспалительное действие данного сырья.

Таким образом, листья *L. camara* являются перспективным сырьем для изготовления лекарственных препаратов. Необходимо дальнейшее исследование химического состава *L. camara*, а также особенностей ее произрастания.

### Список литературы

1. Государственная Фармакопея Российской Федерации XIII, том II. Общие методы анализа. – М.: ФЭМБ, 2015. – 1292 с.
2. Петров Е.В. Теоретические предпосылки разработки рецептур многокомпонентных фитопрепаратов на основе опыта традиционной медицины / Е.В.Петров, Т.А.Асеева, Г.В.Чехирова // Бюллетень восточно-сибирского научного центра Сибирского отделения Российской Академии Медицинских Наук. – 2009. – №3. – С. 222-224.
3. Saxena M., Saxena J., Khare S. A brief review on: Therapeutical values of Lantana camara plant. // International journal of pharmacy and life sciences. – 2012. – Vol. 3. – N.3. – P. 1551-1554.
4. Sonibare O.O., Effiong I. Antibacterial activity and cytotoxicity of essential oil of Lantana Camara L. leaves from Nigeria // African Journal of Biotechnology. – 2008. –Vol. 7 (15). – P. 2618-2620.
5. Vidya S. S. Dharmagaddaa, Mamta Tandonb, Padma Vasudevanb. Biocidal activity of the essential oils of Lantana camara, Ocimum sanctum and Tagetes patula. // Journal of Scientific & Industrial Research. – 2005. – Vol. 64. – P. 53-56.

УДК 616.9-022

## ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВНО-ПАТОГЕННОЙ МИКРОФЛОРЫ КОММУНАЛЬНОГО МЕДИЦИНСКОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

*Филахтова Ю.А.,*

*Ветрова Е.В.,* канд. биол. наук,

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

*denis.filakhtov@yahoo.com*

**Введение.** Важной проблемой здравоохранения во всем мире является рост заболеваемости внутрибольничными инфекциями (ВБИ). В последние десятилетия они возникают у 5–10 % пациентов, что значительно отягощает течение основного заболевания, создавая угрозу

для жизни больного, а также увеличивает стоимость лечения. По оценкам американских авторов внутрибольничные инфекции развиваются примерно у 200 тысяч больных в госпиталях США, а летальность составляет 37 %. В Германии ежегодно госпитальные инфекции поражают 800 тысяч больничных пациентов и 25 тысяч из них умирают [3].

В большинстве стран СНГ нет достоверных сведений о заболеваемости госпитальными инфекциями, нет полной информации о больных с внутрибольничными инфекциями после выписки из стационара, лечение которых проводилось в амбулаторных условиях.

Во всем мире по данным ВОЗ имеют место усредненные показатели ВБИ- 5-8 на 100 тысяч госпитализированных, в России – 8-9, в Америке – 5-17, в Украине – 0,01–0,2. Это еще раз показывает, что в Украине этим вопросом не занимаются в должной мере.

ВБИ на современном этапе характеризуются высокой контагиозностью, широким спектром возбудителей, разнообразными путями их передачи, высокой стойкостью к антибиотикам и химиотерапевтическим препаратам и представляют собой одну из основных причин смертности больных в стационарах различного профиля [1, 2, 6].

Во многом это связано с демографическими сдвигами (увеличением числа лиц преклонного возраста) и накоплением в популяции лиц повышенного риска (людей с хроническими заболеваниями, интоксикациями или принимающими иммунодепрессанты).

Одной из важных причин роста заболеваемости внутрибольничными инфекциями является формирование внутрибольничных штаммов условно-патогенных агентов под влиянием различных факторов и, прежде всего, широкого, подчас бесконтрольного применения антибиотиков. Сформировались внутрибольничные штаммы золотистого и эпидермального стафилококка, различных сероваров сальмонелл, клебсиелл, протей, синегнойной палочки и других возбудителей [4, 5].

**Актуальность** данной работы определяется отсутствием единого комплексного исследования по проблемам заболеваемости внутрибольничными инфекциями в нашей республике и важностью вопроса охраны здоровья ее населения.

**Целью** настоящего исследования послужила оценка загрязненности объектов внешней среды основных отделений КМУ «Городская больница № 6» г. Макеевки условно-патогенными бактериями.

Для исследования использовали **методы** смывов, выделения чистых культур, элективных культур, окраски по Граму, микроскопии.

**Результат.** Анализ полученных лабораторных данных исследования смывов с объектов внешней среды функциональных отделений КМУ «Городская больница № 6» г. Макеевки свидетельствует, что наиболее загрязненными являются хирургическое и травматологическое отделения (таблица).

Таблица

Сравнительная характеристика профилактических смывов с объектов внешней среды в функциональных отделениях КМУ

Показатели анализа	Родильное отделение	Хирургическое отделение	Урологическое отделение	Травматологическое отделение
Смывов всего:	656	1034	404	1530
Положительных	13	30	3	42
Процент положительных смывов				
В том числе:				
<i>Escherichia coli</i>	1	1	0	5
<i>Streptococcus aureus</i>	9	22	3	27
<i>Streptococcus faecalis</i>	0	0	0	0
<i>Proteus mirabilis</i>	0	2	0	1
<i>Citrobacter</i>	0	0	0	0
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0	0	0	0
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	3	2	0	8
<i>Enterobacter cloacae</i>	0	3	0	1

Штаммы золотистого стафилококка были обнаружены во всех отделениях. Кроме того, в травматологическом и хирургическом отделениях обнаружены кишечная палочка, протей, клебсиелла и энтеробактер. В урологическом отделении больницы (3 положительных смыва) обнаружены только штаммы золотистого стафилококка.

В родильном отделении бактериальная обсемененность представлена кишечной палочкой (1 смыв), клебсиеллой (3 смыва) и золотистым стафилококком (9 смывов).

Однако выделенные возбудители из положительных смывов занимают разный удельный вес. Так, золотистый стафилококк в хирургическом отделении составляет до 73 %, в родильном отделении – 69%, в травматологии – 64 %, в урологическом отделении – 100 %.

В заключении стоит отметить, что бактериальная обсемененность объектов внешней среды зависит от типа и профиля функционального отделения. Однако на первый план выходит стафилококковая инфекция, что характерно для этиологической структуры ВБИ во всем мире.

### Список литературы

1. Акимкин В.Г. Группы внутрибольничных инфекций и системный подход к их профилактике в многопрофильном стационаре / В.Г.Акимкин // Эпидемиология и инфекционные болезни. – 2003. – № 5. – С. 15-19.
2. Ахмедова Р.Р. Микробиологический мониторинг объектов окружающей среды в обеспечении эпидемиологического надзора за внутрибольничными инфекциями / Р.Р.Ахмедова, О.В.Мартов, В.С.Буркин // Тез. докл. II Российск. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – М., 1999. – 28-29.

3. Безрук И.А. Внутрибольничная инфекция хирургического стационара (иммунологические предпосылки и иммунопрофилактика). – Автореф. дисс. ... канд. мед. наук, 2001. – 23 с.
4. Булава Г.В. Иммуноферментный метод диагностики гнойно-септических осложнений, обусловленных синегнойной палочкой и протеем / Г.В.Булава, Г.А.Ермолин, Н.И.Григорьев // Журн. микробиол., эпидемиол., иммунобиол. – 1994. – № 6. – С. 89-93.
5. Савицкая К.И. Значение лабораторных исследований в профилактике госпитальной инфекции / К.И.Савицкая, Н.А.Семина, В.В.Галкин, Ю.Б.Абаш // Эпидемиол. и инфек. болезни. – 2000. – № 6. – С. 10-13.
6. Далматов В.В. Эпидемиологический надзор и социально-гигиенический мониторинг в системе управления здоровьем населения / В.В.Далматов, В.Л.Стасенко, Т.М.Обухова // Эпидемиологический надзор и социально-гигиенический мониторинг. – М., 2002. – С. 26.

УДК 632.15:504

## **ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОЩАДИ ЛИСТОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ У ПРОРОСТКОВ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ДЕКОРАТИВНЫХ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ ИОНАМИ КОБАЛЬТА И МАРГАНЦА**

*Фрунзе О.В., Фифилова Н.К., Гасанова М.Н.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР  
*hromyh82@mail.ru*

**Введение.** Устойчивость растений к неблагоприятным факторам окружающей среды является важной проблемой в физиологии растений. Многие исследования показывают, что устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды, как биотическим, так и абиотическим, обеспечивается функционированием большого числа разнообразных механизмов, действующих на разных уровнях организации.

**Актуальность.** В условиях Донбасса с высокой плотностью и разнообразием промышленных источников загрязнения среды, с широкой амплитудой техногенных нагрузок на природные экосистемы, достигающих в локальных зонах критических, а для многих видов растений и летального уровней, предоставляется хорошая возможность для изучения механизмов устойчивости и адаптации растений к условиям техногенных экотопов, для выяснения видовых особенностей растений в оздоровлении окружающей среды и определении фитоиндикационных критериев ее качества.

**Целью** нашего исследования послужило изучение влияния тяжелых металлов на площадь листовой пластины некоторых видов декоративных травянистых растений в условиях загрязнения почвы соединениями кобальта и марганца.

Как объекты исследования для проведения эксперимента были использованы проростки Фацелии пижмолистной (*Phacelia tanacetifolia* Benth.), Куколя обыкновенного (*Agrostemma githago* L.), Календулы лекарственной (*Calendula officinalis* L.), Петунии садовой (*Petunia Hybrida Grandiflora* L.), Агератума Гаустана (*Agertum houstonianum* cv. *Bule Lagoon*).

Семена растений проращивались в соответствии с их особенностями. После образования главного корня длиной около 1 см проростки высаживались в сосуды с 350 г почвы, куда вносились сульфат кобальта и сульфат марганца согласно схеме эксперимента (табл. 1). Количество солей кобальта и марганца рассчитывалось по стехиометрическим соотношениям. В контрольные сосуды (вар. 1) загрязнители не вносились.

Выращивание велось на протяжении тридцати дней при освещенности 12 000 люкс, продолжительности светового дня 14 часов, температуре 20–22 °С и влажности почвы около 70 % полной влажности.

Площадь листовой поверхности определяли по методике, которая основана на применении компьютерных технологий с использованием сканирующих устройств и программ для работы с растровыми изображениями (Adobe Photoshop, Corel Photopaint).

Таблица 1

Схема эксперимента влияния загрязнения почвы кобальтом и марганцем на интенсивность фотосинтеза газонных трав

Вариант загрязнения	Загрязнители	
	CoSO <sub>4</sub> , мг/кг (в перерасчете на Co <sup>2+</sup> )	MnSO <sub>4</sub> , г/кг (в перерасчете на Mn <sup>2+</sup> )
1	0	0
2	5	0
3	10	0
4	0	1,5
5	5	1,5
6	10	1,5
7	0	3
8	5	3
9	10	3

Полученные данные подвергались математической обработке по методу полного двухфакторного дисперсионного анализа. Сравнение средних осуществлялось по методике Даннета. Расчеты проводились с помощью специально разработанной программы.

**Результат.** Проведенные исследования показали, что на ростовые процессы *Calendula officinalis* L. загрязнение почвы соединениями кобальта и марганца оказывает значительное негативное влияние. Так, внесение в почву низкой концентрации кобальта (5 мг/кг) уменьшает площадь листовой пластины проростков на 17 %, по сравнению с контрольными

растениями. Загрязнение почвы соединениями марганца в концентрации 1,5 г/кг стимулирует рост листовой пластины проростков, но эти изменения статистически недостоверны. С увеличением концентрации соединений кобальта наблюдается также некоторое увеличение площади листовой пластины проростков, но эти изменения также статистически недостоверны. Внесение в почву марганца в концентрации 3 г/кг угнетает рост листовой пластины проростков *Calendula officinalis* L. на 26 %, по сравнению с растениями, выращенными на незагрязненной почве. Комплексное внесение загрязнителей оказывает угнетающий эффект на площадь листьев *Calendula officinalis* L. Наибольшее негативное влияние прослеживается при внесении в почву больших концентраций кобальта и марганца ( $Mn^{2+}$  – 1,5 г/кг,  $Co^{2+}$  – 10 мг/кг). В данных условиях наблюдается уменьшение площади листовой пластины на 25-58%.

Негативное влияние оказывает внесение в почву кобальта и марганца на площадь листовой пластины проростков *Petunia Hybrida Grandiflora* L. Даже низкие концентрации кобальта уменьшают площадь листовой пластины на 14 %, с увеличением концентрации негативный эффект усиливается и площадь листьев уменьшается на 33 %. Похожая тенденция прослеживается и при внесении в почву марганца. Так, при внесении в почву марганца в концентрации 1,5 г/кг площадь листьев уменьшается на 7 %, а при дальнейшем увеличении концентрации площадь листьев уменьшается на 28 %. При комплексном внесении загрязнителей наблюдается дальнейшее угнетение ростовых процессов листьев *Petunia Hybrida Grandiflora* L. Наибольшее негативное влияние наблюдается при комплексном внесении кобальта и марганца, особенно при высоких концентрациях кобальта. *Phacelia tanacetifolia* Benth. проявляет некоторую устойчивость к загрязнению почвы кобальтом и марганцем, но при высоких концентрациях этих тяжелых металлов ( $Mn^{2+}$  – 3 г/кг,  $Co^{2+}$  – 10 мг/кг) наблюдается отрицательное воздействие на проростки исследованного вида растений.

В заключении можно отметить, что загрязнение почвы соединениями кобальта и марганца в незначительных концентрациях усиливает рост листовой пластины исследуемых видов растений. Но в случае *Petunia Hybrida Grandiflora* L. и *Calendula officinalis* L. высокие концентрации этих тяжелых металлов отрицательно влияют на площадь листовой пластины, в то время как на проростки *Agrostemma githago* L. и *Ageratum houstonianum* cv. *Bule Lagoon* загрязнение почвы ионами кобальта и марганца не оказывает негативного влияния.

#### Список литературы

1. Гуральчук Ж.З. Фітотоксичність важких металів та стійкість рослин до їх дії / Ж.З.Гуральчук. – К.: Логос, 2006. – 208 с.
2. Коршиков И.И. Адаптация растений к условиям техногенно загрязненной среды / И.И.Коршиков. – К.: Наук. думка, 1996. С. 215-238.



3. Рахманкулова З.Ф. Формирование адаптационных механизмов у пшеницы и кукурузы к повышенному содержанию цинка / З.Ф.Рахманкулова, В.В.Федяев, О.А.Абдуллина // Вестн. Башкир.ун-та. – 2008 – Т. 13, № 1 – С. 43-46.
4. Tamas L., Vocova B., Huttova J., Mistrik I., Olle M. Cadmium-induced inhibition of ascorbic acid oxidase in barley roots // J. Plant Growth Regul. – 2006. – V. 48. – P. 41-49.
5. Veselov D., Kudoyarova G., Symonyan M., Veselov St. Effect of cadmium on ion uptake, transpiration and cytokinin content in wheat seedlings // Buig. J. Plant /physiol. 2003. Special issue. P. 353-359.
6. Wojcik M., Tukiendorf A. Cd-tolerance of maize, rye and wheat seedling // Acta Physiol. Plant. 1999. V. 21. N 2. P. 99-107.

УДК 582.28: 628.543.3/9

**ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА  
ПРООКСИДАНТНО-АНТИОКСИДАНТНУЮ СИСТЕМУ  
И ДЕСТРУКЦИЮ METHYL ORANGE ШТАММОМ  
*PLEUROTUS ERYNGII* P-ER**

***Чайка А.В.***

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР  
*alexander.v.chaika@gmail.com*

**Введение.** Уникальной особенностью дереворазрушающих базидиомицетов является их способность к синтезу ряда лигнолитических экстрацеллюлярных ферментов, работа которых основана на генерировании активных форм кислорода. Данные ферменты обладают широкой субстратной специфичностью, что позволяет им разрушать не только вещества лигноцеллюлозного комплекса древесины, но и различные ксенобиотики [1, 2]. С другой стороны, и сами клетки дереворазрушающих грибов постоянно подвергаются воздействию активных форм кислорода, которые обладают способностью инициировать окисление важнейших макромолекул – нуклеиновых кислот, белков, липидов. При нарушении работы прооксидантно-антиоксидантной системы в клетках дереворазрушающих базидиомицетов развивается «окислительный стресс» – происходит дезорганизация метаболических процессов, функционирования, патология и гибель клеток [3].

**Актуальность** изучения прооксидантно-антиоксидантной системы дереворазрушающих базидиомицетов и их способности к деструкции химически стойких соединений связана с увеличивающимся поступлением в биосферу устойчивых загрязнителей антропогенного происхождения в масштабах, превышающих ее природную самоочищающую способность [4]. Соответственно, изучение возможности регуляции прооксидантно-антиоксидантного равновесия культур ксилотрофных грибов с целью разработки биотехнологий утилизации ксенобиотиков и растительных отходов является важной задачей.

В настоящее время особое внимание исследователей привлекает такой физический фактор, как электромагнитное излучение, которое может быть природного или искусственного происхождения. Единого мнения по поводу влияния электромагнитного излучения на живые организмы не существует [5].

**Целью** настоящего исследования послужило изучение влияния электромагнитного излучения на рост, состояние прооксидантно-антиоксидантной системы и эффективность деструкции ксенобиотика methyl orange культуральным фильтратом штамма *Pleurotus eryngii* (DC.) Quél. P-er.

В исследовании использовали следующие **методы**: метод глубинного культивирования исследуемого штамма *Pleurotus eryngii* P-er на модифицированной глюкозо-пептонной среде с лигносульфонатом, твин-80 и минеральными элементами по Кирку в течение 6-ти суток при температуре  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  [7]; весовой метод определения абсолютно сухой биомассы (АСБ) мицелия; метод определения прооксидантно-антиоксидантного равновесия культур ксилотрофов по показателям самопроизвольной, индуцированной интенсивности процессов перекисного окисления липидов и антиоксидантной активности мицелия и культурального фильтрата (КФ) [6]; метод оценки эффективности окислительной деструкции ксенобиотиков по разрушению модельного соединения – красителя methyl orange  $\text{C}_{14}\text{H}_{14}\text{N}_3\text{NaO}_3\text{S}$  (CAS 547-58-0) культуральным фильтратом штамма [7].

В эксперименте использовали электромагнитное излучение с частотами 3 ГГц (частоты, на которых работает Wi-Fi) и 200-800 ТГц (видимый свет). Источниками излучения были: экспериментальный прибор ЭМП с GSM Wi-Fi диапазоном и люминесцентная лампа Aquastar со спектральными характеристиками дневного света.

Опыты проводили в трехкратной повторности. Полученные экспериментальные данные обрабатывали с использованием общепринятых методов статистической обработки результатов биологических экспериментов.

**Результат.** Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что электромагнитное излучение с частотами 200–800 ТГц вызывает увеличение АСБ культуры *P. eryngii* P-er на 20 % по сравнению с контролем. Излучение с гораздо более низкими частотами – 3 ГГц достоверно не влияет на рост культуры.

Количество продуктов перекисного окисления липидов, активных в отношении тиобарбитуровой кислоты (ТБК-АП) в мицелии штамма *P. eryngii* P-er при действии излучения как высоких, так и низких частот снижалось по сравнению с контролем на 25 %. В КФ штамма содержание ТБК-АП оставалось практически на одном уровне при воздействии видимого света и незначительно повышалось (на 9%) при частоте 3 ГГц.

Достоверного влияния электромагнитного излучения исследуемых частот на антиоксидантную активность мицелия *P. eryngii* P-er установ-

лено не было. Тем не менее, содержание веществ с антиоксидантной активностью в КФ исследуемого штамма при воздействии излучения с частотой 3 ГГц снижалось на 23 %.

Установлено воздействие электромагнитного излучения на равновесие прооксидантно-антиоксидантной системы культуры *P. eryngii* P-er. Так, при действии излучения с частотой 3 ГГц равновесие смещается в сторону прооксидации: существенно в КФ (на 34 %) и незначительно в мицелии (на 3 %). Излучение с частотой 200–800 ТГц оказывает противоположное воздействие – уровень прооксидантных процессов снижается в КФ на 2 % и в мицелии на 6 %.

Эффективность окислительной деструкции красителя methyl orange культуральным фильтратом штамма *P. eryngii* P-er при излучении с частотой 3 ГГц достоверно не изменилась по сравнению с контролем, а при частоте 200–800 ТГц снизилась на 22 %.

В заключении стоит отметить, что прооксидантно-антиоксидантное равновесие является одной из наиболее чувствительных составляющих гомеостаза аэробных организмов [8]. А сдвиг этого равновесия в сторону прооксидации при действии электромагнитного излучения низких частот (3 ГГц) может рассматриваться как реакция на стресс. Причем усиление работы антиоксидантной системы в клетках *P. eryngii* P-er практически полностью компенсирует это негативное влияние. Излучение с гораздо более высокими частотами (200–800 ТГц) наоборот, стимулирует рост и ингибирует прооксидантные процессы, поэтому такое влияние может считаться положительным. Однако снижение интенсивности процессов свободнорадикального окисления в этом случае приводит к снижению эффективности окислительной деструкции красителя methyl orange исследуемым штаммом.

### Список литературы

1. Белозерская Т.А. Активные формы кислорода и стратегия антиоксидантной защиты у грибов (обзор) / Т.А.Белозерская, Н.Н.Гесслер // Прикладная биохимия и микробиология. – 2007. – Т. 43, № 5. – С. 565–575.
2. Владимиров Ю.А. Свободные радикалы в биологических системах / Ю.А.Владимиров // Сорос. образоват. журн. 2000. № 12. С. 13–19.
3. Глазунов Г.П. Основы восстановления нарушенных земель / Г.П.Глазунов // Почвоведение. – 2004. – С. 282–287.
4. Королева О.В. Использование биокаталитических процессов лигниноцеллюлозного действия для комплексной переработки отходов целлюлозно-бумажной промышленности. Фундаментальные и прикладные аспекты / О.В.Королева, Т.В.Федорова, Н.В.Лукина и др. // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – Вып 5. – С. 24–48.
5. 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.

6. Чайка А.В. Активность свободнорадикального перекисного окисления липидов штаммов ксилотрофных грибов / А.В.Чайка, Ю.А.Молодцова // Промышленная ботаника: состояние и перспективы развития (Донецк, 17–19 мая 2017 г.): материалы.– Ростов-на-Дону: Альтаир, 2017. С. 467–471.
7. Gold M.H., Wariishi H., Valli K. Extracellular peroxidases involved in lignin degradation by the white rot basidiomycete *Phanerochaete chrysosporium* // Am. Chem. Soc. Symp. Ser. 1989. № 389. P. 127–40.
8. Wilson B.W., Stevens R.G., Anderson L.E. Extremely Low frequency Electromagnetic Fields: The Question of Cancer. Columbus. Ohio: Batelle Press, 1990. 393 p.

УДК 582.284:577.151.52

## МОЛОКОСВЕРТЫВАЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ ШТАММА *IRPEX LACTEUS* 1081 ПРИ РАЗНЫХ СПОСОБАХ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ

**Чемерис О.В.**, канд. биол. наук,  
**Супрун Ю.А.**

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР  
*chemeris07@rambler.ru*

**Введение.** Базилиальные грибы – перспективные продуценты заменителя фермента молокосвертывающего действия животного происхождения [1, 2, 3]. Способность базидиомицетов к синтезу внеклеточных энзимов имеет важное значение в связи с острым дефицитом сычужного фермента, который применяют для изготовления сыров, в целом мире [4]. Исследователями ведутся активные работы по поиску новых штаммов продуцентов [5], оптимальных условий их культивирования [6], способов очистки ферментных препаратов [3] и др.

**Актуальность (социальная значимость).** Кроме поиска продуцентов заменителя реннина перед учеными также стоит задача оптимизации условий синтеза грибом молокосвертывающего фермента и изучения влияний разных факторов среды на него. Оптимальный способ культивирования может обусловить значительное увеличение биосинтетических свойств гриба, и, соответственно, повышение выхода полезного продукта.

**Целью** данной работы было исследование влияния разных способов культивирования на молокосвертывающую активность штамма *Irpex lacteus* 1081.

**Материалы и методы.** Объектом исследований выступал штамм *Irpex lacteus* 1081. Основные физиолого-биохимические и культурально-морфологические характеристики штамма были изучены с 3-х по 15-е сутки культивирования в динамике глубинного роста на жидкой глюкозо-пептонной питательной среде [7]. Кислотность питательной среды доводили до значения pH 4,0 с помощью 10 %-го раствора HCl. Стерильную

питательную среду инокулировали кусочком 7-дневного мицелия размером 5×5 мм. Культивирование продуцента осуществляли в колбах Эрленмейера объемом 100 мл с 50 мл питательной среды в статических и динамических условиях на роторной качалке АВУ-6-с (100 об/мин) при режиме перемешивание в течение 1 часа через 23 часа простоя качалки.

