

Министерство образования и науки Донецкой Народной Республики  
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»  
Фонд «Русский мир»



МАТЕРИАЛЫ  
Международной  
научной конференции  
студентов и молодых ученых

## Донецкие чтения 2017:

Русский мир как  
цивилизационная основа  
научно-образовательного  
и культурного развития  
Донбасса

Том 2

ХИМИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ



г. Донецк  
17–20 октября 2017 г.



*Дорогие наши коллеги,  
молодые ученые, студенты!*



Сборник материалов Международной научной конференции студентов и молодых ученых «Донецкие чтения: 2017», который Вы держите в руках, является частью семитомного издания, состоящего из 11 книг. Труды конференции, охватывающие разнообразие научных направлений, имеют особую значимость, они посвящены 80-летию юбилею нашего университета, который мы отмечаем в нынешнем году.

В этом юбилейном издании отчетливо видна связь поколений, результат напряженного и самоотверженного труда научных руководителей, прививающих молодежи интерес к научным исследованиям.

Молодежный форум проходит под девизом: «Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса». 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 вами, молодое поколение исследователей и читателей. Мы уверены, что многие из Вас сделают начатое главным делом своей жизни.

Ректор,  
доктор  
физико-математических наук,  
профессор

С.В. Беспалова

Министерство образования и науки  
Донецкой Народной Республики  
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»  
Фонд «Русский мир»

**Международная  
научная конференция  
студентов и молодых  
ученых**

*Посвящена 80-летию ДонНУ*

Материалы  
конференции

**Том 2**

**ХИМИКО-  
БИОЛОГИЧЕСКИЕ  
НАУКИ**

**Донецкие чтения  
2017:  
Русский мир как  
цивилизационная  
основа научно-  
образовательного  
и культурного  
развития Донбасса**

г. Донецк  
17–20 октября 2017 г.

Донецк  
Издательство Донецкого национального университета  
2017

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 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 / под общей редакцией проф. С.В. Беспаловой. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2017. – 418 с.

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

Во второй том материалов конференции вошли тезисы докладов участников Международной научной конференции студентов и молодых ученых "Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса" по актуальным проблемам биологических и химических наук в контексте Русского мира, в том числе вопросы биофизики, ботаники и экологии, зоологии и экологии, физиологии растений, физиологии человека и животных, аналитической химии, биохимии и органической химии, неорганической химии, физической химии.

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

ББК Г.я431+Е.я431  
УДК 54+57+61

© Коллектив авторов, 2017

© Донецкий национальный университет, 2017

## 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 Ассоциации юридических вузов (г. Москва)

### **Члены программного комитета:**

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

*Данилов В.В.* д-р техн. наук, профессор, проректор по научной и инновационной деятельности ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет» (г. Донецк)

*Керимов А.Д.* д-р юрид. наук, профессор, профессор кафедры конституционного права Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ (г. Москва)

*Кравцов С.М.* д-р филол. наук, профессор, зав. кафедрой романской филологии Южного федерального университета (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

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

*Коледов В.В.* д-р физ.-мат. наук, профессор Института Радиоэлектроники им. Котельникова РАН, лаборатория магнитных явлений в микроэлектронике (г. Москва)

*Лысенко Т.М.* д-р биол. наук, старший научный сотрудник Института экологии Волжского бассейна РАН, (г. Тольятти)

*Илюхин А.А.* профессор кафедры математики Таганрогского института им. А.П. Чехова Ростовского государственного экономического университета, доктор физико-математических наук, профессор (г. Таганрог)

*Половян А.В.* д-р экон. наук, доцент, директор ГУ «Институт экономических исследований» (г. Донецк)

*Приходько С.А.* канд. биол. наук, ст. н. с., директор Донецкого ботанического сада (г. Донецк)

- Репецкая А.И.* канд. биол. наук, директор Ботанического сада имени Н.В. Багрова Таврической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского» (г. Симферополь)
- Ризниченко Г.Ю.* д-р физ.-мат. наук, профессор, зав. сектором информатики и биофизики сложных систем кафедры биофизики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (г. Москва)
- Савоськин М.В.* канд. хим. наук., ст. н. с., директор ГУ «Институт физико-органической химии и углехимии им. Л.М. Литвиненко» (г. Донецк)
- Семенщников Ю. А.* д-р биол. наук, профессор, профессор кафедры биологии Брянского государственного университета, учёный секретарь Брянского отделения Русского ботанического общества (г. Брянск)

# БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 59(092)

## ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ЗООЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ДОНЕЦКОМ НАЦИОНАЛЬНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

*Горецкий О.С.*, д-р биол. наук, проф., декан биологического факультета,  
*Ярошенко Н.Н.*, д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой зоологии и экологии,  
*Прокопенко Е.В.*, к.б.н., доц., доцент кафедры зоологии и экологии  
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк  
*ogorec@mail.ru, helen\_procop@mail.ru*

Фундаментальные и прикладные зоологические исследования на биологическом факультете имеют уже более чем полувековую историю. Огромный вклад в научно-исследовательскую деятельность биологического факультета внесла Зинаида Васильевна Усова – доктор биологических наук, профессор, Заслуженный профессор Донецкого национального университета, первый декан биологического факультета. В 1965 году она основала кафедру зоологии и руководила ею до 1982 года.

Под её руководством научно-педагогический коллектив кафедры вел активную научную и образовательную деятельность. В начальный период кафедра формировалась из уроженцев Донбасса и специалистов, приехавших из других регионов Советского Союза: Петрозаводска – З.В. Усова, Новосибирска – А.Е. Рязанцева, Ростова-на-Дону – В.И. Харченко и Л.И. Тараненко. Научные направления кафедры развивались на основе сотрудничества и тесной связи с научно-исследовательскими и научно-педагогическими организациями республик СССР, в основном, Российской Федерации.

Большое значение для развития науки на кафедре имело участие сотрудников в конференциях различного уровня, проходивших в Москве, Санкт-Петербурге, Воронеже, Белгороде и других городах. Кроме того, стажировки в ведущих университетах и научно-исследовательских институтах (например, МГУ, Зоологическом институте РАН, Московской сельскохозяйственной академии им. К.А. Тимирязева), которые проходили преподаватели кафедры, способствовали росту уровня преподавания и научных исследований кафедры.

С целью сбора материала для учебного процесса и научных зоологических исследований были организованы экспедиции на Черное, Белое, Баренцево, Японское моря, Дальний Восток, в Бурятию, Туркмению.

На кафедре зоологии работали специалисты по широкому спектру таксонов позвоночных и беспозвоночных животных, имевшие большой научный авторитет. Ученые кафедры оказывали консультации и

предоставляли информацию о фаунистических находках коллегам из стран ближнего и дальнего зарубежья. Так, профессор Усова З.В. совместно с сотрудниками Зоологического института РАН (Санкт-Петербург) участвовала в создании справочной коллекции по мошкам. Для подготовки специалистов-симулидологов на кафедру были направлены аспиранты с Дальнего Востока (Ю. Бодрова), Узбекистана (Т. Гончарова), Туркмении (Б. Бердыев), Азербайджана (А. Ниязов), Белоруси (В. Каплич), Института зоологии им. И.И. Шмальгаузена (Л. Лебедева), Московского педагогического института (А. Власов). В целевой аспирантуре на кафедре обучались аспиранты из Бурятии (Н. Базарова, А. Ширапов) и Непала (М. Маске). Аспиранты, выполнившие диссертационные работы на кафедре, успешно защищались в Москве, Санкт-Петербурге, Улан-Уде, Киеве, Днепре, Владивостоке, Новосибирске, Тарту, Баку, Ростове-на-Дону.

Статьи сотрудников кафедры опубликованы в целом ряде научных изданий Российской Федерации, стран СНГ и за рубежом: «Доклады АН СССР», «Доклады Национальной академии наук Беларуси», «Труды Русского энтомологического общества», «Энтомологическое обозрение», «Зоологический журнал», «Паразитология», «Экология», «Dipterological Research», «Fennoscandian simuliidae», «Arthropoda Selecta», «Кавказский энтомологический бюллетень», «Бюллетень Московского общества испытателей природы», «Евразийский энтомологический журнал» и др. В Амстердаме, Осло, Петрозаводске, Минске, Москве опубликованы монографии З.В. Усовой и других преподавателей кафедры.

Широка география научных конференций и симпозиумов, в работе которых принимали участие и публиковали результаты зоологических исследований преподаватели и сотрудники кафедры: Москва, Санкт-Петербург, Мурманск, Новосибирск, Петрозаводск, Уфа, Сыктывкар, Краснодар, Минск, Гомель, Ташкент, Ереван, Алма-Ата, Ашгабад, Вильнюс, Хельсинки, Благоевград, Братислава, Замосць, Бен-Гурион, Сан-Паулу и др.