Определение молокосвертывающей активности (МСА) культуральной жидкости (КЖ) проводили по методу Kawai и Mukai [4]. Полученные значения переводили в условные единицы согласно формуле [8, 9]. Содержание белка в культуральной жидкости определяли спектрофотометрическим методом на спектрофотометре СФ-46 (ЛОМО) [10], используя формулу Лайне [11]. Накопление биомассы определяли весовым методом [12]. рН культуральной жидкости измеряли с помощью анализатора ионов АІ-123 (ДЕСКК, Украина). Статистическую обработку полученных данных осуществляли дисперсионным анализом, а сравнение средних арифметических величин – по критерию Дункана [13].

**Результат.** Установлено, что молокосвертывающая активность культуральной жидкости штамма *Irpex lacteus* 1081 наблюдалась с 3-х суток независимо от способа культивирования и составляла 68,28 Е/мл в статических условиях и 39,98 Е/мл – в динамических. При дальнейшем культивировании штамма *Irpex lacteus* 1081 ферментативная активность КЖ возрастала от 3 до 5 раз. При статических условиях культивирования максимальные значения МСА культуральной жидкости 312-355 Е/мл наблюдались на 7, 10 и 15-е сутки культивирования. При культивировании штамма *Irpex lacteus* 1081 в динамических условиях МСА культуральной жидкости увеличивалась во времени и достигала максимальных значений 435,73 Е/мл на 15-е сутки.

При культивировании штамма *Irpex lacteus* 1081 в статических условиях содержание белка в КЖ с 3-х по 7-е сутки было ниже контрольного значения – 1,91 г/мл. При динамических условиях культивирования продуцента содержание белка в КЖ было ниже контрольного с 3-х по 10-е сутки. Данное явление свидетельствует об одновременных процессах поглощения белка из питательной среды для роста и развития мицелия продуцента и синтезе внеклеточных ферментов молокосвертывающего действия. На 12-15-е сутки культивирования штамма *Irpex lacteus* 1081 содержание белка находилось на уровне контрольного значения – 1,89–2,00 мг/мл. Именно в этот период отмечена максимальная МСА культуральной жидкости.

Для оценки накопления биомассы штаммом *Irpex lacteus* 1081 использовали показатель абсолютно сухой биомассы. При статическом способе культивирования продуцента наблюдался максимальный выход биомассы. Экспоненциальная фаза роста мицелия наблюдалась до 15-х суток. В этот период отмечена максимальная молокосвертывающая активность культуральной жидкости, что совпадает с литературными

данными [5]. При динамическом культивировании штамма *Irpex lacteus* 1081 наблюдался значительно более низкий выход биомассы. Стационарная фаза наступала на 7-е сутки. При статическом и динамическом способе культивирования штамма *Irpex lacteus* 1081 рН культуральной жидкости находилось на уровне контрольного значения 4,0.

**Заключение.** Таким образом, способ культивирования оказывает влияние на физиологические и биосинтетические процессы штамма *Irpex lacteus* 1081. Так оптимальными условиями культивирования продуцента для выхода экзопротеиназ молокосвертывающего действия являются статические с максимумом МСА культуральной жидкости на 7, 10 и 15-е сутки и динамические в режиме 1-часового перемешивания через 23 часа простоя качалки на 15-е сутки.

### Список литературы

1. Белова Н.В. Некоторые перспективные направления биотехнологии базидиомицетов / Н.В. Белова, И.И. Шамолина // Микология и фитопатология. – 2013. – Т.47, № 2. – С. 73-82.
2. Бойко С.М. Біологічні особливості штамів *Irpex lacteus* Fr. – продуцентів протеїназ молокосзідальної дії: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: 03.00.21 «Мікологія» / С.М. Бойко. – К., 2002. – 20с.
3. Лебедева Г. В. Очистка и характеристика молокосвертывающих ферментов вешенки обыкновенной / Г. В. Лебедева, М. Т. Проскуряков // Прикл. биохимия и микробиология. – 2009. – Т. 45, № 6. – С. 690 – 692.
4. Kawai M. Studies on milk clotting enzymes produced by *Basidiomycetes*. I. Screening test of *Basidiomycetes* for the production of milk clotting enzymes / M. Kawai, N. Mukai // Agric. Biol. Chem. – 1970. – V. 34 (2). – P. 159 – 163.
5. 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.
6. Чемерис О. В. Влияние способа культивирования на ферментативную активность штамма *Irpex lacteus* 2482 / О. В. Чемерис // Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса: Материалы международ. науч. конф. студентов и молодых ученых, Донецк, 17-20 окт. 2017 г. – Т. 2: Химико-биологические науки / под общей редакцией проф. С.В. Беспаловой. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2017. – С. 189 – 191.
7. Федорова Л. Н. Протеазы сычужного действия в культурах высших грибов / Л. Н. Федорова, А. Н. Шиврина // Микология и фитопатология. – 1974. – Т. 8, № 1. – С. 22 – 25.
8. Белки, ферменты и стерилы базидиальных грибов. Методы исследования / Под ред. О. П. Низковской. – Ленинград: Наука, 1979. – 72 с.
9. Типограф Д. Я. Условия культивирования гриба *Aspergillus candidus*, шт. 111 и его ферментативные комплексы / Д. Я. Типограф, Т. А. Петина // Прикл. биохимия и микробиология. – 1966. – Т. 2, № 4. – С. 417 – 424.
10. Кочетов Г. А. Практическое руководство по энзимологии / Г. А. Кочетов. – Москва: Высшая школа, 1980. – 272 с.
11. Layne E. Spectrophotometric and turbidimetric methods for measuring proteins / E. Layne // Methods Enzymol. – 1957. – Vol. 3. – P. 447–455.

12. Петербургский А.В. Практикум по агрономической химии / А. В. Петербургский. – Москва: Колос, 1968. – 469 с.
13. Приседський Ю. Г. Статистична обробка результатів біологічних експериментів: навчальний посібник / Приседський Ю. Г. – Донецьк: ТОВ «Норд Комп'ютер», 1999. – 210 с.

УДК 581.1

## **АКТИВНОСТЬ ПЕРОКСИДАЗЫ В ПРОРОСТКАХ *PINUS SYLVESTRIS*, ИНФИЦИРОВАННЫХ ШТАММОМ *HETEROBASIDION ANNOSUM* НА-6-96**

**Чемерис О.В.**<sup>1</sup>, канд. биол. наук,  
**Чепижко В.О.**<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup> МОУ «Гимназия № 6 г. Донецка», ДНР

*chemeris07@rambler.ru*

**Введение.** Ранняя реакция растений на биотические стрессоры связана с активацией клеточных сигнальных систем [1, 2]. Особая роль в передаче сигнала принадлежит таким посредникам, как активные формы кислорода (АФК) – супероксидному радикалу и пероксиду водорода [3]. Процессы образования и обезвреживания АФК тесно связаны с активностью ферментов, способных не только к их нейтрализации, но и к генерации [4]. Именно ферментные системы синтеза и утилизации АФК определяют устойчивость растений к патогену.

**Актуальность (социальная значимость).** К числу наиболее опасных возбудителей болезней хвойных деревьев относят гриб *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref, который вызывает гниение корня и отмирание инфицированных деревьев. Болезнь приводит к значительным убыткам из-за постепенной гибели леса, снижения производительности древостоев, защитных и санитарно-гигиенических функций леса, снижения качества древесины [5, 6]. Наибольший экономический ущерб гриб наносит монокультурам *Pinus sylvestris* L. Для создания устойчивых хвойных насаждений необходимо изучение физиолого-биохимических процессов как в пораженных патогеном, так и в здоровых растениях [7].

**Целью** данных исследований было изучение активности пероксидазы в проростках *Pinus sylvestris*, инфицированных штаммом *Heterobasidion annosum* НА-6-96.

**Материалы и методы.** Семена *P. sylvestris* после промывания под проточной водой в течение 1,5 часов и стерилизации в 15 % растворе H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> в течение 30 мин. высаживали на агаризованную питательную среду Чапека-Докса [8] с содержанием глюкозы 3 г/л [5] в пробирки 20×200 мм.

Проростки *P. sylvestris* в возрасте 21 дня инокулировали мицелием штамма *H. annosum* НА-6-96.

Активность пероксидазы определяли на 5-е и 12-е сутки после инфицирования растений фотометрическим методом. В качестве субстрата использовали гваякол и  $H_2O_2$  [9]. Статистическую обработку полученных результатов проводили методом дисперсионного анализа качественных и количественных признаков, а множественное сравнение средних арифметических величин – методом Дункана [10].

**Результат.** Установлено, что на 5-е сутки после инфицирования штаммом *H. annosum* НА-6-96 активность пероксидазы в проростках *Pinus sylvestris* повышалась по сравнению с контролем более, чем в 1,5 раза. В этот период наблюдались визуальные отличия между здоровыми и пораженными растениями. У инфицированных проростков отмечена потеря тургора и засыхание концов хвоинок. На 12-е сутки после инфицирования фитопатогеном проростков *Pinus sylvestris* активность пероксидазы значительно возрастала, по сравнению со здоровыми растениями более, чем в 5 раз. В этот период количество проростков с признаками болезни увеличивалось до 100%.

**Заключение.** Инфицирование штаммом *H. annosum* НА-6-96 проростков *Pinus sylvestris* вызывало повышение активности пероксидазы, что является защитной реакцией растения на патоген.

#### Список литературы

1. Тарчевский И. А. Сигнальные системы клеток растений / И. А. Тарчевский – М.: Наука, 2002. – 294 с.
2. Grant J. J. Role of reactive oxygen intermediates and cognate redox signaling in disease resistance / J. J. Grant, G. J. Loake // *Plant Physiol.* – 2000. – Vol. 124, № 1. – P. 21 – 29.
3.  $H_2O_2$  from the oxidative burst orchestrates the plant hypersensitive disease resistance response / [Levine A., Tenhaken R., Dixon R., Lamb C.] // 1994. – *Cell.* – Vol. 79. – P. 583 – 593.
4. Parallel changes in  $H_2O_2$  and catalase during thermotolerance induced by salicylic acid or heat acclimation in mustard seedlings / [Dat J. F., Lopez-Delgado H., Foyer C. H., Scott I. M.] // *Plant Physiol.* – 1998. – Vol. 116, № 4. – P. 1351 – 1357.
5. Бойко М. І. Фізіолого-біохімічні особливості системи *Pinus sylvestris* L. – *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. і перспективи практичного використання екзометаболітів деяких дереворуйнівних грибів: дис. на здобуття наук. ступеня доктора біол. наук: спец. 03.00.12 “Фізіологія рослин”; 03.00.24 “Мікологія” / М. І. Бойко. – К., 1996. – 461 с.
6. Негруцкий С. Ф. Корневая губка / С. Ф. Негруцкий. – М.: Агропромиздат, 1986. – 196 с.
7. Чемеріс О. В. Адаптивні реакції проростків *Pinus sylvestris* L. і *Pinus pallasiana* D. Don за інфікування грибом *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.: дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спец. 06.01.11 «Фітопатологія» / О.В. Чемеріс. – К., 2014. – 21 с.
8. Гродзинский А. М. Краткий справочник по физиологии растений / А. М. Гродзинский, Д. М. Гродзинский. – К.: Наукова думка, 1973. – 592 с.



9. Методы биохимического исследования растений / А. И. Ермаков, В. А. Арасимович, Н. П. Ярош и др.; под ред. А. И. Ермакова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Агропромиздат. Ленингр. от-ние, 1987. – С. 41 – 42.
10. Приседський Ю. Г. Статистична обробка результатів біологічних експериментів: навчальний посібник / Ю. Г.Приседський. – Донецьк: ТОВ «Норд Компьютер», 1999. – 210 с.

УДК 635.82:575.162

## ПЛОДООБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ ГИБРИДОВ *PLEUROTUS OSTREATUS* (JACQ.: FR.) KUMM.

**Швиндина Е.С.,**

**Демченко С.И.,** канд. биол. наук, доц.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*e.shvindina@gmail.com*

**Актуальность исследований.** Культивирование съедобных грибов в искусственных условиях представляет интерес в решении таких актуальных проблем современности, как устранение дефицита пищевого белка в рационе питания человека, охрана окружающей среды путём создания безотходных технологий, а также использование биологически активных веществ грибов в биотехнологических, микробиологических и фармацевтических отраслях производства [1, 2].

Перспективным видом шляпочных базидиомицетов для промышленного культивирования является *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm (вешенка обыкновенная). Особенности ее биологии, наличие доступных субстратов позволяют удачно культивировать этот вид гриба и в Донецкой Народной Республике. Однако грибоводы сталкиваются с важной проблемой – отсутствие отечественных высокопродуктивных штаммов *P. ostreatus*. Поэтому на кафедре физиологии растений ГОУ ВПО «ДонНУ» проводится селекция высокопродуктивных штаммов вешенки обыкновенной [3, 4].

В связи с тем, что не у всех моноспоровых изолятов вешенки, которые являются исходным материалом для половой рекомбинации, наблюдается плодоношение на лигноцеллюлозных субстратах, **целью** наших исследований было изучение закономерностей наследования плодообразовательной активности гибридами *P. ostreatus*. Для реализации поставленной цели было проведено межштаммовое скрещивание (аутбридинг) мицелиальных культур монокарионов *P. ostreatus* по следующей схеме:

- в первом варианте опыта: ♀ монокарион образует примордии × ♂ монокарион образует примордии;

- во втором варианте опыта: ♀ монокарион образует примордии × ♂ монокарион не образует примордии;

- в третьем варианте: ♀ монокарион не образует примордии × ♂ монокарион не образует примордии.

Для исследования использовали микологические и статистические методы.

**Результат.** Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что в первом и во втором вариантах опыта 100% гибридных штаммов *P. ostreatus* образовывали примордии на увлажненной лузге семян подсолнечника при заданных микроклиматических параметрах. В первом варианте опыта большинство гибридных штаммов (80%) формировали более 20 примордиев в одной колбе. Во втором варианте опыта 70% гибридных штаммов образовывали в основном 12-15 примордиев в одной колбе. В третьем варианте опыта существенно уменьшилось количество фертильных гибридов и составило 43%. В этом варианте опыта гибриды образовывали в основном 3-5 примордиев в одной колбе. У фертильных гибридных штаммов варьировал период инициации плодоношения: в первом варианте опыта он находился в пределах от 6 до 18 суток, во втором – от 7 до 15 суток, в третьем – от 7 до 14 суток.

В заключении стоит отметить, что у *P. ostreatus* на моно- и дикариотической стадии жизненного цикла плодообразовательная активность существенно отличается, что согласуется с литературными данными [5]. Установлено, что на индукцию плодообразования гибридов *P. ostreatus* первого поколения влияют геномы родительских монокарионов отдельно, но наибольший вклад вносит эффект их взаимодействия. Для получения гибридов вешенки с повышенной продуктивностью необходимо скрещивать монокарионы, которые способны формировать примордии на лигноцеллюлазном субстрате.

### Список литературы

1. Бисько Н.А. Разложение древесины различных пород в процессе роста вешенки обыкновенной / Н.А.Бисько, В.Т.Билай, Э.К.Чурикова // Микология и фитопатология. – 1984. – Т. 18, №6. – С. 435–439.
2. Гарибова Л.В. Выращивание грибов / Л.В.Гарибова. – М.: «Вече», 2005. – 96 с.
3. Демченко С.І. Дослідження індивідуальної мінливості природних штамів *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr) Kumm. / С.І.Демченко, А.Є.Дерев'яно, К.С.Швиндіна // Проблеми екологі та охорони природи техногенного регіону. – 2011. – Вип. №1(11). – С. 221–229.
4. Демченко С.И. Плодоношение моноспоровых культур и гибридных дикарионов *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr) Kumm. в лабораторных условиях / С.И.Демченко, Мелихова Г.И. // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2009. – Вып. №8. – С. 199–208.
5. Дьяков Ю.Т. Введение в генетику грибов: Учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений / Ю.Т.Дьяков, А.В.Шнырева, А.Ю.Сергеев. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 304 с.

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЕСТРУКЦИИ METHYL ORANGE ШТАММАМИ КСИЛОТРОФНЫХ ГРИБОВ ПРИ РАЗНЫХ рН СРЕДЫ

*Шершень Д.В., Чайка А.В.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР  
*alexander.v.chaika@gmail.com*

**Введение.** В связи с процессами индустриализации и урбанизации, многие химические соединения техногенного происхождения, включая красители, производятся и используются в значительном количестве. Они находят применение в пищевой, косметической, бумажной, пластмассовой и текстильной промышленности. Накопление таких веществ в окружающей среде имеет негативные последствия для живых организмов из-за потенциальной токсичности и канцерогенности [6].

**Актуальность** исследования определяется способностью ксилотрофных грибов продуцировать неспецифические ферменты, такие как полифенолоксидазы (лакказа, катехолоксидаза, тирозиназа), различные пероксидазы (лигнинпероксидазы, марганец-пероксидазы, секреторные пероксидазы растительного типа), а также комплекс метаболитов, в частности АФК, задействованные в деструкции различных соединений [2]. В последние годы вырос интерес учёных к изучению возможности использования дереворазрушающих грибов для обесцвечивания синтетических красителей. Ксилотрофы могут найти применение при обработке сточных вод, содержащих хлорорганические ароматические соединения и твердых отходов целлюлозно-бумажной промышленности, а также для рекультивации деградированных земель [4]. Ведутся работы по изучению влияния факторов среды на рост и секрецию ферментных систем, необходимых для деструкции различных веществ [3, 4].

**Целью** работы было изучение влияния рН на эффективность деструкции methyl orange штаммами *Trametes hirsuta* (Wulfen) Lloyd Th-11 и *Trametes versicolor* (L.:Fr.) Quel. Tv-11-11.

Для исследования использовали следующие **методы**: метод глубинного культивирования [5] исследуемых штаммов ксилотрофных грибов *T. hirsuta* Th-11 и *T. versicolor* Tv-11-11; метод оценки эффективности деструкции (ЭД) красителя methyl orange культуральным фильтратом (КФ) штаммов [5] при различных рН реакционной среды (от 3,2 до 8,0 ед.).

**Результат.** Наиболее высокую ЭД исследуемого красителя КФ штамма *T. hirsuta* Th-11 показал в пределах рН 4,4–5,2. При этом ЭД составила более 73 усл. ед. Низкая эффективность деструкции красителя (менее 10 усл. ед.) данным штаммом наблюдалась при рН реакционной среды менее 3,6 и более 6,4.

Штамм *T. versicolor* Tv-11-11 показал наибольшую ЭД methyl orange в пределах рН 3,2–6,2. Наиболее высокие значения ЭД красителя КФ данного штамма (более 60 усл. ед) зафиксированы при значениях рН 4,0–4,4. Наблюдалось значительное снижение эффективности деструкции methyl orange данным штаммом при значениях рН выше 6,4.

Таким образом, наиболее высокие значения эффективности деструкции красителя methyl orange КФ штаммов *T. hirsuta* Th-11 и *T. versicolor* Tv-11-11 получены при рН реакционной среды в пределах 4,0–4,8. Наибольшее снижение эффективности деструкции красителя для обоих исследуемых штаммов ксилотрофных грибов зафиксировано при значениях рН выше 6,4.

**В заключение стоит отметить,** что в процессе деструкции различных веществ ксилотрофными грибами участвует комплекс лигнолитических ферментов. Для каждого такого фермента характерны наиболее оптимальные пределы рН, которые выработались в процессе эволюции. Согласно литературным данным, для тирозиназы наиболее оптимальным показателем рН является 6,5, для секреторных пероксидаз растительного типа – рН 7,0, а лакказы остается стабильной при рН от 2,5–7,0 [4]. В связи с тем, что ферментный состав лигнолитических комплексов разных штаммов ксилотрофных грибов качественно и количественно отличается, каждый штамм имеет индивидуальный характер влияния рН на эффективность деструкции различных соединений. Поэтому дальнейшие исследования будут направлены на подбор наиболее благоприятных условий культивирования с целью повышения эффективности деградации ксенобиотиков.

### Список литературы

1. Глазунов Г.П. Основы восстановления нарушенных земель / Г.П.Глазунов // Почвоведение. – М., 2004. – С. 282–287.
2. Головлева Л.А. Биодegradация лигнина / Л.А.Головлева // Успехи микробиологии. 1990. – № 24. – С. 128–155.
3. Капич А.Н. Возможность накопления биомассы базидиомицетами на отходах промышленности в глубинной культуре / А.Н.Капич // Весты АН БССР. – 1980. – № 1. – С. 88–92.
4. Королева О.В. Оптимизация условий глубинного культивирования базидиомицета *Cogiolus hirsutus* – продуцента внеклеточной лакказы / О.В.Королева // Прикладная биохимия и микробиология. – 2000. – Т.36, №1. – С.30–36.
5. 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.
6. Черненкова Т.В. Реакция лесной растительности на промышленное загрязнение / Т.В. Черненкова. – М.: Наука, 2002. 191 с.

# ***Физиология человека и животных***

УДК 61:577.1

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ БИОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ПРЕПОДАВАНИЕ БИОХИМИИ СТУДЕНТАМ МЕДИЦИНСКИХ ВУЗОВ**

***Бакурова Е.М.***, канд. мед. наук, доцент,

***Одарченко Т.С., Филиппаки И.В.***,

***Турсунова Ю.Д.***, канд. биол. наук, доцент

ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького»,  
г. Донецк, ДНР  
*tauga@inbox.ru*

**Введение.** Данная статья посвящена результатам исследования особенностей активности глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы эритроцитов при раке и язвенной болезни желудка, расширению представлений о роли антиоксидантной системы глутатиона при данных заболеваниях, а также оценке возможности применения полученных результатов в процессе преподавания биохимии студентам медицинских специальностей. Установлено, что с возрастом активность глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы в эритроцитах снижается как в норме, так и при язвенной болезни и раке желудка. Снижение активности фермента связано с тяжестью патологического процесса и способствует развитию гемической гипоксии. Полученные новые данные дополняют сведения о глюкозо-6-фосфатдегидрогеназе эритроцитов и могут быть включены в преподавание биохимии студентам медицинских вузов.

**Актуальность.** В настоящее время медицинское образование основано на преподавании и внедрении в образовательный процесс знаний, необходимых для профессиональной деятельности и накопления понятий для дальнейшего саморазвития студентов. В медицинских вузах традиционно, наряду с учебно-методической работой, проводятся научные клинические исследования. Их результаты могут быть внедрены в образовательный процесс для реализации развивающего потенциала студентов. Кроме того, результаты научных исследований являются интеллектуальной мотивацией для развития личностных качеств будущих врачей.