За полувековой период научно-педагогический состав кафедры менялся, приходили молодые талантливые аспиранты и преподаватели, расширялся спектр изучаемых таксонов, разрабатывались перспективные научные направления. Традиционным является эколого-фаунистическое направление исследований – изучение таксономического состава, параметров численности и структуры населения, биологии и экологии животных разных систематических групп в естественных и антропогенно трансформированных ландшафтах Донбасса.

В настоящее время на объектах природно-заповедного фонда продолжаются исследования видового состава и структуры населения позвоночных и беспозвоночных животных: птиц, основных отрядов насекомых, пауков, сенокосцев, клещей. В частности, изучаются этапы восстановления герпетобионтного населения на степных участках, пострадавших в результате пожаров. Проводятся круглогодичные мониторинговые орнитологические исследования приморских и степных биоценозов для выяснения текущего



состояния популяций птиц. Особое внимание уделяется охраняемым и редким видам. Эти данные позволяют составлять характеристики популяций птиц в различных масштабах (от узкого локального до регионального и общеевропейского), прогнозировать направления трансформации орнитокомплексов во времени и при изменении условий существования, разрабатывать меры по охране птиц, а также проводить просветительскую работу с населением. В ходе этой мониторинговой программы предпринимаются попытки применения ГИС-технологий. Совместно с сотрудниками Института аридных зон Южного научного центра РАН продолжается изучение фауны и экологии пауков побережья Таганрогского залива Азовского моря и дельты Дона. Большое внимание уделяется инвентаризации фауны и изучению структуры животного населения республиканских ландшафтных парков ДНР – Зуевскому и «Донецкий кряж».

Для того чтобы в полной мере заработала законодательная база по вопросам охраны и восстановления природных ресурсов (в частности, животного мира), необходимо создание Красной книги животных Донецкой Народной Республики. Коллектив кафедры зоологии и экологии принимает участие в решении этой важной задачи. Проведен анализ данных о видовом составе ряда таксонов беспозвоночных и позвоночных животных территории Донецкой Народной Республики: птиц, жуков-чернотелок, клопов, почвенных клещей-орibatид, дневных булавоусых чешуекрылых, прямокрылых, жалоносных перепончатокрылых, пауков. По последним двум группам даны рекомендации о включении редких и исчезающих видов в Красную книгу ДНР.

Ведется мониторинг численности и распространения в регионе нежелательных и опасных для человека видов членистоногих: кровососущих комаров, мошек-симулиид, клещей, ядовитого паука каракурта, вредителей лесного и сельского хозяйства.

Методы биологического контроля и диагностики – биоиндикация и биотестирование, дающие объективные интегральные оценки качества среды и основания для прогноза состояния экосистем являются важной частью систем мониторинга состояния окружающей среды. Поэтому эколого-фаунистические мониторинговые исследования состояния экосистем Донбасса, с его высочайшей в Европе техногенной нагрузкой, проводятся зоологами уже на протяжении полувека. И даже военные действия не прервали эту работу.

Сбор данных, оценка и прогноз изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов проводятся в объектах заповедного фонда, на территории городских агломераций и, в частности, на крупных промышленных предприятиях, шахтах, карьерах. Выявлены наиболее информативные биоиндикаторы состояния природных сред – панцирные клещи и шелковичный шелкопряд. Обобщен значительный массив экспериментальных данных и определены концептуальные подходы к нормированию качества окружающей среды Донецкого региона.

Для комплексной оценки степени антропогенной трансформации окружающей среды разработаны и апробированы индикационные шкалы, объединяющие основные характеристики животного населения: численность, количество видов, структура доминирования, соотношение жизненных форм, индексы разнообразия (получен патент).

Развивается лабораторное направление мониторинговых исследований - биотестирование качества природных сред с помощью тест-организмов. Так, с помощью гусениц шелковичного шелкопряда – мурашей, определяют уровень техногенного загрязнения природных сред, наличие пестицидов в продуктах питания, загрязнение тяжелыми металлами воды и почвы (получены патенты).