**Целью** данной работы заключалась в том, чтобы на примере особенностей активности глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы (Г6ФДГ) эритроцитов при раке и язвенной болезни желудка, расширить представления о роли антиоксидантной системы глутатиона при данных заболеваниях, а также оценить возможность применения полученных результатов в процессе преподавания биохимии студентам медицинских специальностей

**Результат.** В ходе исследования была изучена активность Г6ФДГ в эритроцитах при различном течении язвенной болезни (ЯБ) и раке желудка (РЖ). Нарушения микроциркуляции и развитие гипоксии являются существенным фактором патогенеза ЯБ и РЖ. Дисметаболические процессы в эритроцитах, выполняющих газотранспортную функцию, могут иметь основополагающее значение в развитии клеточной дисфункции [1]. При изучении активности Г6ФДГ эритроцитов при ЯБ были установлены как возрастные изменения, так и особенности, связанные с характером течения ЯБ. У пациентов молодого возраста с неосложненным течением ЯБ активность фермента достоверно не отличалась от нормы. Снижение его активности регистрировали среди пациентов старшего возраста. То есть при ЯБ существует обратная связь изменений активности Г6ФДГ с возрастом ( $\rho = -0,487$ , отрицательная связь средней силы). Таким образом, возраст предопределяет изменения ферментативной активности, и это может являться одним из факторов патогенеза. Наиболее выраженное снижение активности фермента установлено при раке и при развитии осложнений язвенной болезни. Так, при наличии осложнений (стенозировании либо развитии кровотечений), а также наличии хронического атрофического гастрита (предракового состояния) установлено достоверное снижение активности Г6ФДГ во всех возрастных группах. У больных ЯБ и РЖ активность Г6ФДГ коррелировала с тяжестью течения заболевания. Соответственно, можно предположить дисфункцию антиоксидантной системы глутатиона из-за уменьшения уровня восстановленного глутатиона в эритроцитах, так как пентозофосфатный путь окисления глюкозы (ПФЦ) и его регуляторный фермент Г6ФДГ являются источником НАДФН<sub>2</sub> для регенерации восстановленного глутатиона [1–8]. Снижение активности системы антирадикальной защиты эритроцитов и действие активных форм кислорода ускоряют разрушение эритроцитарных мембран [1, 3, 8]. Выявленные нарушения метаболизма эритроцитов могут быть одной из причин развития гемической гипоксии у пациентов с язвенной болезнью, особенно при ее осложненном течении, поэтому могут быть использованы для прогнозирования развития осложнений у таких больных. При раке желудка это может способствовать развитию «синдрома старения эритрона», сокращению сроков циркуляции, истощению эритропоэза, развитию анемии [3]. Представленные в статье экспериментальные данные согласуются с теоретическими сведениями, получаемыми студентами, о значимости фермента для жизнедеятельности эритроцита. Г6ФДГ играет важную роль в защите клеток от оксидантного стресса [1–8]. Так, нарушение инактивации перекиси водорода может привести к повреждению ДНК [7, 8] и апоптотической гибели клеток. Усиление процессов свободнорадикального окисления липидов, нарушение функционирования системы глутатиона, с которой тесно связана

активность Г6ФДГ, и функционального состояния эритроцитов может иметь место при язвенной болезни (ЯБ), а также в патогенезе раковых новообразований. Среди факторов риска развития рака важную роль играют нарушение равновесия в системе прооксидантных процессов и антиоксидантной защите организма. В образовательном процессе рассматривается значение Г6ФДГ в качестве ключевого фермента пентозофосфатного пути окисления глюкозы (ПФП). При изучении студентами дисциплины «Биохимия» данный вопрос относится к базовым. Он рассматривается в содержательном модуле «Метаболизм углеводов и его нарушения». В рамках данного исследования хотелось бы указать на ряд клинически важных аспектов роли ПФП, которые имеют непосредственное отношение к практике. Так, например, целесообразно акцентировать внимание студентов о значении ПФП в эритроцитах, уточняя, что продуцируемый НАДФН+Н<sup>+</sup> используется для восполнения пула восстановленного глутатиона, препятствующего перекисному окислению ненасыщенных жирных кислот фосфолипидов мембран (ПОЛ). Поэтому одним из проявлений дефицита Г6ФДГ является развитие гемолиза эритроцитов [4, 7], вследствие которого возникает гипербилирубинемия. Врожденный дефицит Г6ФДГ и дисфункция антиоксидантной системы глутатиона могут манифестировать гемолитическими кризами и развитием гемолитической анемии на фоне приема салицилатов, противомаларийных препаратов, сульфаниламидов. В целом, активность Г6ФДГ в крови является одним из важных показателей стабильности клеточной мембраны. Данный клинический аспект может быть уточнен студентам на занятиях при изучении содержательного модуля «Биохимия и патофизиология крови». Она показывает связь метаболизма углеводов, антиоксидантной системы эритроцитов и метаболизма гемоглобина. Взаимодействие данных систем непосредственно предопределяет функциональную активность эритроцитов.

В заключении стоит отметить, что активность Г6ФДГ в эритроцитах снижается как в норме, так и при язвенной болезни и раке желудка. Снижение активности фермента связано с тяжестью патологического процесса и способствует развитию гемической гипоксии. Полученные новые данные дополняют сведения о Г6ФДГ эритроцитов и могут быть включены в преподавание биохимии студентам медицинских вузов.

### Список литературы

1. Жебеленко Я.Г. Особенности взаимодействия ключевых ферментов углеводного обмена и системы антирадикальной защиты эритроцитов у больных язвенной болезнью и раком желудка / Я.Г.Жебеленко, Е.М.Бакурова, Б.Г.Борзенко, К.О.Миронова // Клінічна та експериментальна медицина – 2012. – Т. 21. – № 1. – С. 37–41.
2. Гидранович В.И. Сравнительная характеристика дегидрогеназ пентозофосфатного пути в надпочечниках и аденогипофизе / В.И.Гидранович, Л.Г.Гидранович // Достижения фундаментальной, клинической медицины и фармации: материалы 72-й науч. сес. сотр. ун-та. – Витебск: ВГМУ, 2017. – С. 316-318.

3. Бакурова Е.М. Особенности энергетического метаболома эритроцитов у больных раком распространенных стадий / Е.М.Бакурова // Материалы XI международной научно-технической конференции «Актуальные вопросы биологической физики и химии». – Севастополь. – Т. 2. – С. 175-178.
4. Маршалл В. Дж., Бангерт К. Клиническая биохимия. – 6-е изд., перераб. и доп. / Пер. англ. – М. – СПб: «Издательство БИНОМ». – «Диалект», 2015. – 408 с.
5. Мышкин В.А., Бакиров А.Б., Репина Э.Ф., Тимашева Г.В., Хуснутдинова Н.Ю., Кудояров Э.Р., Смолянкин Д.А. Экспериментальное изучение эффективности фармакологических комплексов, повышающих устойчивость организма к воздействию химических факторов [Электронный ресурс] // Медицина труда и экология человека. – 2015. – № 1 (1). – С. 9-13.
6. Олмоева В.Д., Хамнаева Н.И. Современные направления создания ферментированных продуктов питания. – Изд.: Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления. – Улан-Удэ, 2015. Глава 1 – С. 6-21.
7. Таганович А.Д., Олецкий Э.И., Котович И.Л. Патологическая биохимия / Под общей редакцией Тагановича А.Д. – М.: “Издательство БИНОМ”, 2016. – 448с.
8. The return of metabolism: biochemistry and physiology of the pentose phosphate pathway / A. Stincone [et al.] // Biological Reviews. – 2015. – Vol. 90. – Is. 3. – P. 927–9.

УДК 615.214+612.821

## **ВЛИЯНИЕ СТРЕССА НА ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ САМЦОВ БЕЛЫХ КРЫС НА ФОНЕ ПРИМЕНЕНИЯ МЕКСИДОЛА**

***Богданова С.А., Варгоцкая Л.С., Замковая М.А., Пашковская В.Н.***

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

*bogdsvetlana@mail.ru*

**Введение.** Влияние стресса на организм приводит к различным патологическим состояниям: нарушению когнитивных функций, снижению двигательной и исследовательской активности, снижению иммунной защиты и т.д. [3]. О степени влияния стресса на организм можно судить по поведенческим показателям, которые регистрируются с помощью специальных методик. Актуальным вопросом для фармакологов, нейрофизиологов, этологов мира является поиск препаратов, способных нивелировать последствия стресса на организм. Фармакологическая коррекция позволяет изменять поведенческие параметры, влияя на «точки» действия стресса. В качестве объекта исследований наиболее часто применяют белых крыс, поведенческие параметры которых определяются с помощью общепринятых тестов таких, как «Открытое поле», «Продырявленное поле», «Черно-белая камера», «Приподнятый крестообразный лабиринт», «Вынужденное плавание», др. [4, 5]

Мексидол – препарат, имеющий широкий спектр фармакологической активности. Принципиальным отличием мексидола от большинства



нейропсихотропных препаратов, к числу которых он принадлежит, является отсутствие у него собственных участков узнавания и специфического связывания с известными рецепторами. Механизм действия мексидола определяется его антиоксидантным и мембранопротекторным действием [2]. На основании данных фармакологического скрининга известно ноотропное действие мексидола, которое включает в себя антигипоксические и антиамнестические эффекты, и противосудорожное действие [1]. В то же время мало изучены его антистрессорное, ноотропное, нейропротекторное свойства, влияющие на поведенческие параметры.

**Целью** данного исследования явилось изучение влияния мексидола на изменение компонентов поведения у белых беспородных крыс в условиях действия иммобилизационного стресса.

**Методика.** Эксперименты проводились на половозрелых крысах-самцах, разделенных на 3 группы: контрольную (n=10), опытную (n=20, Мекс-группа), животные которой получали внутривенно этилметилгидроксипиридина сукцинат («Мексидол» фирмы ООО «НПК «ФАРМАСОФТ», Россия) в дозе 50 мг/кг, ежедневно в течение 7 дней, и опытную (n=20, Им+Мекс-группа), животные которой получали мексидол в той же дозе после воздействия иммобилизационного стресса длительностью 5 часов в течение 4 дней ежедневно. Условный контроль получал инъекции физиологического раствора (0,9 % раствор натрия хлорида) в том же объеме, что и Мекс-группа. Перед началом воздействий у контрольной и опытных групп были изучены исходные поведенческие показатели в тестах «Продырявленное поле» и «Приподнятый крестообразный лабиринт». По истечению срока действия воздействий крысы тестировались повторно.

В качестве модели для формирования устойчивого эмоционально-стрессового состояния использовалась классическая модель иммобилизационного стресса. В литературе имеются многочисленные экспериментальные данные по исследованию влияния иммобилизационного стресса на состояние различных систем организма, поэтому выбор данной модели позволяет лучше интерпретировать полученные результаты. Животных подвергали иммобилизации в течение 4-х дней по 5 часов каждый день. На пятый день повторно регистрировались поведенческие параметры. Контролем служили те же поведенческие показатели этих животных до иммобилизации.

Статистический анализ полученных результатов проводился при помощи таблиц EXCEL, программы STATISTICA 6.0. Для оценки достоверности различий полученные результаты подвергали статистической обработке при помощи непараметрического метода U-критерия Манна-Уитни (Mann-Whitney U-test).

**Результаты.** Выявлено, что действие иммобилизационного стресса на животных Им+Мекс-группы приводит к снижению двигательной,

исследовательской активности и к увеличению эмоциональности по сравнению с исходными значениями в тесте «Продырявленное поле», а в тесте «Приподнятый крестообразный лабиринт» – к уменьшению времени пребывания в открытом пространстве, уменьшению выглядываний из закрытых рукавов, что свидетельствует о повышении уровня тревожности.

Таким образом, можно сделать вывод, что иммобилизационный стресс является адекватным и эффективным методом стрессирования подопытных животных, что может быть связано с отсутствием у них возможности избежать стрессогенное воздействие.

При сравнении Мекс-группы с группами контроля и Им+Мекс-группы следует отметить, что мексидол проявляет анксиолитические свойства, что проявляется в увеличении исследовательской и двигательной активности, снижении эмоциональности. В то же время тестирование животных Им+Мекс-группы в «Продырявленном поле» после 4-суточного пребывания в условиях иммобилизационного стресса показало, что у крыс, получавших ежедневно в течение 7 суток внутрибрюшинную инъекцию мексидола в дозе 50 мг/кг, происходит восстановление исследовательского поведения до исходного уровня и повышение уровня двигательной активности по сравнению с контролем.

Следует также отметить отчетливый эффект мексидола на снижение уровня тревожности животных, подверженных стрессу, т.е. на увеличение времени пребывания крыс в открытом пространстве в «Приподнятом крестообразном лабиринте».

Важно, что, устраняя дисбаланс в исследовательском поведенческие показатели, мексидол восстанавливает исходные параметры поведения, изменившиеся в результате воздействия стресса.

**Заключение.** Применение мексидола приводит к повышению исследовательской активности в «Продырявленное поле» и снижению тревожности в «Приподнятом крестообразном лабиринте» у животных Мекс-группы. У животных Им+Мекс-группы в данных тестах введение мексидола оказывает выраженный антистрессорный эффект, что выражается в исчезновении поведенческого дефицита, вызванного действием стресса: наблюдалось восстановление исходных параметров поведения, изменившихся в результате воздействия стресса. Также происходит оптимизация эмоциональности у животных, подверженных стрессорному фактору. Полученные данные свидетельствуют в пользу способности мексидола улучшать поведенческие параметры белых крыс, что дает основание для дальнейших экспериментальных исследований эффективности данного препарата при различных воздействиях на подопытных животных.

#### **Список литературы**

1. Доровских В.А., Баталова Т.А., Григорьев Н.Р., Сергиевич А.А., Марченко Е.А., Бадасян А.Н., Можегов Д.М. Влияние мексидола на некоторые формы врожденного поведения // Дальневосточный медицинский журнал. – 2005. – № 1. – С. 70-72.

2. Доровских В.А., Баталова Т.А. Поведенческие параметры приобретенного поведения при информационно-эмоциональном стрессе у крыс на фоне применения мексидола // Дальневосточный медицинский журнал. – 2005. – № 3. – С. 123-125.
3. Вязовская О.В., Майоров О.Ю. Состояние церебральной нейродинамики в условиях иммобилизационного стресса у крыс на основе оценки энтропии Колмогорова по ЭЭГ // Физиологии человека и животных. – 2006. – Вып. 4, № 748. – С. 139-146.
4. Григорьев Н.Р., Баталова Т.А., Сергиевич А.А., Кириченко Е.Ф., Чербикова Г.Е. Типологические особенности поведения крыс. // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. – 2007. – № 8. – С. 817-826.
5. Grigor'ev N.R., Batalova T.A., Kirichenko E.F., Sergievich A.A., Cherbikova G.E. Tipological Features in the Behavior of Rats. // Neuroscience and Behavioral Physiology. 2008. – № 6. – P. 597-603.

УДК 612.821

## ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ РАЗЛИЧИЯ ПОРОГОВЫХ И ВРЕМЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЛУХОВОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

*Волкова Т.К., Серикова Ю.М.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР  
*d.a.kochura@rambler.ru*

**Введение.** Изменчивость, вариативность считается одной из основных характеристик функционального состояния анализатора. Сенсорные процессы являются нестационарными, часто носят колебательный характер [8] и представляют собой сложные динамические системные образования [10]. Анализ литературных данных позволяет заключить, что характеристики сенсорного восприятия зависят от функциональной асимметрии мозга [5], онтогенетических и конституциональных особенностей [4, 8], а также средовых и генетических факторов [6]. Восприятие стимулов различной модальности и степени сложности возможно лишь при совместном функционировании сенсорных, активационных и мотивационных систем мозга, соотношение активности которых обеспечивает индивидуальный стиль эмоционального реагирования [1, 3, 7]. Прямые и косвенные доказательства подобных связей получены [2, 9], однако носят неоднозначный и даже противоречивый характер [1, 4, 6], поэтому зависимости между пороговыми показателями чувствительности и такими индивидуальными свойствами личности как нейротизм, экстравертированность, эмоциональность, тревожность и агрессивность до сих пор неясны.

**Цель** данной работы заключалась в изучении различий слуховой чувствительности в зависимости от индивидуально-типологических свойств.

**Методика.** В качестве показателей чувствительности использовали пороговые – абсолютный и терминальный порог, – и временной

показатель – время устойчивости к экстремальному воздействию звука на уровне терминального порога. На исследование дали добровольное информированное согласие 84 студентки биологического факультета в возрасте 19–23 лет. Абсолютные и терминальные пороги слуховой чувствительности определяли моноурально при частоте звука 500 и 1 000 Гц с помощью аудиометра АП – 02. Использовали метод минимальных изменений в диапазоне от 0 до 40 дБ для определения абсолютного порога и от 0 до 120 дБ – для терминального. Уровень генетической тревожности измеряли с помощью опросника Спилберга, уровень экстраинтровертированности и нейротизма – по Айзенку. Индексы общей эмоциональности, общей психической активности и трех ее компонентов – психомоторного, интеллектуального и коммуникативного, – определяли по методике В.М. Русалова. Уровень агрессивности определяли по опроснику Басса-Дарки. Статистическую обработку результатов исследования проводили с помощью пакета программ Microsoft Office Excel – 2003 и Statistica – 96. Различия между группами определяли посредством параметрического критерия Стьюдента и непараметрического критерия Манна-Уитни.

**Результаты.** При распределении испытуемых по уровню тревожности выяснилось, что у высокотреховных женщин ниже все три сенсорных показателя – абсолютные и терминальные слуховые пороги, время переносимости звука на уровне терминальных порогов (табл. 1).

Ту же направленность имеют и отличия в особенностях восприятия у невротиков по сравнению с эмоционально стабильными женщинами. Сопоставление сенсорных показателей у агрессивных и неагрессивных женщин показало, что у первых существенно ниже абсолютные пороги, тогда как терминальные пороги и время переносимости звука на уровне этих порогов имеют большие значения. Экстравертированные женщины, в отличие от интровертов, характеризуются пониженными порогами абсолютной и терминальной слуховой чувствительности и временем переносимости экстремального воздействия звука частотой 500 Гц. То же характерно и для активных женщин сравнительно с неактивными.

Таблица 1

Показатели слуховой чувствительности у женщин с различными индивидуально-типологическими свойствами \*

Индивидуально-типологические свойства личности		Слуховой порог, дБ				Устойчивость к звуку экстремальной интенсивности, с	
		абсолютный		терминальный			
Свойство	Уровень	500 Гц	1000 Гц	500 Гц	1000 Гц	500 Гц	1000 Гц
Тревожность	высокий	13,7±0,73	10,6±0,55	72,6±1,06	74,2±1,15	36,8±1,09	37,0±1,96
	низкий	16,3±0,59	12,5±0,74	79,4±1,09	82,7±1,10	45,7±1,59	44,4±1,87
Нейротизм	высокий	15,2±0,67	10,9±0,88	64,3±1,71	60,0±1,67	34,1±1,16	30,0±1,71
	низкий	18,8±0,75	15,3±0,74	76,7±1,38	72,2±1,44	39,8±1,34	37,9±1,10

Агрессивность	высокий	12,0±0,91	9,4±0,85	84,4±1,02	75,6±1,05	46,4±2,08	38,0±1,60
	низкий	16,3±0,87	14,1±0,96	76,4±2,01	70,0±1,23	34,2±2,89	26,0±1,10
Экстраверсия	высокий	13,6±0,64	10,0±0,45	74,9±3,03	76,6±2,28	30,7±3,01	–
	низкий	15,8±0,49	13,0±0,36	87,5±1,32	89,6±2,96	51,8±4,50	–
Активность	высокий	12,9±0,88	10,2±1,04	73,1±2,36	72,4±3,75	35,4±1,83	32,7±1,06
	низкий	17,9±1,11	14,5±0,77	83,1±1,93	87,3±2,62	45,8±1,79	42,0±1,44

\* Приведены значения, для которых достоверность различий составляет  $p \leq 0,05$

**Заключение.** Сравнительный анализ показателей чувствительности сенсорных систем у полярных групп позволяет сделать определенные обобщения. Женщины с высокими уровнями тревожности, нейротизма, агрессивности, экстраверсии и психомоторной активности преимущественно характеризуются повышенной абсолютной слуховой чувствительностью. Терминальный слуховой порог и время устойчивости к звуку на уровне этого порога ниже у тревожных, невротиков, экстравертов и активных женщин сравнительно с соответствующими контрольными группами. У агрессивных женщин зависимость обратная. Полученные данные указывают на различия в механизмах обеспечения абсолютной и терминальной слуховой чувствительности.

#### Список литературы:

1. Вартанян И.А. Физиология сенсорных систем. – СПб.: Лань, 1999. – 224 с.
2. Ключарев В.А., Никулин В.В. Влияние эмоционально значимых зрительных стимулов на корковые вызванные потенциалы // Физиология человека. – 2000. – № 1. – С.5–13.
3. Лях Ю.Е. Исследование механизмов переработки информации и методики развития. – М.: Терра-Спорт, 2000. – 192с.
4. Романенко В.А. Закономерности трансформации физиологического обеспечения профессиональной деятельности на различных этапах // Актуальні питання біології та медицини: всеукр. науч.-практ. конф.: сб. науч. труд. – Луганск: СЛУ, 2000. – С.14.
5. Савельев С.В. Природа индивидуальности мозга человека // Природа. – 1995. – №9. – С.16-31.
6. Фролов М.В., Сидорова О.А., Куликова М.А. Моделирование формулы эмоций: объективные и количественные показатели // Журнал ВНД им. И.П. Павлова. – 2000. – № 3. – С.410–420.
7. Capa R.L., Audiffren M., Ragot S. The effects of achievement motivation, task difficulty, and goal difficulty on physiological, behavioral, and subjective effort // Psychophysiology. – 2008. – V.45, I.5. – P. 859-868.
8. Henkin R.I., Bartter F.C. Studies on olfactory thresholds in normal man and in patients with adrenal cortical insufficiency: The role of adrenal cortical steroids and of serum sodium concentration // Clin. Invest. – 1966. – V.45. – P. 1631-1639.
9. Hofmann S.G., Bitran S. Sensory-processing sensitivity in social anxiety disorder: Relationship to harm avoidance and diagnostic subtypes // J. Anxiety Disord. – 2007. – V. 21, №7. – P. 944-954.
10. Knyazev G.G., Levin E.A., Savostyanov A.N. Impulsivity, anxiety, and individual differences in evoked and induced brain oscillations // International Journal of Psychophysiology. – 2008. – V. 68, I. 3. – P.242-254.

## НЕСПЕЦИФИЧЕСКИЕ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ АДАПТАЦИИ В УСЛОВИЯХ ЭКОГЕННОГО СТРЕССА

*Горобец Д.В., Киселенко И.А.*

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

*d.a.kochura@rambler.ru*

**Введение.** Известно, что психофизиологических и физиологических реакций в ответ на действие стрессоров различного генеза (в т.ч. экогенных) характеризуются значительной индивидуальной вариативностью [3, 4]. В общей адаптивной реакции может в различной степени преобладать психофизиологический («поведенческий») компонент либо физиологический («вегетативный») [1, 2, 5]. В некоторых случаях механизмы специфической адаптации могут оказаться антагонистичными, что снижает их эффект [3–5]. Таким образом, изменение параметров окружающей среды вызывает соответствующие компенсаторные реакции различных систем организма [1–5], которые на сегодня изучены недостаточно. Особый интерес представляет комплексное изучение физиологических и психофизиологических механизмов адаптации и дезадаптации в ответ на действие экогенных стрессоров.

**Цель** данной работы – изучить характер связей между психофизиологическими свойствами личности и различными экогенными факторами.

**Методика.** В качестве психофизиологических показателей использовали устойчивость, продуктивность, эффективность, объем внимания (методики Богомолова, Бурдона, Шульте-Платонова); объем долговременной, оперативной и кратковременной памяти (методики Ануфриева-Костроминой, Джекобса, Криса-Семаго, Лурия); фоновый уровень активности и слабость нервной системы по Ильину; ситуативную и личностную тревожность по Спилбергу; учебный стресс и общую стрессовую чувствительность по Щербатых. На участие в исследовании дали добровольное информированное согласие 24 условно здоровых 19–23-летних студентов биологического факультета ДонНУ. Для экспертной оценки влияния экологических факторов использовали соответственно 6 шкал, включающих от 9 до 15 утверждений. Степень согласия оценивалась респондентом по 3-балльной системе, после чего для каждого фактора рассчитывалась среднее арифметическое.

**Результаты.** Определение функционального состояния нервной системы жителей техногенного региона Донбасса показало, что средние значения всех его показателей (за исключением объема оперативной

памяти) находятся в пределах нормы или близки к ним. Из экологических факторов, согласно экспертной оценке, наиболее выраженное негативное влияние оказывают бытовые условия и образ жизни (табл. 1).

Таблица 1

Субъективная значимость факторов экогенного стресса

Факторы	Субъективная оценка ( $\bar{x} \pm m$ )
Образ жизни, баллы	2,28 ± 0,097
Бытовые условия, баллы	2,03 ± 0,068
Электро-магнитное загрязнение среды, баллы	1,82 ± 0,066
Наличие хронических заболеваний, баллы	1,79 ± 0,115
Шумовое загрязнение среды, баллы	1,75 ± 0,109
Химическое загрязнение среды, баллы	1,64 ± 0,093
Совокупное действие, баллы	1,89 ± 0,046

Сравнительный анализ показал, что наиболее выражены различия по показателям психомоторной сферы между группами с различными бытовыми условиями (табл. 2).

Студенты проживающие в менее благоприятных бытовых условиях (группа 1), отличаются большими значениями производительности и эффективности внимания, тогда как фоновый уровень активности, объем и устойчивость внимания у них снижены (табл. 2).

Выносливость нервной системы, переключение внимания, объем кратковременной и долговременной памяти достоверно не различаются.

Таблица 2

Изменение психодинамических показателей в зависимости от бытовых условий\*

Показатели	Значения показателей		p
	Группа 1	Группа 2	
Устойчивость внимания, общее количество объектов	33,2 ± 0,77	36,6 ± 1,34	<b>0,023</b>
Объем внимания по Шульте-Платонову (лучший результат), с	34,9 ± 0,62	26,1 ± 2,19	<b>0,004</b>
Теппинг оптимальный, количество точек	37,3 ± 5,22	51,6 ± 1,13	<b>0,052</b>
Производительность внимания по Бурдону, количество знаков	143,8 ± 0,39	140,3 ± 0,21	<b>≤ 0,001</b>
Эффективность внимания по Бурдону, количество ошибок	2,2 ± 0,39	5,3 ± 0,21	<b>≤ 0,001</b>

\* Среднее значение отрицательного влияния бытовых условий для группы 1 составляет 2,22 балла, для группы 2 – 1,85 балла (различия достоверны при уровне  $p \leq 0,001$ ). В таблице показаны только значимые различия.

**Заключение.** Таким образом, для студентов, проживающих в техногенном регионе, наибольшую субъективную значимость имеют бытовые условия и образ жизни. При ухудшении бытовых условий

фоновый уровень активности нервной системы, объем и устойчивость внимания снижаются, тогда как продуктивность и эффективность внимания повышаются. Психофизиологические компоненты реакции на указанные стрессовые факторы неоднозначны и требуют дальнейшего изучения.

#### Список литературы

1. Бызова В.М., Ловягина А.Е. Стили психосоматического поведения у студентов с разными приемами саморегуляции в ситуации экзамена // Экология человека. – 2017. – № 7. – С. 25-31.
2. Гора Е.П. Экология человека. – М.: Дрофа, 2007. – 540 с.
3. Кисляков П.А. Экопсихология образовательной среды: подходы к проектированию и мониторингу // Экология человека. – 2017. – № 4. – С. 42-50.
4. Рыбников В.Ю., Дубинский А.А., Булыгина В.Г. Индивидуально-психологические предикторы адаптации дезадаптации специалистов экстремального профиля деятельности // Экология человека. – 2017. – № 3. – С. 3-9.
5. Хаснулин В.И., Хаснулина А.В. Устойчивость к психоэмоциональному стрессу на Севере в зависимости от импринтированного типа адаптивного реагирования // Экология человека. – 2013. – № 1. – С. 8-13.

УДК 613 : 614

### ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ НА ЧАСТОТУ И СТРУКТУРУ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ТУБЕРКУЛЁЗОМ

*Госман Д.А.*

ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького»

г. Донецк, ДНР

*dima-dmitrow@rambler.ru*

**Введение.** Серьёзной экологической проблемой за последние столетия стало интенсивное развитие промышленности и транспортного комплекса, представляющих собой наиболее мощные источники загрязнения биосферы [1]. По данным ВОЗ 95 % тяжелых металлов поступает в организм человека по трофическим цепочкам с продуктами растительного и животного происхождения [2]. Такие ксенобиотики, как тяжелые металлы, не только вызывают токсические эффекты, но и являются не специфическими факторами снижения общей резистентности организма человека, что приводит к возникновению, как искусственных эндемических болезней, так и других заболеваний [3].

**Цель** исследования заключалась в оценке влияния загрязнения почвы тяжелыми металлами в районах с максимальными и минимальными уровнями загрязнения на частоту и структуру заболеваемости населения туберкулёзом.



**Методика.** Проведен анализ научно-технической литературы, в т.ч. эколого-геохимической паспортизации, выполненной Институтом минеральных ресурсов, а также статистических данных о заболеваемости туберкулезом населения Буденновского и Ворошиловского районов и г. Донецка в целом за два периода 2010-2013 г. и 2013-2017 г.

**Результаты.** При предельно допустимой концентрации (далее ПДК), свинца в почве 30 мг/кг [4] в Буденновском районе его содержание в отдельных точках превышало ПДК в более чем 100 раз. Концентрация ртути в почве превышала ПДК в среднем в 3,5 раза. Максимальные значения – в зоне влияния завода «Донвторцветмет» и санитарно-защитной зоне (южный и западный участки селитебной территории). В качестве контрольного района был выбран Ворошиловский район, так как концентрация свинца в точках отбора не превышала 24 мг/кг, а ртути- 0,37 мг/кг, что не превышает ПДК [5]. Анализ заболеваемости населения туберкулезом Буденновского района за период 2010-2013 гг., свидетельствует о более высоких показателях относительно Ворошиловского района и общегородских показателей. За данный период заболеваемость туберкулезом в Буденновском районе выше на 74 %, среди взрослого населения, на 100 % среди детского населения, на 66 % среди подросткового населения.

Относительно общегородских показателей, среди взрослого населения заболеваемость туберкулезом выше на 5-6 %, среди детского населения 7-8 %, среди подросткового населения на 12-13 %. Обращает на себя внимание рост заболеваемости населения туберкулезом в Буденновском районе за период 2014-2017 г., относительно Ворошиловского района, среди взрослого населения выше на 83 %, среди детского населения на 70 %, среди подросткового населения на 100 %. Относительно среднегородских показателей, среди взрослого населения заболеваемость выше на 67 %, среди детского населения на 62 %, среди подросткового населения на 42 %.

Была проведена статистическая оценка связи между уровнем загрязнения почвы и уровнем заболеваемости населения с помощью коэффициента корреляции Пирсона ( $r=0.91$ ), что говорит о наличии высокой связи между двумя признаками.

#### **Выводы:**

1. Установлено превышение ПДК тяжелых металлов в почвах Буденновского района.
2. Выявлено наличие связи между загрязнением почвы Буденновского района тяжелыми металлами и увеличением заболеваемости туберкулезом среди населения данного района.
3. Для построения математической модели в дальнейшем планируется провести анализ заболеваемости по врачебным участкам.

## Список литературы

1. Казакова Н.А. «Загрязнение почвы тяжелыми металлами» // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – № 1(8). – Ульянов, 2009. – С. 29.
2. Ластков Д.О., Госман Д.А., Талеб Аль Каравани Я.Б., Степанова С.Е., Бочко Е.Г. Профилактика неблагоприятного воздействия загрязнения тяжелыми металлами объектов окружающей среды Донбасса // Экологические проблемы современности: выявление и предупреждение неблагоприятного воздействия антропогенно детерминированных факторов и климатических изменений на окружающую среду и здоровье населения: Материалы Международного Форума Научного совета Российской Федерации по экологии человека и гигиене окружающей среды. – Москва, 2017. – С. 266-267.
3. Эпидемиологические основы борьбы с туберкулезом / Ганс Л. Ридер Пер. с англ. – М.: Издательство «Весь Мир», 2014. – 192с.
4. Коммунальная гигиена и экология человека / Под ред. С.И.Гаркавого, Д.О.Ласткова. – Одесса: Пресс-курьер, 2012. – 240 с.
5. Санитарные правила и нормативы СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности НРБ–99/2009». – 2009. – Постановление Главного государственного санитарного врача РФ № 47. – 72 с.

УДК 613.6+616-006-051

## ОСОБЕННОСТИ УСЛОВИЙ ТРУДА И ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ВРАЧЕЙ ОСНОВНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

*Ежелева М.И.*

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

**Целью** исследований явилось изучение факторов производственной среды и трудового процесса врачей терапевтического, хирургического и поликлинического профиля, изучение закономерностей заболеваемости с временной утратой трудоспособности (ЗВУТ) и установление зависимостей в формировании ЗВУТ. Объект исследования – рабочие места врачей (72 рабочих места) областной клинической больницы г. Донецка.

**Методика.** Исследование факторов производственной среды включало исследование микроклиматических условий (температура, относительная влажность и скорость движения воздуха, инфракрасное излучение), измерение шума и исследование трудового процесса – проведение хронометража, оценку тяжести и напряженности труда, согласно общепринятым показателям, в соответствии с методическими подходами и критериями, которые используются при аттестации рабочих мест. Для исследования и сравнительной оценки условий труда были использованы следующие нормативные документы: «Гигиеническая классификация труда ...» № 4137-86 (далее ГКТ), которая в настоящее

время используется в Донецкой Народной Республике для аттестации рабочих мест и Специальная оценка условий труда (далее СОУТ) (Федеральный закон N 426-ФЗ от 28.12.2013 (ред. от 01.05.2016), используемая в Российской Федерации для проведения аттестации рабочих мест медицинского персонала. Были проанализированы больничные листы за 3-хлетний довоенный период (1 895 больничных листов).

На основании специфики трудового процесса и выполнения основных производственных операций были выделены: хирургическая группа (отделения анестезиологии и интенсивной терапии, нейрохирургические, хирургические, торакальные, неотложной кардиологии, патологоанатомические, урологические), терапевтическая группа (неврологические, аллергологическое, гастроэнтерологическое, неонатологическое, пульмонологическое, ревматологическое, эндокринологическое отделения) и поликлиническая группа.

**Результаты.** В ходе проведения измерений было установлено, что показатели микроклимата соответствуют допустимым величинам – 2 класс во всех исследуемых помещениях на рабочих местах врачей хирургического профиля, а на рабочих местах врачей как терапевтического, так и поликлинического профиля – 3 класс 1 степень условий труда. При измерении уровней шума было установлено, что на рабочих местах врачей хирургической группы эквивалентный уровень шума составляет 52-55 дБА, что согласно ГКТ соответствует 3 классу 1 степени. При проведении измерений эквивалентного уровня шума на рабочих местах врачей терапевтического профиля и поликлиники было установлено, что минимальные уровни шума характерны для врачей кардиодиспансера ( $50,4 \pm 0,4$  дБА), что согласно ГКТ соответствует 3 классу 1 степени. Максимальные уровни эквивалентного шума установлены в неонатологическом отделении ( $62,2 \pm 0,5$  дБА), что соответствует 3 классу 2 степени.

Однако, если руководствоваться СОУТ, то несмотря на превышение предельно допустимого уровня (ПДУ) шума на данных рабочих местах, условия труда врачей всех исследуемых специальностей по данному фактору относятся ко 2 классу.

Изучение режима работы врачей в течение дня показало, что распределение видов производственной деятельности, число принятых больных зависят от длительности рабочей недели, продолжительности рабочего дня, для хирургов – количества операционных дней в неделе и длительности операционного периода в операционный день. Проведенные исследования условий труда указывают на негативное влияние сразу нескольких факторов трудового процесса. Установлено, что в структуре рабочего дня у врачей терапевтической группы пребывание в наклонном положении, в среднем, составляет около 27-30 % времени, угол наклона составляет 25-30°, у врачей хирургической группы – 40 % рабочего времени туловище наклонено под углом 45-50°, 15 % – под углом 30-35° [3–5].

СОУТ при определении напряженности труда учитывает всего 6 показателей, характеризующих сенсорные нагрузки и монотонность. Показатели интеллектуальных нагрузок, сенсорных нагрузок, эмоциональных нагрузок, а также режим работы, то есть показатели, значения которых соответствуют 3 классу для исследуемых специальностей, вообще не учитываются. И, таким образом, по СОУТ условия труда врачей терапевтических специальностей и поликлинического профиля соответствуют 2 классу. Исключение составляют лишь врачи хирургического профиля, у которых, согласно Приложению 2 Закона № 250н от 24.04.2015 условия труда по напряженности соответствуют 3 классу 1 степени. Согласно ГКТ уровень эмоционального и интеллектуального напряжения как у врачей терапевтической, так поликлинической группы, соответствует 1 степени 3 класса, а у врачей хирургического профиля, по нашим данным, соответствует 2 степени 3 класса условий труда [1, 2].

При анализе 3-хлетней ЗВУТ врачей хирургического, терапевтического профиля и врачей поликлиники было установлено, что в структуре ЗВУТ врачей терапевтического и хирургического профиля 1-е место занимают заболевания органов дыхания, как по случаям, так и по дням трудопотерь. На 2-ом месте находятся болезни сердечно сосудистой системы, а 3-е место принадлежит заболеваниям ЖКТ. Однако выявлены различия в структуре для врачей поликлинического отделения – 2-е место принадлежит заболеваниям органов ЖКТ и новообразованиям, а 3-е – болезням сердечно сосудистой системы и опорно-двигательного аппарата. Средняя трехлетняя ЗВУТ в случаях врачей терапевтической группы составляет  $57,33 \pm 0,76$ , тогда как врачей поликлиники –  $68,08 \pm 1,16$  (при  $p < 0,05$ ), а врачей хирургического профиля –  $34,85 \pm 1,42$  (при  $p < 0,05$ ); в днях: у врачей терапевтической группы –  $567,0 \pm 2,38$ , у врачей поликлиники –  $671,83 \pm 3,65$  (при  $p < 0,05$ ), у врачей хирургического профиля –  $426,09 \pm 3,88$  (при  $p < 0,05$ ).

**Заключение.** Таким образом, согласно ГКТ, условия труда врачей терапевтических специальностей и поликлиники относятся к 3 классу 1 степени, тогда как для врачей хирургической группы – к 3 классу 2 степени. Согласно СОУТ условия труда врачей терапевтических специальностей и поликлинической профиля относятся ко 2 классу, а хирургической группы – к 3 классу 1 степени. Наиболее значимыми и информативными показателями профессионального риска для всех исследуемых групп врачей являются показатели тяжести и напряженности труда, которые, однако, в настоящее время не учитываются при установлении льгот и компенсаций за работу во вредных условиях.

### Список литературы

1. Ежелева М.И., Батманова И.Ю., Сарбаш Н.В., Гордейчук И.Е. Особенности заболеваемости основных профессиональных групп медицинских работников // Вестник гигиены и эпидемиологии. – 2011. – Т. 15, №1 (Приложение). – С. 194-197.

2. Ежелева М.И. Сравнительная гигиеническая оценка условий труда врачей основных терапевтических специальностей // Вестник гигиены и эпидемиологии. – 2017. – Т. 21, № 2. – С. 128-132.
3. Косарев В.В. Профессиональные заболевания медицинских работников. – Самара, 1998. – 200 с.
4. Максимова Т.М. Современное состояние, тенденции и перспективные оценки здоровья населения. – М.: Медицина, 2002. – С. 151-163.
5. Свидовый В.И., Палишкина Е.Е. Гигиена и охрана труда медицинских работников. – СПб.: Издательство СПб ГМА им. И.И. Мечникова, 2006. – 90с.

УДК 616-053.+613.287.1

## **ЗНАЧЕНИЕ ГРУДНОГО ВСКАРМЛИВАНИЯ ДЛЯ РОСТА И РАЗВИТИЯ РЕБЕНКА**

*Зуева Г.В.*, канд. мед. наук, доцент

ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького»,  
г. Донецк, ДНР  
*e-mail: gvzueva@mail.ru*

Современные научные исследования подтверждают, что грудное вскармливание новорожденных и детей первого года жизни физиологично, функционально и наиболее оптимально. «Грудное вскармливание является золотым стандартом оптимального питания, отработанным тысячелетней эволюцией», – этими словами профессор И.М. Воронцов, как нельзя лучше выразил мысль о том, что вскармливание грудью не имеет равных среди всех прочих способов питания младенцев.

В учении об естественном вскармливании детей первого года жизни существует достаточно много нерешенных вопросов. Но единственный вопрос, который не требует обсуждения, это вопрос о необходимости естественного вскармливания и его преимущества [1].

Однако развитие учения о естественном вскармливании в педиатрии и детской нутрициологии шло с параллельным интенсивным поиском отказа от него. Каждый новый этап в познании состава женского молока и путей метаболизма его компонентов, служили одновременно совершенствованию продуктов искусственного питания так называемых заменителей женского молока. В связи с этим росла убежденность в наличии альтернативных методов естественному вскармливанию [2]. По существу это иллюстрация социальной и технологической революции, обусловленной эгоистическими или вынужденными стремлениями женщин к эмансипации, не только социальной, но и биологической, легким принятием кажущейся простоты и комфорта бутылочного вскармливания, взамен напряженных всепоглощающих материнских обязанностей, связанных с кормлением грудью [3].

Контакт «кожа-к-коже» с первой минуты жизни, грудное вскармливание, начатое в первые 30-60 минут после рождения, совместное пребывание матери и ребенка, кормление по требованию позволяют облегчить состояние детей во время периода адаптации и улучшить прогноз дальнейшего физического и нервно-психического развития; предупреждают развитие некротического энтероколита, сепсиса новорожденных, острых инфекционных заболеваний и имеют долгосрочное влияние, снижающее в последующие годы риск развития атеросклероза, гипертонической болезни, ожирения и сахарного диабета 2-го типа, хронических бронхо-легочных заболеваний, аллергии, повышают показатели умственного развития, способствуют налаживанию тесных любящих отношений между матерью и ребенком. Единение матери и ребенка при кормлении грудью оказывает глубокое взаимное эмоциональное воздействие. Отмечено, что дети, которые длительно вскармливались материнским молоком, отличаются гармоничным физическим развитием, они более спокойны, уравновешенны, приветливы и доброжелательны по сравнению с детьми, находившимися на искусственном вскармливании, а впоследствии сами становятся внимательными и заботливыми родителями.

Пищевое поведение начинает формироваться задолго до рождения ребенка – во время беременности. Еще И.А. Аршавский отмечал, что материнское вскармливание является как бы естественным постнатальным эквивалентом пуповинной связи внутриутробного периода развития, позволившим сохранить наиболее полные и интимные взаимоотношения между материнским организмом и новорожденным. Грудное вскармливание – важный фактор, способствующий реализации генетического потенциала морфологического и функционального развития человека, как на ранних этапах, так и в последующие периоды жизни, способствует снижению младенческой заболеваемости и смертности.

Состав грудного молока не постоянен, он изменяется во время кормлений, в зависимости от времени суток, а также в процессе лактации. Общий объем выработки материнского молока и потребления его ребенком чрезвычайно изменчив: в среднем потребление молока грудными детьми находится в пределах 680-850 мл в сутки.

Грудное молоко характеризуется сбалансированностью белковых и жировых компонентов. Белки женского молока богаты незаменимыми аминокислотами и хорошо усваиваются детским организмом. Только грудное молоко содержит некоторые незаменимые жирные кислоты, такие, как эссенциальные полиненасыщенные, выполняющие пластические функции и необходимые для нормального развития ребенка.

Углеводы в женском молоке представлены до 90 % лактозой и являются основным источником быстро утилизируемой энергии. Лактоза способствует всасыванию кальция, железа, цинка, магния и меди. Кроме лактозы в женском молоке содержится галактоза, необходимая для метаболических процессов в нервной клетке.

Грудное молоко содержит многие активные вещества. Прежде всего – это факторы специфической и неспецифической защиты (иммуноглобулины, компоненты комплемента С3, лизоцим), значительное количество различных клеток (лимфоциты, плазматические клетки, макрофаги и нейтрофилы). Основным иммуноглобулином грудного молока является секреторный иммуноглобулин А, который защищает слизистые оболочки, в первую очередь, желудочно-кишечного тракта и дыхательных путей от повреждения различными антигенами, в т.ч. микробными [4]. Лактоферрин является связывающим железо белком, который конкурирует с бактериями за железо, снижая жизнеспособность бактерий и тем самым риск желудочно-кишечных инфекций, в частности, вызываемых *Escherichia coli* и *Staphylococcus spp.* Есть данные, что кроме пассивной передачи защитных факторов, грудное молоко может оказывать долговременное положительное активное влияние на иммунную систему ребенка.

Содержание витаминов РР, С, D в женском молоке значительно выше, чем в коровьем, в то время как коровье молоко богаче тиаминном, рибофлавином, пантотеновой кислотой, витамином В12, биотином, однако при термической обработке и разведении коровьего молока количество витаминов резко уменьшается.

Грудное молоко содержит относительно большое количество витаминов А, витамины группы В, а также имеются витамины К, Е, D, С. Кроме того в состав женского молока входит липаза, облегчающая переваривание жиров. Исследования показали, что кормление материнским молоком способствует эмоциональному и психическому здоровью ребенка, улучшает его память и интеллект снимает стресс. Кроме того, дети, находящиеся на грудном вскармливании, имеют более высокие показатели остроты зрения и психомоторного развития, что связано с наличием в молоке ненасыщенных жирных кислот. У них уменьшаются аномалии прикуса благодаря улучшению формы и развитию челюстей.

В дальнейшем маме, научившейся с первых месяцев хорошо понимать своего малыша, легче не потерять с ним контакт и в периоды возрастных кризисов, и когда ее ребенок станет подростком. Выросший ребенок по-прежнему ощущает, что он любим, и это придает ему уверенности в жизни. А мама, выкормившая одного или несколько малышей, чувствует себя состоявшейся: что бы ни достигла она в жизни, самую главную свою задачу она выполнила.

На сегодняшний день мы недостаточно знаем о том, как распространение грудного вскармливания влияет на обстановку в обществе. Но можно предположить, что чем больше вокруг нас будет кормящих и кормивших женщин, а также детей, выросших на материнском молоке, тем человечнее станут отношения между людьми.

## Список литературы

1. Грудное вскармливание в современном мире // Материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – М.: Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, 2016. – 106 с.
2. Грудное вскармливание – управляемый фактор // Педиатрия. – 2014. – №2. – С. 99-100.
3. Оценка клинической эффективности новых технологических подходов к поддержке грудного вскармливания // Вопросы современной педиатрии. – 2012. – №4. – С. 182-186.
4. Гмошинская М.В. Грудное вскармливание: трудности в организации и пути преодоления // Педиатрическая фармакология. – 2012. – № 4. – С. 70-72.

УДК 612.821

## МЕЖИНДИВИДУАЛЬНАЯ ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ХРОНОМЕТРИИ У ЖЕНЩИН 19-23 ЛЕТ

*Коваленко М.И.,*

*Кочура Д.А.,* канд. биол. наук

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

*d.a.kochura@rambler.ru*

**Введение.** Точность хронометрии является одним из факторов эффективности профессиональной, учебной и других видов деятельности, влияет на качество жизни, лежит в основе адекватного приспособления к изменяющимся условиям окружающей среды. Механизмы оценки времени являются предметом изучения в геронтологии, физиологии труда, спорта, физиологии ВНД, физиологии сенсорных систем, и, несмотря на это, остаются до сих пор неясны.

Известно, что стабильность и точность временного эталона коррелирует с уровнем интеллекта [3], индивидуально-типологическими особенностями [5], генетическими факторами [4], индивидуальным профилем межполушарной асимметрии мозга [1]. Этот показатель может зависеть от характера и интенсивности физической активности, от фонового функционального состояния ЦНС [2, 6], а по некоторым данным, от эмоционального фона, тревожности, нейротизма, экстраверсии, особенностей нейродинамики [2]. В зависимости от мотивации, задач, длительности временного интервала этот процесс обеспечивается дофаминергической произвольной и/или ацетилхолинэргической произвольной системой восприятия времени [4].

Недостаточная изученность механизмов хронометрии объясняется не только их сложной многоуровневой организацией, вовлекающей процессы кодирования, селекции, обработки и хранения информации, но и значительной динамикой в процессе онтогенеза, широкой индивидуальной вариабельностью [1–6]. В связи с этим, цель работы заключалась в



изучении индивидуальной вариабельности относительной ошибки хронометрии у женщин 19–23 лет. Точность оценки временных интервалов определяли с помощью секундомера при отмеривании и воспроизведении эталона. При отмеривании испытуемый запускал и останавливал секундомер не глядя и без предварительной тренировки. При воспроизведении испытуемый несколько раз отмеривал эталонный интервал с визуальным контролем, после чего должен был воспроизвести его не глядя. Проба повторялась по 3 раза для эталонов 5", 15" и 30". Рассчитывали относительную ошибку отмеривания и воспроизведения эталона для каждого временного отрезка 5", 15" и 30".

**Результаты.** Анализ частотного распределения ошибок с разным знаком показал преобладание отрицательных ошибок при отмеривании времени и еще более значительное преобладание положительных – при воспроизведении (табл. 1).

Таблица 1

Абсолютная и относительная ошибка отмеривания и воспроизведения времени у общей группы женщин

Показатели точности оценки времени		Кол-во испытуемых						
		Знак ошибки			Величина ошибки			
		–	0	+	До 5%	От 5% до 10%	От 10% до 20%	Более 20%
Относительная ошибка отмеривания, %	5"	66	3	14	15	13	14	41
	15"	43	3	37	15	16	23	29
	30"	42	2	33	20	22	23	18
Относительная ошибка воспроизведения, %	5"	0	39	44	56	9	12	6
	15"	0	28	55	56	16	7	4
	30"	0	21	62	58	19	6	0

При этом с увеличением временного интервала от 5" к 30" доля положительных ошибок повышается. Величина ошибки также варьирует. Количество испытуемых, отмеривающих время с различной точностью, примерно равно. Исключение составляет интервал 5", который 41 человек (половина выборки) отмеривает с ошибкой, составляющей более 20 % от заданного эталона. При воспроизведении количество испытуемых, воспроизводящих время с минимальной ошибкой (до 5 %), составляет 56–58 человек (более половины выборки). Как видно из табл. 1, увеличение эталона на этот показатель влияет незначительно.