Учитывая высокий уровень промышленного развития Донбасса, распространенность техногенно трансформированных ландшафтов, активно проводятся исследования фауны и экологии животных породных и шлаковых отвалов, карьеров, промышленных площадок. Изучаются морфологические характеристики беспозвоночных и позвоночных животных техногенных и урбанизированных территорий с целью отбора модельных групп и характеристик, которые могут найти применение в биоиндикации. Исследуется влияние различных пестицидов и удобрений, используемых в сельском хозяйстве, на почвенных микроартропод.

Перспективы развития научных направлений кафедры зоологии и экологии связаны как с традиционными эколого-фаунистическими и биоиндикационными исследованиями, так и с новыми прикладными работами: технической энтомологией и биотехнологией, ихтиологией и рыборазведением, сельскохозяйственной энтомологией.

В частности, значительный вклад в развитие сельскохозяйственного производства в ДНР может внести разведение насекомых-опылителей (пчел и шмелей), а также энтомофагов для борьбы с вредителями лесного и сельского хозяйства.

Для промышленного разведения ценных пород рыб в водоемах Республики необходимы специалисты-гидробиологи. Кафедра зоологии и экологии планирует развивать это направление научно-практической работы. В 2016 г. студенты кафедры проходили учебную практику на базе лаборатории гидробиологии в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства» (г. Ростов-на-Дону).

Развитию прикладных научных исследований кафедры будут способствовать курсы профессиональной переподготовки по направлению «Зоотехния», на которых обучаются студенты, аспиранты и выпускники биологического факультета.

**ПАМЯТИ ДОКТОРА БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК, ПРОФЕССОРА  
ЗИНАИДЫ ВАСИЛЬЕВНЫ УСОВОЙ  
(09.08.1924 – 04.10.2013)**

*Рева М.В.*

канд биол. наук, доцент кафедры зоологии и экологии,  
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк  
*mvreva@mail.ru*



**З. В. Усова – первый декан биологического факультета Донецкого национального университета, первый заведующий кафедрой зоологии, доктор биологических наук, профессор кафедры зоологии и экологии, Заслуженный профессор Донецкого национального университета, выдающийся ученый в области медицинской и ветеринарной энтомологии.**

Зинаида Васильевна Усова родилась 9 августа 1924 г. в деревне Сидозеро Подпорожского района Ленинградской области. В 1930 г. семья переехала в Карелию. Отец работал на железной дороге (ранее Кировская, ныне Мурманская) в службе движения, мать – домохозяйка. 8 классов

средней школы Зинаида Усова закончила в Петрозаводске. В 1945 г. Зинаида Васильевна поступила на биологический факультет Карело-финского государственного университета и в 1950 году закончила КФГУ с отличием. В этом же году поступила в аспирантуру Карельского филиала АН СССР (г. Петрозаводск) и в 1954 г. защитила кандидатскую диссертацию. Работала младшим научным сотрудником Карельского филиала АН СССР (1953-1959 гг.).

С 1959 г. судьба и трудовая деятельность З. В. Усовой связана с Донецком. Вначале Зинаида Васильевна работала ассистентом, а затем доцентом кафедры биологии Донецкого медицинского института им. М. Горького (1959-1965 гг.).

В 1965 г. защитила докторскую диссертацию в Зоологическом институте им. И. И. Шмальгаузена (г. Киев).

С 1965 г. творческая деятельность З. В. Усовой связана с Донецким государственным университетом. Зинаида Васильевна была первым деканом биологического факультета (1965-1972 гг.) и 17 лет заведовала кафедрой зоологии (1965-1982 гг.). При активном участии профессора З.В. Усовой были организованы 4 кафедры: ботаники, зоологии, физиологии человека и животных, физиологии растений. На заведование кафедрами были приглашены выдающиеся ученые: д.б.н. член-корр. НАН Украины А.А. Навакатилян, д.б.н. С.Ф. Негруцкий, д.б.н. проф. член-корр. НАН Украины Ф.Л. Щепотьев

Зинаида Васильевна Усова – профессор кафедры зоологии и экологии, руководитель важнейших госбюджетных тем (1982-2008 гг.). Профессором Усовой создана научная школа по медицинской и ветеринарной энтомологии. Под ее руководством подготовлено и защищено 23 кандидатские диссертации и более 300 дипломных и магистерских работ. Трое из ее учеников защитили докторские диссертации: Ярошенко Н.Н., Каплич В.М., Сухомлин Е.Б.