**Заключение.** Таким образом, тренировка, выполняемая перед воспроизведением, приводит к уменьшению амплитуды ошибок и учащению положительных ошибок (т.е. запаздываний). Оба эффекта наиболее выражены для 30" интервала. Результаты согласуются с литературными данными о различных механизмах хронометрии коротких и длительных интервалов [4], а также с данными о широкой

индивидуальной вариабельности субъективного временного эталона [2, 6]. В то же время, требуют дальнейшего изучения: 1) увеличение доли положительных ошибок после тренировки, практически не зависящее от длительности интервала; 2) независимость ошибки воспроизведения от длительности эталона в случае, если эта ошибка минимальна (до 5 %).

#### Список литературы

1. Бушов Ю.В., Светлик М.В. Интеллект и восприятие времени // Вестник Томского государственного университета. – 2014. – № 3 (27). – С. 158-175.
2. Котло Е.Н. Механизмы эмоциональной детерминированности внутреннего отсчета времени спортсменов // Автореф. дисс. к.б.н. – Ставрополь: Изд-во СГУ, 2005. – 22 с.
3. Лебедева Е.В. Особенности восприятия времени людьми пожилого и старческого возраста // Дисс. к.психол.н. – Екатеринбург, 2004. – 185 с.
4. Портнова Г.В., Сысоева О.В., Малюченко Н.В. Генетические основы восприятия времени у спортсменов // Журнал ВНД. – 2007. – Т.57, № 4. – С. 450-460.
5. Симуткин Г.Г., Головин О.Д. Модель организации переживания и восприятия времени при аффективных расстройствах // Социальная и клиническая психология. – 2003. – № 13. – С. 27-34.
6. Сурнина А.Е., Лебедева Е.В. Половые и возрастные различия времени реакции на движущийся объект у детей и взрослых // Физиология человека. – 2001. – № 4. – С. 436-441.

УДК 614.72:616-0920.11

### ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ РИСК ОТ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ: ОЦЕНКА И ПРОФИЛАКТИКА

*Ластков Д.О., д-р мед. наук, профессор,  
Гапонова О.В., Госман Д.А., Остренко В.В.,  
Талёб Аль Каравани Я.Б.*

ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького»,  
г. Донецк, ДНР  
*lastkov.donmu@list.ru*

**Введение.** В качестве модели оценки риска [1] нами была выбрана почва, являющаяся наименее мигрирующим объектом окружающей среды. Показатели загрязнения почвы тяжелыми металлами (ТМ) минимально вариабельны и при этом определяют степень загрязнения воды и пищевых продуктов. По данным ВОЗ, от 80 до 95 % ТМ (включая радионуклиды) поступают в организм человека по трофическим цепочкам из почвы с растительной пищей и продуктами животного происхождения.

**Методика.** За основу аналитического исследования по гигиенической оценке загрязнения почвы были взяты материалы

Института минеральных ресурсов по ранее выполненному картированию всей территории г. Донецка. При сравнительной гигиенической оценке учитывалась концентрация 8 ТМ и металлоидов (свинец, цинк, кадмий, медь, марганец, фосфор, мышьяк, таллий), рассчитывалась кратность превышения ПДК (или фоновых показателей) и суммарная площадь загрязнения. Наиболее загрязненным в городе является Буденновский район (по 5 ТМ – максимальная кратность превышения, по 6 ТМ – суммарная площадь загрязнения, по остальным ТМ – 2-е ранговое место), наименее – Ворошиловский район (отсутствие в почве 4 ТМ, минимальная кратность превышения – по 3 ТМ).

Показано, что основными источниками загрязнения почвы ТМ являются завод «Вторцветмет», предприятия коксохимической, химической и металлургической промышленности, породные отвалы и процесс сжигания твердого топлива.

Назрела острая необходимость внести поправки в Земельный кодекс, обязывающие всех землепользователей регулярно финансировать работы по определению солей тяжелых металлов в почве на принадлежащей им территории [2]. Опыт законодательства Германии и других стран Европы показал, что такие поправки являются фундаментальной основой для мониторинга содержания тяжелых металлов на региональном и государственном уровне. Существует потребность в изучении биомаркеров, т.е. содержания ТМ в биологических средах. Предпочтение следует отдать неинвазивным методам исследования – определению ТМ в ногтях, волосах и т.д.

**Результаты.** Для анализа показателей здоровья взрослого населения по районам проведена выкопировка данных по соответствующим ЦПМСП. Сопоставительный анализ состояния здоровья населения Буденновского района за период 2010-2013 гг. свидетельствует о достоверно ( $p < 0,05$ ) более высоких показателях смертности и распространенности заболеваний (на 7,9–12,5 % по отношению к контрольному району и на 5–8 % по отношению к общегородским показателям). Обращает на себя внимание рост смертности и распространенности заболеваний в военный период (2014-2016 гг.) в сравнении с довоенным: по отношению к Ворошиловскому району рост показателей составил 8,9–14,3 %, к общегородским показателям – 7–9 %, хотя оба района не пострадали в результате боевых действий.

Заболеваемость населения Буденновского района в целом ниже аналогичных показателей по контрольному району и городу, однако, по отдельным нозологиям – выше: например, по туберкулезу, онкологическим заболеваниям, болезням эндокринной системы, болезням кожи и подкожной жировой клетчатки и др.

При более низких показателях заболеваемости системы кровообращения в целом, среди населения Буденновского района

заболеваемость инфарктом миокарда превышает аналогичный показатель по Ворошиловскому району на 108,6 % в довоенный период и на 154,3 % в период боевых действий, среднегородской показатель – на 49,7 % и 61,8 %, соответственно. Заболеваемость инсультом населения Буденновского района выше соответствующих показателей по контрольному району и по городу на 112,9 % и 9,0 % в довоенное 4-хлетие, а также на 223,0 % и 38,7 % в военный период.

**Заключение.** Для предупреждения неблагоприятного влияния ТМ на здоровье населения наиболее перспективными путями представляются детоксикация почвы (что затрудняется наличием «букета» загрязнителей) и внедрение превентивного питания.

Создан межотраслевой координационный научный Центр «Экология и здоровье». Разработана комплексная программа «Здоровое питание – здоровая нация» по профилактике моно- и полинутриентной недостаточности, элиминации ксенобиотиков у населения Донбасса. При организации здорового питания для населения промышленного региона следует реализовать известные принципы построения лечебно-профилактического питания для работающих во вредных условиях труда [3]: – использование антидотных свойств компонентов пищи; – замедление всасывания ядовитых веществ в желудочно-кишечном тракте, ускорение и выведение из организма; – повышение общей резистентности организма и функциональных способностей организма; – компенсация повышения затрат биологически активных веществ в связи с детоксикацией ядов. Разница в величинах ПДК в данном случае практически нивелируется различиями в референтном времени воздействия вредных факторов в течение года: от 1700 часов для персонала до 8800 часов для населения [4]. В настоящее время реализуется проект «Пектинопрофилактика в ДНР».

### Список литературы

1. Новиков С.М., Фокин М.В., Унгурияну Т.Н. Актуальные вопросы методологии и развития доказательной оценки риска здоровью населения при воздействии химических веществ // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95. – №8. – С. 711-716.
2. Ластков Д.О., Клименко А.И., Михайлова Т.В. Тяжелые металлы в почвах Донбасса как глобальная проблема здравоохранения // Современные методологические проблемы изучения, оценки и регламентирования факторов окружающей среды, влияющих на здоровье человека: Материалы Международного Форума Научного совета Российской Федерации по экологии человека и гигиене окружающей среды, посвященного 85-летию ФГБУ «НИИ ЭЧ и ГОС им. А.Н. Сысина» Минздрава России 15-16 декабря 2016 г. – М., 2016. – Т. 2. – С. 5-7.
3. Учение о питании. Т. 4. Гигиенический кодекс по пищевой санитарии (Базовые материалы культуры питания) / Ванханен В.Д., Ластков Д.О., Поплавский М.М. и др. – Донецк: Донеччина, 2010. – 128 с.
5. Нормы радиационной безопасности НРБ – 99/2009. Санитарные правила и нормативы СанПиН 2.6.1.2523 – 09. – 72 с.

## ОЦЕНКА КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В УСЛОВИЯХ «ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВ»

*Ластков Д.О.*, д-р мед. наук, профессор,

*Болотов А.А.*

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

*alexandrbolotov1991@yandex.ru*

**Введение.** Изучение и оценка влияния климатических условий на здоровье работающих представляют собой сложную и многоаспектную проблему. Для такой оценки необходимо располагать первичными и обобщенными данными о метеорологических, синоптических, космических и геофизических явлениях, их качественных и количественных характеристиках; о субъективных и объективных показателях здоровья и работоспособности человека, влиянии факторов окружающей природной среды и их динамике.

Установлено, что с климатообусловленными реакциями связан статистически достоверный рост посуточной и сезонной обращаемости населения за скорой медицинской помощью, повышение частоты инфарктов миокарда, гипертонических кризов. Возможно обострение различных заболеваний, с развитием неблагоприятного течения и исхода.

По данным различных авторов [1, 5], удельный вес метеотропных лиц, в среднем составляет 30–40 %. Среди больных ишемическая болезнь сердца, гипертонической болезнью, бронхиальной астмой, ревматизмом в старших возрастных группах достигает 80–90 %.

Эта проблема особенно актуальна среди работающих на «опасном» производстве, в частности – глубоких угольных шахтах.

Метеопатологические реакции горнорабочих на действие нагревающего микроклимата и климатообразующих факторов, являются одним из основных причин производственного травматизма и внезапной смерти на рабочем месте [2, 3].

**Цель** работы: проанализировать материалы исследования производственно-климатических факторов в глубоких угольных шахтах, для обоснования методики прогнозирования и профилактики метеопатологических реакций горнорабочих.

**Результаты.** Неблагоприятные параметры нагревающего микроклимата в подготовительных выработках отмечены на глубине 500–700 м, в очистных забоях, начиная с глубины 700–900 м. Скорость движения воздуха обусловлена особенностями вентиляционного режима глубоких угольных шахт. Аналогично изменялась относительная влажность воздуха. В зимний

период перепады температуры воздуха по отношению к поверхности шахты могут составлять 50–60 °С, относительной влажности – 30–40 %.

Перепады биометрического давления по отношению к шахтной поверхности определяли расчетным путем с использованием барометрического градиента, равного 12 Па/м. На горизонтах глубиной 1000-1200м абсолютный перепад давления составляет 12–14,4 кПа. Значительные перепады давления выявлены при спуске и подъеме горнорабочих в шахту, а также при движении по горным выработкам и при переходе вентиляционных дверей. Средняя скорость изменения давления при быстрой фазе клетки составила около 40 Па/с, наибольшая – от 66 Па/с (в течение 195 с) до 125 Па/с (в течение 60с). Типичные колебания давления при переходе вентиляционных дверей – 0,2-0,25 кПа и 0,4–0,45 кПа, максимальный перепад – 1,4–1,5 кПа (3-6 дверей подряд). Скорость изменения барометрического давления при переходе дверей достигла 50 Па/с, а в момент захлопывания дверей 160–250 Па/с.

В последние годы наиболее часто применяется классификация В.Ф. Овчаровой, которая в частности, успешно использована для предупреждения метеопатологических реакций у больных с гипертонической болезнью. Эта классификация учитывает 7 типов погоды, которые определяются синоптической ситуацией, тенденцией основных метеофакторов (атмосферное давление, абсолютная и относительная влажность воздуха, температура воздуха летом и зимой, содержание кислорода в воздухе) и степенью их суточной изменчивости (всего 5 степеней) [4].

Следует отметить, что классификация не учитывает такой метеофактор, как скорость движения воздуха, не предусматривает возможность возрастания температуры воздуха в холодный период для погоды спастического типа и величины перепада температуры барометрического давления, отмечаемых в глубоких шахтах и превышающих в 5 и более раз такие перепады в течение суток на поверхности. Эта классификация имеет ряд недостатков – не учитываются изменения производственных факторов. В первую очередь, к ним относятся технологически значимые (запыленность воздуха, шум, вибрация), особенности и характер выполняемого труда (категории тяжести и напряженности), а также влияния действующих в различных комбинациях других вредных и опасных производственных факторов.

По данным анкетирования ведущей причиной, препятствующей выполнению работы в необходимом ритме, горнорабочие считают нагревающий микроклимат. Это позволяет говорить об обязательности определения и поддержания тепловой устойчивости работников на которых воздействует нагревающий микроклимат [4].

Таким образом, при анализе производственно-климатических факторов подземной среды целесообразно использовать критерии медицинской климатологии, включающие взаимосвязь метеофакторов в схеме погодных условий и гигиены труда.

У горнорабочих глубоких шахт ограничены возможности как химической терморегуляции – ввиду невозможности снижения обмена веществ при выполнении трудовых операций, так и физической вследствие спазма кровеносных сосудов от действия вибрации и затрудненного испарения пота при повышенном барометрическом давлении.

Так, по данным вариационной пульсометрии, у стажированных машинистов проходческих комбайнов, подвергающихся на глубоких горизонтах воздействию интенсивного шума, отмечаются напряжения механизмов адаптации, которые характеризуются значительной централизацией управления сердечным ритмом.

Проведенный анализ выявил, что теоретические концепции медицинской климатологии не учитывают специфику подземной среды глубоких угольных шахт. Вместе с тем настоящая работа свидетельствует о перспективности климатогигиенического подхода к оценке биотропности производственной среды на базе основных положений гигиены труда и медицинской климатологии.

**Заключение.** Полученные данные дают основания для использования принципов позволяющих прогнозировать метеотропные реакции со случаями производственного травматизма, внезапной смерти, что в дальнейшем позволит создать систему их профилактики.

#### Список литературы

1. Григорьев А.И., Макоско А.А. Об исследованиях влияния изменений погоды и климата на здоровье человека в программе Президиума РАН «Фундаментальные науки медицине» // Земля и вселенная. – 2009. – № 3. – С. 20-26.
2. Лапко А.В., Поликарпов Л.С., Хамнагадаев И.И., Яскевич Р.А. Метеотропные реакции сердечно-сосудистой системы и их профилактика. – Новосибирск: Наука, 2005. – 196 с.
3. Курко Я.В. Особенности состояния внимания и скорости реакций на звуковой раздражитель у практически здоровых людей при различных метеорологических ситуациях // Актуальные проблемы транспортной медицины. Одесса. – 2006. – №1(3). – С. 111-114.
4. Ластков Д.О. Гигиеническая оценка производственно-климатических факторов глубоких угольных шахт Донбасса // Гигиена труда, Киев. – 1988. – № 24. – С. 8-13.
5. Никберг И.И., Ресвуцкий Е.Л., Сакали Л.И. Гелиометиотропные реакции человека. – К.: Здоров'я, 1986. – 144 с.

## ОЦЕНКА ОСНОВНЫХ ПРИОРИТЕТОВ ОБРАЗА ЖИЗНИ У СТУДЕНТОВ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ ОБУЧЕНИЯ

*Ластков Д.О.*, д-р мед. наук, профессор,

*Выхованец Т.А.*, канд. мед. наук, доцент,

*Павлович Л.В.*, канд. биол. наук, доцент,

*Машинистов В.В.*, канд. мед. наук, доцент

ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет имени М. Горького»,

г. Донецк, ДНР

*roger1965@mail.ru*

**Введение.** Образ жизни относят к социально-биологическим факторам, компонентами которого служит триада: уровень, качество и образ жизни.

Уровень жизни обусловлен экономическими возможностями человека. Качество жизни определяется степенью запроса и комфортабельностью удовлетворения человеческих потребностей. Оба этих показателя зависят, прежде всего, от материально-экономических условий жизни общества и каждой семьи.

Образ жизни складывается на основе психологических и психофизиологических особенностей поведения личности. Иными словами выбор здорового образа жизни определяется каждым индивидуумом самостоятельно и вполне осознанно. По данным ВОЗ удельный вес образа жизни среди всех факторов риска для здоровья человека составляет более 50%. К негативным сторонам образа жизни относят, прежде всего, некачественное питание, стрессовые ситуации, высокий уровень урбанизации, плохие материально-бытовые условия, вредные условия работы, низкий образовательный и культурный уровни, вредные привычки [1].

Особенности современных условий жизни, быстрый темп развития техники, модернизация учебных и трудовых процессов, рост информации и интеллектуализации труда предъявляют организму студента высокие требования. Изменчивость функциональных систем растущего организма способствует быстрой адаптации к широкому кругу самых разнообразных воздействий внешней среды. Все это лишний раз подчеркивает актуальность наших исследований.

О том, что современная молодежь становится все слабее, что ее представители хуже прыгают, медленнее бегают, меньшее число раз отжимаются, можно прочесть во многих научных и популярных изданиях. Во многих странах это обычно объясняется гиподинамией, недостаточным вниманием к физической культуре в детском саду и школе, нарушением режима дня и питания.



Многие исследователи связывают это с хроническим недосыпанием, снижением интереса к активным занятиям спортом и туризмом [2, 3, 4].

**Целью** проведенных исследований было изучение основных приоритетов образа жизни студентов медицинского университета, в частности таких, как режим питания, продолжительность сна, занятия спортом, наличием вредных привычек.

Известно, что режим дня оказывает существенное воздействие на самочувствие человека, его деловую активность и работоспособность. Нами разработана анкета по комплексной оценке пищевого статуса и образа жизни студентов. На первом этапе исследований проанкетировано 72 студента 1-х и 69 студентов 6-х курсов медицинского вуза.

**Результаты.** Первое место среди приоритетов здорового образа жизни занимает продолжительность сна, так как его сокращение создает условия для возникновения нервно-психических и соматических заболеваний. Наши исследования показали, что среди первокурсников только 22,2 % обследованных студентов спят в сутки 8-9 часов, 44 % – 7 часов и 33,8 % спят менее 6 часов в сутки. Анкетирование студентов 6-го курса показало, что 8-9 часов спят 33,3 %, 7 часов – 46,2 % и менее 6 часов – 20,5 % обследованных.

На второе место с полным правом можно поставить рациональное питание, одним из компонентов которого является режим питания. 3-4-х кратный прием пищи обеспечивает потребность организма в энергии, а также в количестве и качестве необходимых для него пищевых веществ. Исследования показали, что 43 % студентов 1-го и 25,6 % студентов 6-го курса питается менее 3-х раз в сутки, из них 26 % студентов 1-го курса и 2,5 % студентов 6-го курса питаются один раз в сутки. Данные нарушения в режиме питания являются фактором риска возникновения гиповитаминозов, заболеваний желудочно-кишечного тракта и т.п.

Третьим основным приоритетом здорового образа жизни является двигательная активность. Исследования показали, что 57 % студентов 1-го курса и 69,2 % студентов 6-го курса не занимаются спортом. Следует отметить, что если на 1-3 курсах занятия физической культурой предусмотрены учебной программой, то после 3-го курса занятия физической культурой и спортом зависят только от сознания самих студентов. Создающийся при этом дефицит двигательной активности формирует состояние, научное название которого гипокинезия, а более распространенное – гиподинамия. И неизбежными проявлениями такого состояния служат сниженная сопротивляемость острым заболеваниям, низкие возможности вегетативных функций, избыточная масса тела и др.

Немаловажное значение в формировании здорового образа жизни играет наличие вредных привычек. Курением увлекаются 18 % студентов 1-го курса и 50 % студентов 6-го курса, из них 46,2 % – девушки-первокурсницы и 55,6 % – шестикурсницы.

Алкогольные напитки регулярно употребляют 11,1 % студентов на первом курсе, из них 62,5 % – девушки. На шестом курсе количество регулярно употребляющих алкоголь составляет 53,8 %, из них 57,1 % – девушки. Известно, что данные увлечения способствуют раннему развитию атеросклероза, сердечно-сосудистых заболеваний и большинству случаев внезапной смерти молодых людей.

Также исследования показали, что среди первокурсников жалобы со стороны желудочно-кишечного тракта предъявляли 13,9 % студентов, а среди шестикурсников – 64,1 % студентов. При поступлении в университет 13,9 % студентов 1-го курса уже имели в анамнезе хронические заболевания желудочно-кишечного тракта. На шестом курсе данный процент увеличился в 2,8 раза, что может свидетельствовать о неблагоприятном влиянии ранее перечисленных факторов образа жизни на состояние здоровья студенческой молодежи.

**Заключение.** В связи с этим возникает необходимость создания действующей системы связи между отдельными структурными подразделениями вуза и студенческой поликлиники для осуществления мониторинга за показателями здоровья студентов в процессе обучения и разработки мероприятий по его сохранению и укреплению.

#### **Список литературы**

1. Марков В.В. Основы здорового образа жизни и профилактика болезней: учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2001. – 320 с.
2. Красноперова Н.А. Мотивационный компонент в структуре формирования здорового образа жизни студентов // Вестник СВФУ. – 2014. – Т. 11. – № 4. – С. 109-117.
3. Лысенко Ю.Н. Здоровый образ жизни – фактор повышения эффективности профессиональной деятельности // Вестник экономики, права и социологии. – 2012. – № 4. – С.235-238.
4. Власова П.О., Берюхова А.А., Ермолаева Е.В. Отношение студентов-медиков к здоровому образу жизни // Бюллетень медицинских интернет-конференций. – 2016. – Т. 6. – № 1. – С. 82.

## БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ: ХАРАКТЕРИСТИКА И ОЦЕНКА

*Ластков Д.О.*, д-р мед. наук, профессор,  
*Соколова О.В.*

ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького»,  
г. Донецк, ДНР  
*olga.vyacheslavna@yandex.ru*

**Введение.** Население промышленных регионов, как правило, употребляет недоброкачественную питьевую воду, причем следует ожидать, что такое потребление будет неуклонно увеличиваться вследствие антропогенного прессинга и неблагоприятных изменений климата.

После включения фасованной воды в перечень пищевых продуктов питьевая вода повторяет все этапы оценки продовольствия. На первом этапе определяющим является безвредность (доброкачественность) продукта – основное внимание уделяется эпидемической и токсической безопасности. На втором этапе потребителя интересует пищевая ценность продукта, обязательной становится этикетка с указанием содержания основных нутриентов. На третьем этапе потребитель требует информацию о биологической ценности продукта: ему уже недостаточно знать, например, содержание жиров – требуется сведения о жирах растительного и животного происхождения, насыщенных, ненасыщенных и полиненасыщенных жирных кислотах. Однако показатель комплексной оценки биологической ценности питьевой воды до сих пор не разработан.

В последние годы в качестве такой характеристики воды используют окислительно-восстановительный потенциал – ОВП. Клетки человеческого организма имеют отрицательный ОВП – (-100) до (-200) мВ. ОВП обычной питьевой воды всегда больше нуля и находится в пределах от +250 до +450 мВ. Минимальный ОВП, т.е. более высокие восстановительные свойства, наблюдаются у природных вод, свежих соков из фруктов и овощей.

Для оценки биологической ценности питьевой воды необходимо изучать значимость не только отдельных ее параметров. По нашему мнению, ее целесообразно оценивать по влиянию на интегральные показатели состояния здоровья – работоспособность, заболеваемость и др., которые во многом определяются уровнем приобретенного специфического (адаптивного) иммунитета.

По данным ранее проведенных исследований у студентов Донбасса наблюдается вторичный иммунодефицит, неблагоприятные изменения гематологических показателей, параметров умственной и физической работоспособности, сенсомоторных реакций, артериального давления,

субъективной самооценки, которые, по-видимому, обусловлены экологической ситуацией в регионе.

**Методика.** Исходя из результатов предыдущих исследований, было изучено влияние природной и очищенной питьевой воды на функциональное состояние организма студентов из экологически неблагоприятных городов Донбасса.

В трех сериях эксперимента принимали участие 27 практически здоровых студентов 6-го курса, в т.ч. 7 лиц мужского пола. Перед началом эксперимента путем анкетирования было выявлено, что все испытуемые использовали в питьевых целях и для приготовления пищи преимущественно или только водопроводную воду. В течение месяца испытуемые в том же объеме, что и раньше, употребляли природную фасованную воду «Альпийская» (рН=7,61; минерализация = 300 мг/л; окислительно-восстановительный потенциал = 190 мВ) либо свежетающую воду, приготовленную из водопроводной методом «вымораживания» (рН =6,91; минерализация = 190 мг/л; окислительно-восстановительный потенциал = 149 мВ). До начала эксперимента и по его окончании у испытуемых определяли показатели межфазной тензометрии сыворотки, а также стандартные показатели иммунограммы и клинического анализа крови. Ежедневно изучались психофизиологические показатели (корректирующая проба, опросник САН (самочувствие, активность, настроение) и др.).

**Результаты.** Все испытуемые в повседневной жизни применяли в питьевых целях и для приготовления пищи только водопроводную воду, 37 % из них периодически использовали для питья бутилированную воду, 33 % – очищенную с помощью фильтров, 30 % – соки, 33 % – в домашних условиях воду из децентрализованных источников водоснабжения. Только 15 % студентов устраивает качество водопроводной воды, столько же испытуемых связывают неблагоприятные изменения в состоянии здоровья с употреблением воды. Среднесуточный объем потребляемой жидкости составлял 1,0-2,5 л у 85 % студентов, причём 1,0-1,5 л – у 44 %. Аналогичный показатель потребления воды в течение суток составил 0,5-1,5 л у 85 %, в т.ч. 0,5-1,0 л – у 52 %. Количество воды, выпиваемой во время учебного процесса, составило от менее 0,5 до 0,75 л у 96 % испытуемых, в т.ч. менее 0,5 л – у 52 %. С современных позиций объем потребляемой студентами воды недостаточный.

Через месяц питья природной фасованной воды у 67 % испытуемых увеличились показатели содержания лимфоцитов и субпопуляции CD3 – Т- лимфоцитов (как удельный вес в %, так и концентрация, в Г/л). Содержание CD4 (Т help.) выросло у 67 % (% и Г/л); CD8 (Т sup.) – уменьшилось у 55 % (% и Г/л) студентов. Соответственно, их соотношение ИРИ (иммунореактивный инсулин), определяющее силу иммунного ответа, достоверно повысилось у 67 % испытуемых. В 55 % случаев

увеличилось содержание субпопуляции CD22 (В-лимфоцитов, % и Г/л), снизилось – CD16 (NK) (%). Изменения фагоцитарного индекса носили разнонаправленный характер, фагоцитарное число выросло у 89 % студентов. Концентрация IgA, IgM, IgG повысилась. Учитывая возможное влияние сезонных колебаний количества и функциональной активности Т- и В- лимфоцитов, у 44 % испытуемых изучены те же показатели через месяц после возвращения к прежнему питьевому режиму. Выявлена противоположная рассмотренной ранее направленность сдвигов в отношении лимфоцитов (Г/л), CD4 (% и Г/л), CD8(% и Г/л), ИРИ, CD16, IgA, IgM, IgG – в 75-100% случаев.

У 78 % испытуемых повысились показатели умственной работоспособности, у 67 % улучшились показатели ЗМР (задержка моторного развития). У всех студентов достоверно выросли показатели мышечной выносливости (у 44 %  $p < 0,01$ ) и импульса мышечной силы (у 56 %  $p < 0,01$ ). В 44 % случаев наблюдались нормализация параметров систолического и диастолического артериального давления. Улучшение памяти показали 67 % студентов. У 2/3 испытуемых отмечено улучшение самочувствия и повышение активности, у 78 % – настроения.

Поверхностное натяжение сыворотки крови после изменения питьевого режима уменьшилось у 78 % испытуемых, за счет выхода из клеток организма «отработанной» воды, что свидетельствует о высокой биологической ценности исследуемой питьевой воды.

Таким образом, можно сделать следующий **вывод**: потребление в течение месяца природной фасованной или свежеталой воды, соответствующей гигиеническим нормативам, приводит к улучшению функционального состояния организма, что, в частности, проявляется достоверным улучшением показателей адаптивного иммунитета как клеточного, так и гуморального, повышением работоспособности, нормализацией самочувствия и артериального давления. Необходимо отметить, что указанные показатели имеют четкую корреляционную связь с показателями межфазной тензометрии потребляемой питьевой воды.

### Список литературы

1. Агарков В.И., Грищенко С.В., Грищенко В.П. Атлас гигиенических характеристик экологической среды Донецкой области. – Донецк: ДогМУ 2001. – 140 с.
2. Грищенко С.В., Нагорный И.М., Свестун Р.С. и др. Территориальные закономерности техногенного загрязнения окружающей среды в Украине // Вестник гигиены и эпидемиологии. – 2009. – Т.13, №2. – С.243-248.
3. Кузьменко О.Г., Курик М.В. Стандарт питьевой воды // Эниология. – 2006. – №1 (21). – С. 71-74.
4. Ластков Д.О. Структурированная вода и особенности ее биологического действия (обзор) // Вода и водоочистные технологии. – 2009. – №1-2 (31-32). – С.23-26.

## ТОПОГРАФИЯ ЛИМФАТИЧЕСКИХ УЗЛОВ У ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ

*Мырзаханова М.Н.<sup>1</sup>*, канд. мед. наук,

*Мырзаханов Н.М.<sup>2</sup>*, д-р биол. наук, профессор

<sup>1</sup>Кокшетауский государственный университет им. Ш. Уалиханова,

г. Кокшетау, Республика Казахстан,

<sup>2</sup>Казахский университет технологии и бизнеса, г. Астана, Республика Казахстан

*myrzahanova@mail.ru*

В качестве объекта исследований использовались лабораторные крысы. Для достоверной интерпретации данных, полученных в результате опытов на животных, и их аппроксимации на организм человека нужно знать видовые особенности морфологии лимфатической системы.

В организме передвижению лимфы по сосудам способствует ряд второстепенных факторов: так, проходя через грудную полость, грудной лимфатический проток аккумулирует лимфу от расположенных в ней органов. Под аортой каудально грудной проток проходит в виде широкой цистерны, дающей начало кишечному лимфатическому протоку.

Однако, у крыс грудной проток очень тонко и нежно структурирован в виде полупрозрачных линий и может быть почти невидим без специальных приспособлений.

Лимфатический узел состоит из периферического коркового вещества (коры) и центрального мозгового вещества; покрыт капсулой, содержащей эластические и гладкомышечные волокна. Основу коркового вещества составляют лимфатические узелки (лимфоидные фолликулы) – мелкие скопления богатой клетками лимфоидной ткани, в которых происходит развитие лимфоцитов; помимо лимфатических узлов лимфатические фолликулы находятся в миндалинах, селезенке, слизистых оболочках желудка, кишечника, гортани. Ткань лимфатического узла разделена соединительнотканью тяжами – трабекулами на не полностью отграниченные дольки. Через выпуклую поверхность лимфатического узла проникают приносящие лимфатические сосуды, а выносящие лимфатические сосуды отводят лимфу через ворота, представляющие собой углубление в лимфатическом узле для вхождения артерий, нервов и выхода вен и выносящих сосудов. Под капсулой лимфатического узла и в мозговом веществе расположена сеть пространств, называемая лимфатическими синусами.

В организме, помимо основного механизма, транспорту лимфы по сосудам способствует ряд второстепенных факторов. Во время выдоха усиливается отток лимфы из грудного протока в венозную систему, а при вдохе он уменьшается. Движения диафрагмы влияют на ток лимфы –

периодическое сдавление и растяжение диафрагмой цистерны грудного протока усиливает заполнение ее лимфой и способствует дальнейшему продвижению по грудному лимфатическому протоку.

Повышение активности периодически сокращающихся мышечных органов (сердце, кишечник, скелетная мускулатура) влияет не только на усиление лимфооттока, но и способствует переходу тканевой жидкости в капилляры. Сокращения мышц, окружающих лимфатические сосуды, повышают внутрилимфатическое давление и выдавливают лимфу в направлении, определяемом клапанами.

При иммобилизации конечности отток лимфы ослабевает, а при активных и пассивных ее движениях – увеличивается. Ритмическое растяжение и массаж скелетных мышц способствуют не только механическому перемещению лимфы, но и усиливают собственную сократительную активность лимфангионов в этих мышцах.

Основные лимфатические протоки включают грудной проток с цистерной, шейные, подключичные, краниальный и каудальный брыжеечные, средостенные, почечные и воротные протоки. Грудной проток – непарный, расположен на 2 см ниже диафрагмы приблизительно на уровне левой надпочечниковой вены. Он лежит рядом и несколько ниже брюшной аорты с левой стороны и проходит в краниальном направлении через диафрагму в грудную полость и область шеи справа от пищевода; поворачивает дорсально к сонным артериям и трахее на уровне ключиц и вливается в левую подключичную вену.

Слепая кишка крысы лежит на петлях тонкой кишки: основание – кососагиттально, чаще по средней линии или около нее, верхушка – чаще изогнута вправо. Около основания слепой кишки, слева и поверх устья подвздошной кишки (ПК) лежит 1 илеоцекальный лимфатический узел (крупный, бобовидный). Подвздошно-ободочные лимфатические узлы находятся справа от терминального отрезка ПК. Из основания слепой кишки, позади и вправо от илеоцекального узла выходит восходящая ободочная кишка (ВОК). Ее вентральная петля расположена почти поперечно. В общем корне брыжеек ВОК и тонкой кишки находится плотное тело. Слева от него лежит или косо пересекает его краниальную поверхность средний сагиттальный сегмент ВОК.

После фиксации мы поэтапно удаляли петли тонкой и сегменты ободочной кишок, открывая доступ к поджелудочной железе и двенадцатиперстно-тощекишечному изгибу. Между ними были обнаружены панкреатодуоденальные краниально-брыжеечные лимфатические узлы (КБЛУ), а после рассечения поджелудочной железы – начальный отрезок краниально-брыжеечной артерии и прилегающие к нему околоаортальные КБЛУ. Корневое тело протягивается от дорсальной петли ободочной кишки (на вентральной поверхности головки поджелудочной железы, около медиального края двенадцатиперстной

кишки) до вентральной петли ВОК, справа и в разной степени под средним сегментом ВОК (каудальнее него). Корневое тело может быть изогнуто: его дорсальный конец лежит справа от среднего сегмента ВОК, может иметь покрывку, вентральный конец расположен слева. Зернистый рельеф корневого тела обусловлен жировыми дольками. Его выпуклая поверхность направлена каудально, а уплощенная – краниально.

#### Список литературы

1. Иосифов И.М. Лимфатическая система серой крысы. – Ереван: Тр. Ереванск. зооветер.ин-та, 1944. – Вып. 8. – С. 227-255.
2. Кузин А.В., Марков А.И., Чучков В.М., Шалаев С.В. Влияние антирабической вакцины на морфофункциональное состояние органов иммунной системы (морфо-экспериментальное исследование). – Ижевск-Берлин: изд-во «АНК», 2004. – 163 с.
3. Крылова Н.В. Некоторые закономерности морфологии выносящих сосудов висцеральных лимфатических узлов брюшной полости млекопитающих // Архив анат. – 1959. – Т. 37. – № 10. – С. 67-73.

УДК 619:616-092-08

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕПАРАТОВ МЕТАБОЛИЧЕСКОГО ТИПА ДЕЙСТВИЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ТЕЧЕНИЕ РОДОВ И ПОСЛЕРОДОВОГО ПЕРИОДА У КОРОВ

*Тресницкий С.Н.<sup>1</sup>*, канд. вет. наук, доцент,  
*Авдеенко В.С.<sup>1</sup>*, д-р вет. наук, профессор,  
*Енин А.В.<sup>2</sup>*,

*Тресницкая В.А.<sup>2</sup>*, канд. вет. наук, доцент

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени  
Н.И. Вавилова», г. Саратов, Россия

<sup>2</sup>ГОУ ЛНР «Луганский национальный аграрный университет», г. Луганск, ЛНР  
*tsnserglugansk76@yandex.ru*

**Введение.** Экламптический синдром на фоне субклинического кетоза и гепатопатий проявляется на завершающем этапе беременности у многих сельскохозяйственных и домашних животных. В большинстве случаев данное заболевание характерно для молочного скота, как болезнь адаптации, так как носит сложный характер, отличается фазностью проявления патологического процесса, отражающим длительность его течения и изменение компенсаторно-приспособительных реакций организма [1]. Для своевременной диагностики важно выявлять доклиническую стадию гестоза (ранее называемую «прегестоз»), которая проявляется комплексом изменений, обнаруживаемых на основании лабораторных и дополнительных методов исследования [2].



Метаболический синдром характеризуется состоянием воспаления разной степени тяжести, которое является следствием сложных взаимодействий между генетической предрасположенностью и факторами окружающей среды [3].

Многие препараты метаболического типа действия обладают способностью предупреждать прогрессирование системных токсических поражений клеточных мембран. Ограничение проявлений генерализованной мембранодеструкции препаратами сопровождается уменьшением эндогенной интоксикации, уменьшением воспалительных явлений в органе поражения и дает основание считать способность метаболических препаратов модулировать липидный метаболизм одним из важнейших патогенетических лечебных эффектов [4].

**Цель исследования.** Провести клиническую оценку профилактической эффективности применения препаратов метаболического типа действия «Фос-Бевит<sup>®</sup>», и «Метабол<sup>®</sup>» и антиоксидантного препарата «ЭвитСел<sup>®</sup>».

**Материал и методы.** Работа выполнена на кафедре «Болезни животных и ВСЭ» ФГБОУ ВО Саратовского ГАУ им. Н.И. Вавилова, на кафедре «Внутренние болезни животных» Луганского национального аграрного университета, а также в ПАО «Племзавод им. Литвинова». В эксперименте участвовали 440 коров и нетелей молочных высокопродуктивных коров черно-пестрой и украинской красной молочной пород.

Животным инъецировали препараты: «Метабол<sup>®</sup>» (Южная Корея) в дозе 10 мл, пять дней подряд с интервалом 24 часа; «Фос-Бевит<sup>®</sup>» (ООО «Бровафарма», Украина) в дозе 10,0 мл, пять дней подряд с интервалом 24 часа и «ЭвитСел<sup>®</sup>» (ООО «Бровафарма», Украина) в дозе 10 мл на голову внутримышечно двукратно с интервалом 21 день.

Статистический анализ данных проводился при помощи стандартных программ Microsoft Excel 2010.

**Результаты исследований.** Генез экламптического синдрома обусловлен воздействием экзогенных и эндогенных факторов, а одной из наиболее важных причин возникновения и развития этой патологии является снижение уровня естественной резистентности организма перед отелом на фоне различных нарушений (таблица 1). Для профилактики экламптического синдрома и изучения влияния метаболических препаратов на течение родов и послеродового периода было сформировано 3 группы коров и нетелей поровну. Первая группа (20 голов) была контрольной и терапевтическому вмешательству не подвергалась, а коровам 2 и 3 групп (по 49 голов в каждой) инъецировали «ЭвитСел<sup>®</sup>» и «Метабол<sup>®</sup>», «ЭвитСел<sup>®</sup>» и «Фос-Бевит<sup>®</sup>».

Критериями оценки эффективности профилактических мероприятий служили клинико-биохимические и морфологические показатели крови, а также длительность и течение заболевания.

Использование данных схем позволило уменьшить количество патологий родов в 1,8–2,5 раза, а патологий послеродового периода в 2,5–3 раза.

Таблица 1

Осложнение течения родов и послеродового периода у коров при профилактике экламптического синдрома

Группа	Осложнение, %	
	родов	послеродового периода
Контроль, (n=20)	15,00	25,00
«ЭвитСел®» «Метабол®», (n=49)	8,16	10,20
«ЭвитСел®», «Фос-Бевит®», (n=49)	6,12	8,16

Применение разработанной программы для профилактики экламптического синдрома оказало значительный эффект на инволюционные процессы, протекающие в матке животного в послеродовой период, и препятствовало развитию послеродовых патологий.

Проведенный хозяйственный опыт на 98 коровах и нетелях, которым для профилактики экламптического синдрома применяли «ЭвитСел®» и «Фос-Бевит®» показал, что проведенный курс профилактики позволил снизить количество послеродовых осложнений на 30,9 %, уменьшить продолжительность сервис-периода на 69 дней, и обеспечить на 8,9 % выше сохранность молодняка.

Анализ полученных данных показал, что назначение животным для профилактики экламптического синдрома, гепатопатии и субклинического кетоза метаболических («Фос-Бевит®», «Метабол®») и антиоксидантного препаратов («ЭвитСел®») препятствует развитию патологических изменений в процессе отела и послеродовой период, сокращая их проявление в 1,22 раза (таблица 2).

Таблица 2

Показатели репродуктивной функции коров и нетелей

Показатель	Контроль	«ЭвитСел®», «Метабол®»	«ЭвитСел®», «Фос-Бевит®»
Оплодотворено, %	63,0	71,3	79,5
Индекс осеменения	1,95	1,78	1,69
Период от отела до оплодотворения, дни (сервис-период)	134,3±10,1	83,9±9,1*	60,74±10,3**

У телят, рожденных от матерей с осложненными родами фиксировали гипотрофию I и II степени достоверно чаще, по сравнению с новорожденными от здоровых матерей (17,0 и 8,7 % случаев соответственно). Асфиксия при рождении наблюдалась у 5,8 % телят от матерей

контрольной группы, причем 41,68 % телятам понадобилось проведение реанимационной и реабилитационной терапии.

### Список литературы

1. К проблеме гестоза у молочных коров / А.Г. Нежданов [и др.] // Международный вестник ветеринарии. – 2010. – № 1. – С. 12–17.
2. Акушерство [Электронный ресурс] : национальное руководство / Под ред. Э.К. Айламазяна, В.И. Кулакова, В.Е. Радзинского, Г.М. Савельевой. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. – 1200 с. – Режим доступа: <http://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785970423349.html>
3. Чистякова, О. В. Метаболический синдром: причинно-следственные отношения между окислительным стрессом и хроническим воспалением / О.В.Чистякова, И.Б.Сухов, А. О. Шпаков // Российский физиологический журнал им. И.М.Сеченова. – 2018. – № 2. – С. 138–155.
4. Начкина Э.И. Системные цитотоксические поражения при эндотоксикозе и их коррекция препаратами метаболического типа действия: автореф. дис.... д.мед.наук: 14.03.03 / Начкина, Элла Ивановна. – Саранск, 2011. – 42 с.

УДК 591.473.3: 577.112.385

## ОЦЕНКА ХАРАКТЕРА ВЛИЯНИЯ ДЛИТЕЛЬНО ВВОДИМОГО ТАУРИНА НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СКЕЛЕТНОЙ МЫШЦЫ БЕЛЫХ КРЫС

*Труш В.В.*, канд. мед. наук, доцент,  
*Попов В.Ф.*, канд. биол. наук, доцент,  
*Труш В.И.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк, ДНР  
*ver.trush@yandex.ru*

**Введение.** Аминокислоты и их смеси в последние годы все чаще используются в клинической практике и спортивной медицине в качестве анаболических средств и корректоров метаболических нарушений в лечении неврологических, офтальмологических, сердечных, мышечных заболеваний дистрофического генеза, патологий печени и ряда других расстройств [1]. При этом наиболее эффективными в стимуляции анаболических процессов, стабилизации мембран и коррекции метаболических расстройств в организме оказались таурин, глутамин и аргинин.

Установлено, в частности, что таурин, стимулируя энергообмен в тканях, предотвращает развитие энергодефицитных состояний и тем самым оказывает антигипоксическое действие [2]. Исследованиями некоторых авторов установлено, что таурин способен стимулировать синтез инсулина  $\beta$ -клетками островков Лангерганса [3], поддерживать их

целостность [4], а также оказывать некоторые инсулиноподобные эффекты [5], что отчасти обуславливает его неспецифическое анаболическое действие на периферические ткани. Таурин, как и другие аминокислоты и их смеси, стимулирует синтез белков в мышцах и печени и ингибирует протеолиз при любых катаболических состояниях [6]. Данная аминокислота участвует в регуляции метаболических процессов в клетках [7], улучшает энергообмен [8], выступает в роли естественного осморегулятора в клетках [9], может препятствовать их кальциевой перегрузке [10] и потере ими калия [5] при различных патологических состояниях.

**Целью работы** явилось изучение характера влияния длительного введения таурина в фармакологической дозе (60 мг/кг, ежедневно, подкожно) на функциональные параметры скелетной мышцы смешанного типа (*m. tibialis anterior*).

**Методика.** Эксперименты проводились на половозрелых крысах-самках, разделенных на 2 группы: контрольную (n=10) и опытную (n=30, Тау-группа), животные которой получали таурин («Таурин-АКОС» фирмы «Синтез ОАО», Россия) в дозе 60 мг/кг, ежедневно, подкожно. Препарат вводили на протяжении 10 (10Тау-группа), 30 (30Тау-группа) и 60 (60Тау-группа) дней. На наркотизированных животных (тиопентал натрия, 100 мг/кг) с помощью методов электромиографии и миографии изучали некоторые параметры функционального состояния передней большеберцовой мышцы в условиях вызванного ее сокращения, которое индуцировали путем раздражения сверхпороговым электрическим током малоберцового нерва.

**Результаты.** Таурин не оказал существенного влияния на исходные значения параметров М-ответа мышцы, но обусловил менее выраженное, в сравнении с контролем, уменьшение его амплитуды после выполнения утомляющей работы, указывающее в пользу более высокой устойчивости мышцы животных Тау-групп к утомлению. Длительное введение таурина в животный организм обусловило некоторое улучшение в сравнении с контролем параметров одиночного сокращения мышцы: увеличение амплитуды одиночного сокращения (на 32 % у животных 60Тау-группы) и ускорение фазы расслабления (на 36-20 % у крыс 10Тау-60Тау-групп соответственно), а также увеличение массы мышцы (на 19 % у крыс 60Тау-группы). По окончании 2-х месячного периода ежедневного введения таурина в животный организм наблюдалось увеличение в сравнении с контролем амплитуды тетанического сокращения мышцы (на 23 %), его скорости и силы (на 63 %), а также удлинение периодов максимальной (на 50 %) и субмаксимальной (на 53 %) работоспособности мышцы. На протяжении всего периода введения таурина (от 10 до 60 дней) наблюдалось менее выраженное в сравнении с контролем уменьшение амплитуды одиночного сокращения мышцы после выполнения утомляющей работы, что вместе с менее выраженным уменьшением

амплитуды М-ответов свидетельствует в пользу более высокой устойчивости мышцы Тау-групп к утомлению.

**Заключение.** Полученные в модельных экспериментах на животных данные свидетельствуют в пользу способности таурина при длительном его введении в организм (в течение 1-2 месяцев) улучшать функциональные параметры скелетной мышцы. Это дает основание для дальнейших экспериментальных исследований эффективности данной аминокислоты в компенсации метаболических и функциональных расстройств нервно-мышечной системы различного генеза, в том числе при стероидной и диабетической миопатиях.

### Список литературы

1. Климович И.И., Дорошенко Е.М., Страпко В.П., Смирнов В.Ю. Аминокислоты в лечении билиарной патологии (обзор литературы) // Журнал ГрГМУ. – 2008. – № 1. – С. 14-20.
2. Маньковская И.Н., Носар В.И., Назаренко А.И. Некоторые механизмы антигипоксического действия таурина // Физиологический журнал. – 1992. – Т. 38, №5. – С. 81-88.
3. Carneiro E.M., Latorraca M.Q., Araujo E. Taurine supplementation modulates glucose homeostasis and islet function // Journal of Nutritional Biochemistry. – 2009. – Vol. 20. – P. 503-511.
4. Ribeiro R.A., Bonfleur M.L., Amaral A.G. Taurine supplementation enhances nutrient-induced insulin secretion in pancreatic mice islets // Diabetes Metab. Res. Rev. – 2009. – Vol. 25, № 4. – P. 370-379.
5. El-Sherbeny A., Naggar H., Miyauchi S. Osmoregulation of Taurine transporter Function and Expression in Retinal Pigment Epithelial, Ganglion and Muller Cells // Investigative Ophthalmology & Visual Science. – 2004. – Vol. 45, № 2. – P. 39-46.
6. Schaffer S.W., Jong C.J., Ramila K.C., Azuma J. Physiological roles of taurine in heart and muscle // J. Biomed. Sci. – 2010. – Vol. 17, Suppl 1. – P. S2.
7. Ripps H., Wen Sh. Review: Taurine: A «very essential» amino acid // Molecular Vision. – 2012. – Vol. 18. – P. 2673-2686.
8. Winiarska K., Szymanski K., Gorniak P., Dudziak M., Bryla J. Hypoglycaemic, antioxidative and nephroprotective effects of taurine in alloxan diabetic rabbits // Biochimie. – 2009. – Vol. 91, №2. – P. 261-270.
9. Schousboe A., Pasantesmoraes H. Role of taurine in neutral cell-volume regulation // Canadian Journ. Physiol. Pharmacol. – 1992. – Vol. 70, № 5. – P. 356-361.
10. Гуревич В.С. Таурин и функция возбудимых клеток. – Л.: Наука, 1986. – 108 с.