Зинаида Васильевна является автором более 250 научных и учебно-методических работ, из них восемь монографий. Одна из монографий «Мошки Карелии и Мурманской области» переведена на английский язык. В соавторстве с учеными Норвегии и Финляндии подготовлено 3 монографии по мошкам Фенноскандии. Зинаида Васильевна принимала активное участие в Международных конгрессах, съездах, конференциях, семинарах.

З. В. Усова как ведущий ученый специалист по изучению кровососущих мошек была приглашена Зоологическим институтом РАН (г. Санкт-Петербург) для составления справочной коллекции по мошкам СНГ. Зинаида Васильевна обладала научным «чутьем» на новые перспективные научные направления. При ее содействии на кафедре зоологии и экологии Донецкого национального университета стали развиваться такие научные направления, как кариосистематика симулиид и коллембология и было защищено 2 кандидатских диссертации (Бондаренко-Борисова И.В., Старостенко Е.А.).

Зинаида Васильевна принимала активное участие в создании материально-технической базы биологического факультета. По ее инициативе по индивидуальному проекту был построен учебный корпус биологического факультета, создан Зоологический музей. Экспонаты для музея были собраны при участии З.В. Усовой, в том числе привезены с полевых практик. При ее участии были организованы экспедиции на Черное, Белое, Баренцево и Японское моря, Дальний Восток, в Бурятию для сбора фаунистического материала для учебного процесса и научных исследований. При участии З.В. Усовой был построен учебный корпус по индивидуальному проекту с учебными аудиториями и научными лабораториями, и все кафедры были оснащены оборудованием и материалами для лабораторных работ.

З.В. Усова внесла огромный вклад в становление биологического факультета и кафедры зоологии и экологии ДонНУ. Благодаря организаторским способностям Заслуженного профессора ДонНУ на биологическом факультете и кафедре зоологии сформировался высококвалифицированный профессорско-преподавательский коллектив. Зинаида Васильевна – прекрасный педагог, воспитатель, патриот факультета и университета.

З.В. Усовой заложена основа кафедры по всем направлениям: научному, методическому, воспитательному, принципы которых сохраняются по сей день.

За многолетнюю плодотворную работу Зинаида Васильевна Усова была награждена орденом «Знак почета» (1967 г.), медалями «За доблестный труд» (1970, 1980). Ее имя внесено в Книгу «Трудовая слава Донбасса» (1973 г.) и справочник «Женщины Украины» (2001 г.) В 2001 г. З. В. Усовой было присвоено звание заслуженного профессора Донецкого национального университета.

Зинаида Васильевна – ветеран Великой Отечественной войны.

### **Список литературы**

1. Зинаида Васильевна Усова: биобиблиографический указатель / сост. М.В. Рева, Д.Д. Пристромова. – Донецк: ГОУ ВПО «ДонНУ», 2016. – 108 с.

## **РАЗВИТИЕ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ БОТАНИКИ В ДОНЕЦКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ**

*Приходько С.А., Глухов А.З., Остапко В.М.*

ГУ «Донецкий ботанический сад», г. Донецк

*donetsk-sad@mail.ru*

Научное направление «Промышленная ботаника» зародившееся на Урале в начале 70-х годов прошлого века, получило широкое развитие в Донецком ботаническом саду, став основой его полувековой научно-практической деятельности. Здесь сформировалась научная школа промышленной ботаники, которая исследует взаимоотношения растений с промышленной средой. Учредителями этой школы были выдающиеся ученые: чл.-корр. АН УССР Е.Н. Кондратюк, чл.-корр. АН УССР В.П. Тарабрин, проф. М.Л. Рева. Ведущими учеными, продолжающими её развитие являются чл.-корр. НАН Украины А.З. Глухов, проф. В.М. Остапко, проф. И.И. Коршиков и другие. За время существования школы подготовлено 8 докторов наук и более 40 кандидатов наук. Результаты исследований обобщены в более чем 60 монографиях и справочниках.

Учёными этой школы сформированы научные основы восстановления антропогенных ландшафтов с целью устранения их вредного воздействия, в частности биологического этапа рекультивации породных отвалов угольных шахт. Для оценки современного состояния и прогнозирования развития растительного покрова на таких землях впервые предложена система фитоиндикационной оценки и картирования антропогенно трансформированных ландшафтов. Получено 15 патентов на изобретения, разработан и внедрён ГОСТ «Правила проведения биологической рекультивации породных отвалов шахт Украины». Практическим результатом стало озеленение по проектам Донецкого ботанического сада более 100 породных отвалов шахт и обогатительных фабрик.