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДЛИТЕЛЬНО ВВОДИМЫХ АДРЕНАЛИНА И ФОРМОТЕРОЛА НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СКЕЛЕТНОЙ МЫШЦЫ БЕЛЫХ КРЫС

*Труш В.В.*<sup>1</sup>, канд. мед. наук, доцент,  
*Соболев В.И.*<sup>2</sup>, д-р биол. наук, профессор

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

<sup>2</sup>Гуманитарно-педагогическая академия (филиал) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», г. Ялта, Россия

*ver.trush@yandex.ru*

**Введение.** Уже достаточно давно установлены положительные эффекты физиологических и умеренно повышенных доз катехоламинов (КА) на скелетную мускулатуру. Исследованиями последних лет доказана способность селективных  $\beta_2$ -адреноагонистов при длительном введении вызывать не только кратковременные функциональные перестройки в нервно-мышечном аппарате, но и оказывать анаболическое влияние на мышечные волокна и стимулировать рост скелетных мышц [1-3], защищать их от атрофии различного генеза [4-6], индуцировать митохондриальный биогенез [7], что может оказаться полезным для предотвращения дистрофических изменений скелетной мускулатуры. Вместе с тем, не все авторы признают способность КА стимулировать гипертрофию мышечных волокон и подтверждают эффективность только  $\beta_2$ -адреноагонистов в предотвращении атрофии мышц путем изменения активности генов, кодирующих атрогин-1, MuRF-1 и катепсин L [8].

Учитывая преимущественное преобладание в скелетных мышечных волокнах адренорецепторов  $\beta_2$ -типа [9], представляет интерес сравнительное исследование в модельных экспериментах на животных влияния длительно вводимых адреналина и селективного  $\beta_2$ -адреноагониста формотерола на функциональные параметры скелетной мышцы смешанного типа (*m. tibial anterior*), что и послужило целью настоящей работы.

**Методика.** Эксперименты проводились на половозрелых крысах-самках 4-5-ти месячного возраста, первоначально разделенных на 3 группы: контрольную (n=10, К-группа), I опытную (n=30, А-группа), животные которой получали адреналина гидрохлорид («Здоровье», Украина, 0,2 мг/кг/сутки), и II опытную (n=30, Ф-группа), особи которой получали селективный  $\beta_2$ -адреноагонист формотерол (Форадил, «Novartis», Швейцария, 1,5 мкг/кг/сутки). Адреноагонисты вводили ежедневно подкожно на протяжении 10, 30 и 60 дней. Таким образом, животные каждой опытной группы были в последующем разделены на 3

подгруппы (n=10 в каждой), получившие разное количество инъекций адреноагонистов: 10 (группы 10А и 10Ф), 30 (группы 30А и 30Ф) и 60 (группы 60А и 60Ф).

По окончании сроков введения адреноагонистов на наркотизированных животных (тиопентал натрия, 100 мг/кг, внутривенно) проводили острый опыт, в ходе которого изучали электрофизиологические, эргометрические и энергетические параметры передней большеберцовой мышцы в условиях вызванного ее сокращения, которое индуцировали путем раздражения сверхпороговым электрическим током малоберцового нерва.

**Результаты.** Длительная адренергическая стимуляция, моделируемая ежедневным подкожным введением адреналина (0,2 мг/кг/сутки) или формотерола (1,5 мкг/кг/сутки), сопровождалась уже спустя первые 10 дней применения препаратов укорочением латентного периода М-ответа мышцы (на 14-18 %) и увеличением его амплитуды (на 38-82 %) на фоне неизменной длительности у крыс 10А- и 10Ф-групп соответственно, что указывает в пользу возможного ускорения и облегчения синаптической передачи, улучшения степени синхронизации возбуждения мышечных волокон и повышения их возбудимости. Отмеченное улучшение электрофизиологических параметров мышцы сохранялось на протяжении всего дальнейшего 2-х месячного периода введения адреноагонистов с гораздо более выраженным относительно контроля повышением амплитуды М-ответов у животных 30Ф- и 60Ф-групп (на 95-137 %) в сравнении с 30А- и 60А-группами (на 46-61 %).

По окончании 2-х месячного периода введения адреноагонистов наблюдалось значимое укорочение относительно контроля латентного периода (на 15-16 %) и фазы укорочения (на 19-16 %) одиночного сокращения, а также увеличение амплитуды тетанического сокращения (на 33-35 %) мышцы животных 60А- и 60Ф-групп соответственно, что указывает в пользу возможного увеличения степени синхронизации возбуждения и сокращения в мышце, улучшения электромеханического сопряжения в ее волокнах и энергетического обеспечения сократительного акта.

На протяжении всего периода введения адреноагонистов (от 10 до 60 дней) имело место существенное в сравнении с контролем увеличение скорости тетанического сокращения (на 229-207 % у крыс 10А- и 10Ф-групп и 128-566 % у животных 60А- и 60Ф-групп) и удлинение периодов максимальной (на 55-59% у крыс 10А- и 10Ф-групп и 69-82 % у животных 60А- и 60Ф-групп) и субмаксимальной (на 67-65 % у крыс 10А- и 10Ф-групп и 84-87 % у животных 60А- и 60Ф-групп) работоспособности мышцы. Наблюдаемое нами увеличение скорости тетанического сокращения свидетельствуют в пользу возможного улучшения электромеханического сопряжения в мышечных волокнах и увеличения

скорости актомиозинового взаимодействия, а удлинение периодов максимальной и субмаксимальной работоспособности – в пользу улучшения энергетического обеспечения сократительного акта. Вместе с тем, уже спустя первые 10 дней введения адrenoагонистов наблюдалось значимое в сравнении с контролем увеличение температурной стоимости мышечной работы (на 25-36 % у животных 10А- и 10Ф-групп), сохранявшееся вплоть до окончания 2-х месячного периода их введения (на 41-47 % у крыс 60А- и 60Ф-групп) и указывающее в пользу снижения КПД мышечного сокращения.

На протяжении всего периода введения адrenoагонистов (от 10 до 60 дней) мышца опытных животных проявляла более высокую в сравнении с контролем устойчивость к утомлению. В пользу этого свидетельствовало отсутствие у крыс А-групп значимого уменьшения количества активируемых двигательных единиц мышцы, менее выраженное уменьшение амплитуды М-ответов на фоне отсутствия значимого увеличения их длительности и менее выраженное удлинение латентного периода одиночных сокращений после выполнения утомляющей работы в сравнении с таковыми у контрольных животных. Повышение устойчивости мышцы к утомлению было в большей степени выражено у животных Ф-групп в сравнении с А-группами, в пользу чего свидетельствует полное отсутствие у крыс Ф-групп уменьшения амплитуды М-ответов и одиночных сокращений мышцы после выполнения утомляющей работы.

**Заключение.** Селективный  $\beta_2$ -адrenoагонист формотерол обусловил более выраженное в сравнении с эффектом адреналина повышение амплитуды М-волны, скорости тетанического сокращения мышцы и ее устойчивости к утомлению, что дает основание для исследований эффективности формотерола в предотвращении миопатий различного генеза.

#### Список литературы

1. Brown D.M., Jones S., Daniel Z.C.T.R. et al. Effect of sodium 4-phenylbutyrate on Clenbuterol-mediated muscle growth // PLoS One. – 2018. – Vol. 13, №7. – P. e0201481.
2. Shimamoto S., Ijiri D., Kawaguchi M. et al.  $\beta_1$ - and  $\beta_2$ -adrenergic receptor stimulation differ in their effects on PGC-1 $\alpha$  and atrogen-1/MAFbx gene expression in chick skeletal muscle // Comp. Biochem. Physiol. A Mol. Integr. Physiol. – 2017. – Vol. 211 (Sep). – P. 1-6.
3. Woodall B.P., Woodall M.C., Luongo T.S. et al. Skeletal Muscle-specific G Protein-coupled Receptor Kinase 2 Ablation Alters Isolated Skeletal Muscle Mechanics and Enhances Clenbuterol-stimulated Hypertrophy // J. Biol. Chem. – 2016. – Vol. 291, №42. – P. 21913-21924.
4. Koeberl D.D., Case L.E., Smith E.C. et al. Correction of Biochemical Abnormalities and Improved Muscle Function in a Phase I/II Clinical Trial of Clenbuterol in Pompe Disease // Mol. Ther. – 2018. – Jul 5. – pii: S1525-0016(18)30309-5.



5. Milioto C., Malena A., Maino E. et al. Beta-agonist stimulation ameliorates the phenotype of spinal and bulbar muscular atrophy mice and patient-derived myotubes // *Sci. Rep.* – 2017. – Vol. 24, №7. – P. 41046.
6. Dutt V., Gupta S., Dabur R. et al. Skeletal muscle atrophy: Potential therapeutic agents and their mechanisms of action // *Pharmacol Res.* – 2015. – Vol. 99 (Sep). – P. 86-100.
7. Cameron R.B., Beeson C.C., Schnellmann R.G. Structural and pharmacological basis for the induction of mitochondrial biogenesis by formoterol but not clenbuterol // *Sci Rep.* – 2017. – Vol. 7, №1. – P. 10578.
8. Wannenes F., Magni L., Bonini M. et al. In vitro effects of Beta-2 agonists on skeletal muscle differentiation, hypertrophy, and atrophy // *World Allergy Organ J.* – 2012. – Vol. 5, №6. – P. 66-72.
9. Ohnuki Y., Umeki D., Mototani Y. et al. Role of phosphodiesterase 4 expression in the Epac1 signaling-dependent skeletal muscle hypertrophic action of clenbuterol // *Physiol Rep.* – 2016. – Vol. 4, №10. – pii: e12791.

УДК 615.214

## ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ СОЦИАЛЬНОГО СТРЕССА НА САМЦОВ БЕЛЫХ КРЫС В ПРОДЫРЯВЛЕННОМ ПОЛЕ

**Фролова Г.А.**, канд. биол. наук, доцент

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

*gal\_alex\_frolova@mail.ru*

**Введение.** Проблема ранних эффектов социальной изоляции на поведение животных представляет особый интерес по причине наличия индивидуальных отличий в стресс-реакции животного организма [1, 3]. В свою очередь это открывает широкие перспективы для поиска адекватных методов коррекции психоэмоциональных расстройств, возникающих на фоне действия стресс-факторов.

**Целью** представленного фрагмента комплексной работы является установление влияния социального стресса на поведенческие характеристики самцов белых крыс в продырявленном поле.

**Методика** проведения эксперимента. Эксперимент был проведен на 20 беспородных лабораторных крысах-самцах массой 180-220 г, содержащихся в виварии в стандартных условиях.

Исходная группа была протестирована в условиях продырявленного поля с целью установления исходного уровня поведенческой активности (УА) – низкого, среднего и высокого. Социальную изоляцию моделировали путем помещения экспериментального животного в отдельную клетку на 72 часа при свободном доступе к еде и питью. После чего животное проходило повторное поведенческое тестирование.

Об уровне поведенческой активности судили по исследовательской активности животного (общее количество вертикальных стоек и

заглядываний в отверстия-«норки») и двигательной активности (общее количество пересеченных квадратов), об уровне выраженности неспецифической активности – по частоте актов груминга [2].

Полученные данные обрабатывались с помощью общепринятых методов математической статистики с использованием U-критерия Манна-Уитни и корреляционного анализа.

Результаты и их обсуждение. На основании контрольного тестирования исходная группа крыс была разделена на подгруппы с разным уровнем исследовательской активности. Установлено, что двигательная активность самцов с высоким и средним УА в контрольных условиях не отличались. Вместе с тем установлено, что эти подгруппа самцов характеризовались одинаковой степенью выраженности неспецифической активности, а низкоактивные самцы показали минимальную частоту актов груминга.

Установлено, что социальная изоляция приводит к ряду изменений в поведении животных. Так, исследовательская ( $p < 0,05$ ) и двигательная ( $p < 0,01$ ) активность достоверно увеличились у животных с низкой исходной поведенческой активностью что свидетельствует об активации стресс-лимитирующих систем у крыс данной подгруппы. Крысы с исходно средним уровнем активности проявили неустойчивость к действию стресса: как двигательная ( $p < 0,01$ ) так и исследовательская ( $p < 0,05$ ) активность их достоверно сократилась по отношению к контрольным (исходным) значениям. Относительно реакции крыс с исходно высоким уровнем активности, то обращает на себя внимание тот факт, что исследовательская активность этих самцов сократилась в более чем 2 раза ( $p < 0,01$ ), в то время как ДА осталась без изменений.

При анализе характера изменения составляющих компонентов исследовательской активности в результате действия стресса, то установлено, что у крыс с крайними уровнями активности в контроле численные значения данных показателей изменяются разнонаправленно: у исходно низкоактивных увеличиваются, а у исходно высокоактивных – понижаются. У среднеактивных в контроле крыс выявлено значительное (более чем в 7 раз,  $p < 0,01$ ) сокращение числа заглядываний

Груминг у грызунов представляет собой чрезвычайно распространенную форму поведения, выполняющую в организме ряд важных прямых биологических функций – уход за кожей и шерстью, терморегуляцию, распределение химических веществ и др. [1, 2]. В последнее время интерес исследователей к грумингу значительно возрос, поскольку он является стресс-зависимой, эмоционально лабильной реакцией, свидетельствующей о нейрогуморальных изменениях в организме. Изменения такого неспецифического вида поведения как груминг дали следующие результаты. Установлено, что стресс сократил проявления груминговой активности у исходно средне- и высокоактивных

крыс, в то время как у низкоактивных в контроле животных наблюдалось повышение данного вида активности.

**Выводы.** Поскольку что экспериментальные животные с момента рождения содержались в одинаковых условиях и получали одинаковую пищу, проведенные эксперименты позволили сделать вывод, что такой психоэмоциональный показатель как уровень двигательной активности является генетически детерминированным. Эмоциональный стресс (социальная изоляция) специфическим образом модифицировал поведение экспериментальных крыс с исходно разными уровнями двигательной активности: у исходно низкоактивных крыс показатели двигательной активности возросли, у среднеактивных и высокоактивных крыс выявлено достоверное снижение исследовательской активности. Социальная изоляция приводит к активации стресс-лимитирующих систем у крыс с исходно низким уровнем активности. Наибольшую чувствительность к действию стресса проявляют животные с исходно высоким уровнем поведенческой активности.

#### Список литературы

1. Августинович Д.Ф., Коваленко И.Л. Формирование патологии поведения у самок мышей линии C57BL/6J под влиянием длительного психоэмоционального воздействия // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. – 2004. – Т. 90, № 11. – С. 1324-1336.
2. Жуков Д.А. Психогенетика стресса. Поведенческие и эндокринные корреляты генетических детерминант стресс-реактивности при неконтролируемой ситуации. – СПб., 1997. – 176 с.
3. Калуев А.В. Стресс, тревожность и поведение: актуальные проблемы моделирования тревожного поведения у животных. – К.: CSF, 1998. – 98 с.

УДК-612.014.46

## **ФИЗИОЛОГИЯ СПОРТА В ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА И ЗНАЧЕНИЕ В ПРОФЕССИИ ТРЕНЕРА**

*Эверс Т.Ф., Кручинина М.Н.*

ГПОУ «Донецкое училище олимпийского резерва им. С. Бубки», г. Донецк, ДНР  
*uor.donetsk@gmail.com*

**Задача:** понимать роль физиологии в развитии личности и подготовке ее к профессиональной деятельности, сохранении и укреплении здоровья, психического благополучия.

**Цель:** показать для чего нужны знания физиологии и физиологии спорта тренеру.

**Предметом** исследования является развитие и совершенствование психофизических способностей, качеств и свойств личности. Науки

возникают не сами по себе, не потому, что их кто-то выдумывает просто «из интереса». Любая наука появляется в результате необходимости решения человечеством тех или иных задач, вставших в процессе его развития. Биология не исключение, она тоже возникла в связи с решением очень важных для людей проблем. Человек – продукт развития живой природы. Все процессы нашей жизнедеятельности подобны тем, которые происходят в природе. Глубокое понимание биологических процессов – научный фундамент, заветный ключ к гармонии между природой и человеком. Биология является теоретической основой таких наук как медицина, психология, физиология, анатомия и др.

На основании знаний анатомии и физиологии человека, можно решать проблемы сохранения работоспособности и благополучия, добиваться хороших спортивных результатов, проводить профилактические и лечебные мероприятия, разработать методы предупреждения и лечения болезней человека, таких как рак, СПИД, болезни сердечно-сосудистой системы и др. [4].

Физиология человека – как наука занимается изучением механических, физических и биохимических функций человека. Наука дает представление о комплексных функциях организма. Физиология спорта – это специальный раздел физиологии человека, изучающий изменения функций организма и их механизмы под влиянием мышечной (спортивной) деятельности и обосновывающий практические мероприятия по повышению ее эффективности [7].

Тренера или другие специалисты в этой области должны знать анатомию и физиологию т.к. они работают с телом живого человека. Воздействуют на него через движение или упражнения, изменяют его биомеханику, биохимию, стимулируют разные жизненные процессы. На эффективность и результативность тренировок влияют знания: анатомии (строение человека, из чего он состоит); физиологии (как организм функционирует); физиологии спорта (как организм функционирует под нагрузкой); теории тренировки (понимание тренировки как частного проявления физиологических процессов, общие принципы и закономерности); методики тренировки (анализ различных по направленности тренировочных воздействий), технологии тренировки (описание работы тренера) [3].

Практическое значение физиологии и анатомии как фундаментальных наук особенно велико. Они предоставляют материалы, которые могут быть использованы при построении тренировочного процесса, при отборе в ДЮСШ, при решении вопросов ранней специализации и др. Кроме того, анатомический анализ положений и движений спортсмена способствует совершенствованию спортивной техники. Наконец, в курсе анатомии формируются определенные навыки: в проекции на человеке основных костных образований, являющихся

ориентирами для фиксации мышц и антропометрическими точками при определении размеров тела; в проекции суставных щелей; в правильном определении направления и размаха движений в суставах; в проекции мышц, сосудов, периферических нервов и т. п. Все это играет существенную роль в практической работе тренеров и педагогов по физическому воспитанию [2].

Основной задачей спортивной физиологии является сравнительное изучение функционального состояния организма человека, т.е. исследование проводится до, вовремя и после двигательной активности, что в натуральных условиях весьма затруднительно. Поэтому разработаны специальные нагрузочные тесты, позволяющие дозировать физическую активность и регистрировать соответствующие изменения функций организма в различные периоды деятельности человека. С этой целью используются велоэргометр, бегущая дорожка, ступеньки разной высоты, а также различные приборы, позволяющие регистрировать функции сердечно-сосудистой, дыхательной, мышечной и центральной нервной системы на расстоянии, передавая соответствующие показатели по телеметрическим каналам. Одной из важных задач спортивной физиологии является научное обоснование, разработка и реализация мероприятий, обеспечивающих достижение высоких спортивных результатов и сохранения здоровья спортсменов [3].

Занятия физической культурой необходимы человеку во все периоды его жизни. В детском и юношеском возрасте они способствуют слаженному развитию организма. У взрослых улучшают морфофункциональное состояние, увеличивают работоспособность и сохраняют здоровье. У пожилых людей задерживают неблагоприятные возрастные изменения. Занятия физической культурой и спортом помогают людям всех возрастов наиболее продуктивно использовать свое свободное время, а также способствует отказу от таких социальных и биологически вредных привычек, как употребление спиртных напитков, наркомания и курение [5].

Физическая тренировка совершенствует систему кровообращения, стимулирует деятельность сердечной мышцы, усиливает кровоснабжение мышц, улучшает регуляцию деятельности нервной системы. Во время тренировки человек потребляет много кислорода, который насыщает внутренние органы, закаляя организм. Занятия физической культурой и спортом являются хорошей профилактикой сахарного диабета, укрепляют кости и регулируют количество холестерина в крови. Занятия способствуют расширению кровеносных сосудов, нормализации тонуса их клеток, улучшению питания и обмена веществ. Это ведет к увеличению эластичности стенок кровеносных сосудов и нормальной работе сердечно-сосудистой системы, которая является важной составляющей организма человека [2].

Двигательная активность является одним из основных элементов здорового образа жизни. В школьный период формируется здоровье на всю последующую жизнь, а здоровье человека является важным показателем жизни. Важно пробудить желание личности заботиться о своем здоровье [1].

**Заключение.** Таким образом, физиология решает основные проблемы:

- раскрывает закономерности укрепления здоровья человека с помощью физических упражнений и повышения устойчивости его организма к действию различных неблагоприятных факторов внешней среды, а также в сохранении и восстановлении работоспособности, препятствии развитию раннего утомления и коррекции психоэмоциональных перегрузок в процессе профессиональной деятельности человека;

- создает условия для осознания и осмысления применения знаний и умений физиологии для получения высоких спортивных результатов;

- формирует целостное представление о единстве биологического, физического, психического и социального развития человека, о законах и закономерностях развития и совершенствования его психосоматической природы.

Физиологические особенности функций организма следует изучать и оценивать как в отношении массовой физической культуры, так и в отношении различных видов спорта, особенно спорта высших достижений.

### Список литературы

1. Андреева Г.М. Социальная психология. Учебник для высших учебных заведений. – М.: Аспект Пресс, 2005. – 127 с.
2. Аршавский И.А. К теории индивидуального развития (Биофизические аспекты) // Биофизика. – 1991.
3. Готовцев П.И., Дубровский В.И. Самоконтроль при занятиях физической культурой. – М.: Физкультура и спорт, 1984 г. – 32 с.
4. [http://www.fitnessonline.by/2008/12/30/nuzhna\\_li\\_treneram\\_anatomija\\_i\\_fiziologija.html](http://www.fitnessonline.by/2008/12/30/nuzhna_li_treneram_anatomija_i_fiziologija.html)
5. <https://studfiles.net/preview/2365201/page:2/>
6. <http://fb.ru/article/205380/chto-izuchaet-nauka-fiziologiya-fiziologiya-cheloveka-i-mikroorganizmov>
7. [https://kopilkaurokov.ru/fizkultura/prochee/fiziologhiia\\_sporta\\_priedmiet\\_tsieli\\_i\\_zadachi\\_znachieniie\\_fiziologhii\\_sporta](https://kopilkaurokov.ru/fizkultura/prochee/fiziologhiia_sporta_priedmiet_tsieli_i_zadachi_znachieniie_fiziologhii_sporta)

# СОДЕРЖАНИЕ

## ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

### *Аналитическая химия*

<i>Алемасова А.С., Пивоварова А.С.</i> Эффективность термодинамического моделирования высокотемпературных процессов при этаас определении in, ga, tl в присутствии коллоидного палладия .....	5
<i>Алемасова А.С., Пивоварова А.С.</i> Влияние химического модификатора коллоидного палладия на восстановительную атмосферу аналитической зоны атомизатора при ЭТААС определении Ga и Tl .....	8
<i>Добрыдин А.В., Шептун И.Г.</i> Модификация аналитических форм в спектроскопических методах и определение бериллия в угле и золошлаковых отходах .....	10
<i>Рокун А.Н., Алемасова Н.В., Вдовиченко А.Н.</i> Химическая экспертиза автомобильного топлива .....	13
<i>Рокун А.Н., Маишталер Е.М.</i> Экстракционно-фотометрическое определение марганца в бензине .....	16
<i>Сергеева А.С., Щепина Н.Д.</i> Сравнительное изучение экстрагентов при извлечении и атомно-абсорбционном определении тетрациклина .....	19
<i>Симонова Т.Н., Медведева Т.В., Сухорукова Т.О.</i> Выбор высаливателей для разработки методики экстракционно-фотометрического определения церия (III), скандия с водорастворимыми экстрагентами .....	21
<i>Стецкич В. В., Лыков А. С.</i> Моделирование процессов определения сульфат-ионов осадительным титрованием в присутствии других осаждаемых анионов .....	23
<i>Чайка Л.В.</i> Химия как базовый инструмент подготовки будущих специалистов-экологов .....	25

### *Биохимия и органическая химия*

<i>Аникеева Н.М., Зарайский А.П., Швецова Т.И.</i> Фосфорная кислота – бензол как среда для нитрования полициклических аренов нитритом .....	28
<i>Баранова О.В., Бутко О.И.; Дорошкевич В.С., Рябцева М.А.</i> Квантово-химическое исследование влияния структуры субстратов лакказного окисления на энергию o-h связи .....	31
<i>Бахтин С.Г.</i> Моделирование поведения органических оснований как катализаторов реакции оксиалкилирования .....	33
<i>Бутюгин А.В., Зубкова Ю.Н., Рыктор И.А.</i> Изменение ферментативной активности пероксидазы и каталазы в зависимости от видовой и сортовой чувствительности растений к гуминовым препаратам .....	34
<i>Дорошкевич А.С., Асиф Набиев, Anjeu Pawlikojs Дорошкевич В.С., Сорокина О.В., Глазунова В.А., Зеленьяк Т.Ю., Дорошкевич Н.В., Хайем Рахмонов, Эльхан Хамзин, Турченко В.А., Subrata Majumder, Valer Almasan, Diana Lazar, Шило А.В., Боднарчук В. И., Исламов А.Х., Холмуродов Х.Т.</i> Получение ДНК-модифицированных наноструктурированных систем на основе ансамблей ZrO <sub>2</sub> – наночастиц .....	37
<i>Заритовский А.Н., Котенко Е.Н., Демко Я.В., Заритовская Т.А.</i> Высоко-температурный синтез углеродных наноструктур .....	40

<i>Зубкова Ю.Н.</i> Влияние концентрации пав и электролитов на величину дзета-потенциала ( $\zeta$ ) и поверхностной проводимости (ПП) антрацитовых дисперсий .....	43
<i>Калач И.Е., Прокопова А.В., Кравченко Е.М., Одарюк И.Д.</i> Хемиллюминесценция при ферментативном окислении настоев чая .....	46
<i>Каплун Д.С., Женило С.В.</i> Роль kaiso при перепрограммировании соматических клеток в адипоциты .....	47
<i>Кравченко Е.М., Одарюк И.Д.</i> Окисление орто-фенилендиамин в присутствии лакказы <i>trametes versicolor</i> .....	49
<i>Крюк Т.В., Тюрина Т. Г., Кобцева О.С.</i> Модификация сополимеров малеинового ангидрида с винилацетатом аминокислотами .....	51
<i>Ломов Д.А., Абрамянц М.Г., Запорожец О.О.</i> Усовершенствованный синтез конденсированных пиридонов-2 .....	53
<i>Муратов А.Ю., Зинченко С.Ю., Матвеева Д.И., Попов В.Ю., Войташ А.А., Берестнева Ю.В., Ракша Е.В., Ересько А.Б.</i> Конденсированные 1,2-диазепины: синтез и DFT молекулярное моделирование их ЯМР спектров .....	55
<i>Осипов А.М., Грищук С.В., Бойко З.В.</i> Особенности начальной стадии прямого ожигения ископаемых углей Донбасса.....	58
<i>Пономарева И.Б., Зубкова Ю.Н.</i> Магнитная сепарация зольных материалов.....	61
<i>Пономарева И.Б., Плевако М.З.</i> Углеродсодержащие сорбенты и методы их модификации.....	63
<i>Прокопьева Т.М., Белоусова И.А., Зубарева Т.М., Гайдаш Т.С., Разумова Н.Г., Михайлов В.А.</i> Конструирование микрогетерогенных супернуклеофильных систем на основе пав для расщепления субстратов-экотоксикантов .....	65
<i>Синельникова М.А., Лаврова А.И., Осколкова О.Н.</i> Моделирование поведения солей тетраэтиламмония в реакции раскрытия оксиранового цикла бензойными кислотами .....	68
<i>Туровская М.К., Прокопьева Т.М., Михайлов В.А.</i> Четвертичные аммониевые пав в процессах расщепления ацилсодержащих субстратов .....	69
<i>Харанеко О.И.</i> Новый метод синтеза 1,3,6-триметил-6 <i>h</i> -пиридо[4,3- <i>b</i> ]карбазола – близкого аналога алкалоида эллиптицина е .....	72
<i>Харанеко А.О., Морковник А.С.</i> Новая гетероциклическая система [1,2,5]триазепино[5,4- <i>a</i> ]бензимидазола: синтез первых представителей .....	75
<i>Хилько С.Л., Котенко А.А., Михайлов В.А.</i> Реологические свойства поверхностных слоев имидазолиевых оксимов на границе раздела жидкость-газ.....	78
<i>Хилько С.Л., Котенко А.А., Михайлов В.А.</i> Тензиометрические свойства имидазолиевых оксимов на границе раздела жидкость-газ .....	81
<i>Хилько С.Л., Рогатко М.И., Семенова Р.Г., Макарова Р.А., Хилько А.С.</i> Механохимический синтез этоксилированных производных гуминовых кислот и их тензиометрические свойства на границе раздела жидкость-газ .....	84
<i>Хилько С.Л., Семенова Р.Г., Макарова Р.А., Помещенко А.И.</i> Антиоксидантная и прооксидантная активность смесей аскорбиновой кислоты и ализарина в процессах радикально-цепного окисления .....	87
<i>Шевчук Н. О., Хомутова Е.В., Тюрина Т.Г.</i> Агрегация метиленового голубого в водных растворах и влияние на нее сополимера малеинового ангидрида с винилацетатом .....	90



## Неорганическая химия

<i>Белоусова Е.Е., Пойманова Е.Ю., Заславская Л.В., Кравченко В.В.</i> Особенности синтеза изополимолибдатов гадолиния .....	93
<i>Дидоренко Е.Г., Игнатов А.В.</i> Синтез и исследование твердых растворов состава $Pb_{8-x}La_xCa_2(SiO_4)_2(VO_4)_4O_{x/2}$ .....	94
<i>Жегайло А.О., Игнатов А.В.</i> Замещение свинца щелочноземельными металлами в двойном фосфате свинца натрия .....	95
<i>Коломоец И.С., Сухов П.В., Белоусова Е.Е., Пойманова Е.Ю.</i> О синтезе изополивольфраматов стронция в водно-органических средах .....	96
<i>Кулик Я.А., Дидоренко Е.Г., Игнатов А.В.</i> Твердые растворы в системе $Pb_{7-x}Dy_xCa_3(SiO_4)_2(VO_4)_4O_{x/2}$ .....	97
<i>Лаврентьев И.В., Дидоренко Е.Г., Яблочкова Н.В., Игнатов А.В.</i> Синтез твердых растворов $Pb_{7-x}La_xCa_3(SiO_4)_2(VO_4)_4O_{x/2}$ методом пиролиза цитрус геля .....	98
<i>Мороз Я.А., Лозинский Н.С.</i> Электрофизические свойства некоторых гетерополивольфраматов и продуктов их термолитиза .....	99
<i>Приседский В.В., Погибко В.М.</i> Сопоставление механизмов синтеза нанокристаллических порошков титаната бария и цирконата-титаната свинца оксалатным методом .....	102
<i>Сторожева О.М.</i> Механизмы совершенствования учебного процесса по курсу химии в педагогических колледжах на основе использования виртуальных лабораторий .....	105
<i>Хрипунов С.В., Прудченко А.П., Савоськин М.В., Протасевич Ю.С.</i> Особенности темплатного синтеза углеродных наноматериалов на карбонате кальция .....	108
<i>Чебышев К.А., Селикова Н.И., Пасечник Л.В.</i> Флюоритоподобные соединения в системе $La_2O_3 - Eu_2O_3 - MoO_3$ .....	111
<i>Чебышев К.А., Селикова Н.И., Пасечник Л.В.</i> Изоморфные замещения и электропроводность в $Nd_{5-x}Ln_xMo_3O_{16}$ $Ln=Tb, Dy, Ho$ .....	112
<i>Чебышев К.А., Турченко В.А.</i> Исследование молибдата празеодима $Pr_5Mo_3O_{16+\delta}$ методом фурье-дифракции высокого разрешения .....	113

## Физическая химия

<i>Белая Н.И., Белый А.В., Тихонова Г.А.</i> Хемилюминесценция реакции взаимодействия гидроксibenзолов с цианопропилпероксильными радикалами .....	114
<i>Берестнева Ю.В., Ракша Е.В., Майданик А.А., Макух Т.А., Глазунова В.А., Вдовиченко А.Н., Савоськин М.В.</i> Просвечивающая электронная микроскопия в исследовании малослойных графеновых частиц .....	116
<i>Войташ А.А., Берестнева Ю.В., Ракша Е.В., Ересько А.Б.</i> Оценка эффективности термически расширенного графита в процессе сорбции органических веществ из их водных растворов .....	119
<i>Кусмарова Д.А., Горбатко С.В.</i> Применение плавящихся материалов в производстве строительной керамики .....	121
<i>Линник Д.С., Арзуманян Г.М., Маматкулов К.З., Глазунова В.А.</i> Синтез апконверсионных наночастиц $SrF_2:Yb,Er@SrF_2$ .....	122
<i>Линник Д.С., Михальчук В.М., Полищук Т.Б., Набиев А.А.</i> Влияние структуры фторсодержащего эпоксидного полимера на электрохимические свойства гель-полимерных электролитов .....	124

<i>Любимова А.К., Безбожная Т.В., Лобачев В.Л.</i> Влияние пав на скорость окисления диэтилсульфида пероксидом водорода и пероксоборатами в водных растворах .....	125
<i>Муконина Е.В., Печенева А.В., Шевченко О.Н., Белый А.В.</i> Расчет энергии активации вязкого течения в расплавах системы $Y_2O_3-Fe_2O_3-(PbO-B_2O_3-BaO-BaF_2)$ .....	128
<i>Середа Т.Н.</i> Производство пеногипсобетона .....	131
<i>Степаненко Е.В., Лыга Р.И., Михальчук В.М.</i> Получение и свойства эпоксидных композитов, наполненных диоксидом кремния и диоксидом титана .....	132
<i>Туровский Н.А., Туровская М.К., Павленко Р.Р.</i> Оценка энергии диссоциации гидропероксидных соединений.....	134
<i>Шамарина А.В., Михальчук В.М., Лыга Р.И., Сайфутдинова М.В.</i> Антикоррозионные композиционные эпоксидные покрытия для алюминиевых сплавов.....	136

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

### *Биофизика*

<i>Беспалова С.В., Чуфицкий С.В., Перебейнос В.В.</i> Биомониторинг поверхностных вод в условиях антропогенной нагрузки на примере реки Кальмиус .....	140
<i>Беспалова С.В., Чуфицкий С.В., Романчук С.М.</i> Анализ воздействия сточных вод горнодобывающей промышленности на состояние водных объектов .....	142
<i>Горецкий О.С., Бондаревский-Колотий В.А.</i> Индивидуальный дозиметрический контроль медицинского персонала, работающего с источниками ионизирующего излучения.....	144
<i>Гребнева Е.А.</i> Образование мишеных задерживающихся мутаций замены оснований при склонном к ошибкам или SOS синтезе ДНК, содержащей канонические <i>цис-син</i> циклобутановые тиминовые димеры .....	147
<i>Губарев А.А., Кривякин А.С., Саакян О.Н.</i> Аппроксимация первичных данных флуориметрии при помощи линейной комбинации экспоненциальных функций.....	150
<i>Мицкан В.В., Боровой И.И., Губарев А.А.</i> Локальная модель фитопланктон – поллютант, учитывающая ограниченность источника минерального питания ..	152
<i>Капиуков Р.А., Пашкова А.Ю.</i> Изучение особенностей формирования фаций в присутствии наночастиц $Fe_3O_4$ после дегидратации в вакууме.....	154
<i>Кладько Д.В., Легенький Ю.А., Павлов В.Н.</i> Адгезия <i>Saccharomyces cerevisiae</i> к поверхности кремния, выдержанного в магнитном поле.....	156
<i>Кольченко О.Р., Акульшина М.О.</i> Влияние антропогенной нагрузки на флуктуирующую асимметрию листа <i>Acer platanoides</i> L. ....	159
<i>Корниенко В.О., Корощенко М.Н.</i> Влияние вибрационно-акустического шума на состояние древесных растений вблизи автомагистралей.....	160
<i>Солопов М.В., Беспалова С.В.</i> Влияние маркировки магнитными наночастицами на броодильную активность дрожжевых клеток.....	163

### *Ботаника и экология*

<i>Андрющенко А.И., Гридько О.А.</i> Вегетативное размножение культиваров вида <i>Juniperus sabina</i> L. 'Tamariscifolia' и 'Blue Danube' .....	166
--	-----

Борисова А.Ю. Влияние различных почвенных условий на рост и развитие <i>Phalaris canariensis</i> L. ....	168
Вербий В.В., Гридько О.А. Оценка запыленности атмосферного воздуха в городе Донецке.....	171
Глухов А.З., Стрельников И.И. Открытые источники данных, используемы для наполнения информационной системы Донецкого ботанического сада.....	172
Дикая А.А., Макогон И.В. Перспективы использования <i>Penstemon digitalis</i> Nutt. в зеленом строительстве Донбасса.....	175
Зубарева Т.А., Харченко В.В., Наумов С.Ю. <i>Asphodeline taurica</i> (Pall. ex M.Bieb.) Engl. на Луганщине.....	178
Калинина А.В. Состояние некоторых фитоценозов породных отвалов шахт г. Макеевки.....	180
Киселева Н.С., Николаева А.В., Луценко А.А. Изучение семенного размножения двух культиваров рода <i>Citrus</i> L. в условиях оранжерейного комплекса ГУ «Донецкий ботанический сад» .....	183
Комарницкая Е.А., Демьяненко Т.В. Особенности механических тканей в стебле видов рода <i>Salvia</i> L., произрастающих в городских условиях .....	186
Кочина Е.В., Сурова Е.В. Анализ экоморфной структуры растительного покрова породного отвала шахты им. Е.Т. Абакумова.....	187
Кудокоцев Н.С. Влияние шахтных вод на состояние загрязнения поверхностных вод Донецкой Народной Республики.....	190
Кустова О.К., Глухов А.З., Козуб-Птица В.В. Эколого-биологические аспекты полифункционального использования хозяйственно-ценных растений.....	193
Микула А.К., Николаева А.В. Лекарственные тропические и субтропические растения в коллекции оранжерейного комплекса ГУ «Донецкий ботанический сад» .....	196
Мирненко Н.С. Палинация аллергенных растений в городе Донецке .....	198
Мирненко Э.И., Гайдар А.В. Химический анализ Первого, Второго, Третьего городских прудов города Донецка .....	200
Мирненко Э.И., Макуха А.О. Мониторинг прудов г. Донецка по показателям развития фитопланктона .....	203
Морозова Е.И. Экологические спектры основных таксонов мохообразных в г.Макеевка.....	206
Мудрецова К.В., Стрельников И.И. Подбор оптимальной математической функции для описания и анализа динамики роста шпината ( <i>Spinacia oleracea</i> L.) .....	208
Наумов С.Ю., Сигидиненко Л.И. Результаты интродукции <i>Eremurus robustus</i> (Regel) Regel в Луганске.....	210
Пчеленко О.В. Состояние корневой системы сорно-рудеральных видов растений со специфическим эстетизмом .....	213
Сафонов А.И. Фитоквантификация как информационный ресурс экологического мониторинга Донбасса .....	216
Сергеева А.С., Алмасова А.С., Сафонов А.И. Накопление тяжелых металлов гаметофитами мохообразных в экотопах промышленного Донбасса .....	217
Соколов И.Д., Медведь О.М., Соколова Е.И. Тенденции динамики растительного мира при климатических изменениях в Луганщине .....	219

<i>Харченко В.Е., Черская Н.А., Старченко С.В., Кравец А.Л., Чипиженко О.И., Скворцов И.В., Стрельцова Р.Г., Логачёва Т.В.</i> Скоординированность репродукции у <i>Corylus avellana</i> L. ....	221
<i>Чумакова И.В., Демьяненко Т.В.</i> Осведомленность студентов младших курсов биологического факультета о суккулентных растениях.....	223
<i>Штирц Ю.А.</i> Результаты индикации территории Амвросиевского мергельного карьера «Основной» с использованием показателей асимметрии листовых пластинок древесных растений.....	224

### **Зоология и экология**

<i>Амолин А.В.</i> Применение метода искусственных гнездовых конструкций в изучении гнездостроящих видов жалящих перепончатокрылых насекомых (Hymenoptera: Aculeata) .....	228
<i>Амолин А.В., Кузичева Н.Н., Ярошенко Н.Н.</i> Основные результаты апробации методики искусственного разведения пчел-осмий (Hymenoptera: Megachilidae: Osmiini) .....	231
<i>Ковалева С.Ю., Савченко Е.Ю.</i> Исследование фауны булавоусых чешуекрылых г. Макеевки.....	234
<i>Коротких П.С., Неверов Е.Н., Ухин Д.М.</i> Практические исследования по совершенствованию методов хранения сушено-вяленой рыбы .....	237
<i>Оголь И.Н.</i> К изучению роли самцов в жизни семей ос-полистов (Hymenoptera: Vespidae: Polistes) .....	241
<i>Прокопенко Е.В.</i> Состояние изученности фауны пауков (Aranei) в Донбассе.....	244
<i>Рева М.В., Щелкова Е.В., Бакланова А.Э.</i> Стенобионтные виды мошек Донбасса ..	247
<i>Рязанцева А.Е., Маслодудова Е.Н.</i> Места выплода кровососов как потенциальные очаги зооантропонозных инвазий.....	249
<i>Рязанцева А.Е., Маслодудова Е.Н.</i> Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения насекомые Донбасса.....	252
<i>Терещенко Д.А.</i> К фауне и экологии прямокрылых (Orthoptera) Донецкой Народной Республики.....	254
<i>Токарь А.И., Савченко Е.Ю.</i> Фауна и экология жуков-некробионтов г. Донецка .....	256
<i>Чайка М.А.</i> К осенней миграции птиц в 2016 году на территории БООПТРЗ «Хомутовская степь-Меотида» .....	258
<i>Штирц А.Д., Винник Ю.А.</i> Экологическая структура населения панцирных клещей террикона шахты «Заперевальная» г. Донецка.....	261
<i>Ярошенко Н.Н.</i> Мониторинг панцирных клещей (Acariiformes: Oribatei) естественных и техногенных экотопов в условиях Донбасса.....	264

### **Физиология растений**

<i>Ветрова Е.В., Солодько С. В.</i> Влияние альтернариоза на содержание некоторых органических соединений в плодах томатов .....	268
<i>Демченко С. И., Дутик Д. А., Ткаченко Н. П.</i> Влияние экстремальной температуры на рост мицелия и пероксидазную активность моноспоровых изолятов гриба <i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.: Fr.) Kumm. ....	271
<i>Дорошкевич Н.В., Дорошкевич В.С., Константинова Т.Е., Дорошкевич А.С., Фронтасьева М.В.</i> Влияние наночастиц оксида и гидроксида циркония на минеральный состав базидиального гриба <i>P. ostreatus</i> (Jacq.: Fr.) Kummer.....	273

<i>Загнитко Ю.П., Скороход К.В.</i> Зависимость молокосвертывающей активности штамма д-17 гриба <i>Irpex lacteus</i> (Fr.) Fr. от продолжительности культивирования .....	276
<i>Палий М.В., Виноградова Н.А., Попович В.П.</i> Фитохимическое изучение листьев лантаны сводчатой .....	278
<i>Филахтова Ю.А., Ветрова Е.В.</i> Исследование условно-патогенной микрофлоры коммунального медицинского учреждения .....	280
<i>Фрунзе О.В., Фифилова Н.К., Гасанова М.Н.</i> Изменение площади листовой поверхности у проростков некоторых видов декоративных травянистых растений в условиях загрязнения почвы ионами кобальта и марганца.....	283
<i>Чайка А.В.</i> Влияние электромагнитного излучения на прооксидантно-антиоксидантную систему и деструкцию methyl orange штаммом <i>Pleurotus eryngii</i> P-Er.....	286
<i>Чемерис О. В., Супрун Ю. А.</i> Молокосвертывающая активность штамма <i>Irpex lacteus</i> 1081 при разных способах культивирования.....	289
<i>Чемерис О. В., Чепижко В. О.</i> Активность пероксидазы в проростках <i>Pinus sylvestris</i> , инфицированных штаммом <i>Heterobasidion annosum</i> На-6-96.....	292
<i>Швиндина Е.С., Демченко С.И.</i> Плодообразовательная активность гибридов <i>Pleurotus ostreatus</i> (JacQ.: Fr.) Kumm. ....	294
<i>Шершень Д.В., Чайка А.В.</i> Эффективность деструкции methyl orange штаммами ксилотрофных грибов при разных рН среды .....	296

### **Физиология человека и животных**

<i>Бакурова Е.М., Одарченко Т.С., Филиппаки И.В., Турсунова Ю.Д.</i> Перспективы внедрения результатов биохимических исследований в преподавание биохимии студентам медицинских вузов .....	298
<i>Богданова С.А., Варгоцкая Л.С., Замковая М.А., Пашковская В.Н.</i> Влияние стресса на поведенческие параметры самцов белых крыс на фоне применения мексидола .....	301
<i>Волкова Т.К., Серикова Ю.М.</i> Индивидуальные различия пороговых и временных показателей слуховой чувствительности.....	304
<i>Горобец Д.В., Киселенко И.А.</i> Неспецифические психофизиологические механизмы адаптации в условиях экогенного стресса.....	307
<i>Госман Д.А.</i> Влияние уровня загрязнения почвы тяжелыми металлами на частоту и структуру заболеваемости населения туберкулёзом.....	309
<i>Ежелева М.И.</i> Особенности условий труда и заболеваемости врачей основных специальностей.....	311
<i>Зуева Г.В.</i> Значение грудного вскармливания для роста и развития ребенка.....	314
<i>Коваленко М.И., Кочура Д.А.</i> Межиндивидуальная вариабельность хронометрии у женщин 19-23 лет.....	317
<i>Ластков Д.О., Гапонова О.В., Госман Д.А., Остренко В.В., Талёб Аль Каравани Я.Б.</i> Экологический риск от тяжелых металлов для здоровья населения: оценка и профилактика .....	319
<i>Ластков Д.О., Болотов А.А.</i> Оценка климатических факторов в условиях «опасных производств».....	322
<i>Ластков Д.О., Выхованец Т.А., Павлович Л.В., Машинистов В.В.</i> Оценка основных приоритетов образа жизни у студентов в современных условиях обучения.....	325

<i>Ластков Д.О., Соколова О.В.</i> Биологическая ценность питьевой воды: характеристика и оценка.....	328
<i>Мырзаханова М.Н., Мырзаханов Н.М.</i> Топография лимфатических узлов у лабораторных животных.....	331
<i>Тресницкий С.Н., Авдеенко В.С., Енин А.В., Тресницкая В.А.</i> Эффективность применения препаратов метаболического типа действия и их влияние на течение родов и послеродового периода у коров.....	333
<i>Труш В.В., Попов В.Ф., Труш В.И.</i> Оценка характера влияния длительно вводимого таурина на функциональное состояние скелетной мышцы белых крыс.....	336
<i>Труш В.В., Соболев В.И.</i> Сравнительная оценка влияния длительно вводимых адреналина и формотерола на функциональное состояние скелетной мышцы белых крыс.....	339
<i>Фролова Г.А.</i> Поведенческие эффекты социального стресса на самцов белых крыс в продырявленном поле.....	342
<i>Эверс Т.Ф., Кручинина М.Н.</i> Физиология спорта в жизни человека и значение в профессии тренера.....	344

*НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ*

**ДОНЕЦКИЕ ЧТЕНИЯ 2018:  
ОБРАЗОВАНИЕ, НАУКА, ИННОВАЦИИ,  
КУЛЬТУРА И ВЫЗОВЫ СОВРЕМЕННОСТИ**

Материалы  
III Международной научной конференции  
25 октября 2018 г.,  
г. Донецк

**ТОМ 2  
Химико-биологические науки**

под общей редакцией *С.В. Беспаловой*

Дизайн обложки	<i>Е.Г. Грудева</i>
Технический редактор	<i>М.В. Фоменко</i>
Компьютерная верстка	<i>В.Г. Медведева, Н.В. Шатунова</i>

---

***Адрес оргкомитета:***

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»,  
ул. Университетская, 24, г. Донецк, 28301  
e-mail: [donnu.science@mail.ru](mailto:donnu.science@mail.ru)

---

Подписано в печать 08.10.2018 г.  
Формат 60×84/16. Бумага офисная.  
Печать – цифровая. Усл.-печ. л. 20,76.  
Тираж 300 экз. Заказ № 18окт110/2  
Донецкий национальный университет  
28301, г. Донецк, ул. Университетская, 24.  
Свидетельство о внесении субъекта  
издательской деятельности в Государственный реестр  
серия ДК № 1854 от 24.06.2004 г.