В рамках этой школы разрабатываются теоретические и практические аспекты охраны генофонда природной флоры в условиях сильной антропогенной нагрузки. Проведены инвентаризация флоры и растительности Донбасса, дана оценка их состояния и фитосозологической ценности. Разработаны ботанические основы формирования экологической сети региона и общая схема мониторинга фитобиоты, которая является системой элементов, уровней, объектов, способов и методов мониторинга, его предмета, форм накопления и сохранения базовой информации с последующим анализом и прогнозированием. Изданы региональные Красные книги, по научным обоснованиям Сада сформирована система особо охраняемых природных территорий Донбасса.

Решается актуальная общегосударственная проблема восстановления антропогенно истощённых, эродированных, выведенных из сельскохозяйственного использования земель. Для этого разработана технология восстановления растительного покрова нарушенных земель и оптимизации продуктивности кормовых угодий в условиях нестабильного землепользования. Технология прошла промышленное испытание в агропромышленных хозяйствах Донбасса. Важной составляющей этой работы является создание в сельскохозяйственных предприятиях семенной базы сортов кормовых растений селекции Донецкого ботанического сада.

В результате интродукционных исследований созданы уникальные коллекции живых растений, приспособленных к сложным условиям засушливой степи и антропогенной нагрузки. На их базе сформирован селекционный банк перспективных образцов цветочных, пищевых, декоративных древесных, кормовых растений; создано 55 сортов растений, устойчивых к сложным условиям степи и получено 21 патент на эти сорта растений. Разработаны научные основы ускоренного размножения растений, запатентовано 2 способа ускоренного размножения редких древесных растений. Обоснован ассортимент растений для широкого внедрения в зелёное строительство и сельское хозяйство засушливой степной зоны страны.

В перспективе ожидается закономерное развитие идей, заложенных основателями этого научного направления. В частности получают развитие такие исследования: интродукция и акклиматизация растений с целью обогащения и использования растительных ресурсов и оптимизации техногенной среды; разработка теоретических и практических вопросов охраны растительного мира в условиях сильной антропогенной нагрузки, изучение и определение путей сохранения биоразнообразия фитобиоты; изучение сингенетических изменений растительности на первичных эдафотопках антропогенного происхождения; почвенно-экологические исследования как основа восстановления растительного покрова на деградированных землях; поиск индикационно-диагностических признаков различных групп растений в техногенной среде; проблемы биоинвазий и защиты растений от вредителей и болезней.

## **РОЛЬ РОССИЙСКИХ НАУЧНЫХ ШКОЛ В ФОРМИРОВАНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПОЛЯ СТУДЕНТОВ БИОЛОГИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА ДОННУ**

*Сафонов А.И.*

ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет" , г. Донецк

*andrey\_safonov@mail.ru*

При переходе на новые образовательные стандарты в соответствии с требованиями к сопряженности качества знаний в системе высшего профессионального образования с потребностями в обществе, современными научными тенденциями и запросами работодателей возникла насущная необходимость принципиальной переориентации теоретической дидактики и реорганизации информационного поля студентов.

Подготовка новых учебных пособий (которые в том числе также посвящены 80-летию Донецкого национального университета) была сосредоточена на современных образовательных технологиях. Опыт такого рода методической занятости позволяет сделать основной вывод о высоком уровне и прогрессивности достижений научных школ России для ориентации на них обучающей деятельности студентов: биологов и экологов в Донецком национальном университете.

Изданные в 2017 году в ДонНУ учебные пособия [2, 5, 17, 19, 20, 23, 25-28] на кафедре ботаники и экологии существенным образом опираются на достижения ученых и деятелей системы образования России.

Среди основных опорных изданий рекомендованы к детальному использованию пособия по

- биогеографии [1],
- геоэкологии [6, 7, 16],
- растениеводству [8, 15, 18],
- учебным ботаническим практикам [11],
- теории эволюции и эволюционному учению [12, 29],
- ландшафтной и геоэкологической практике [22].

Выделены также универсальные пособия [3, 4, 9, 10, 13, 14, 21, 24], интегрирующие получаемые студентами знания в следующих областях:

- биологической экологии и экологической биологии,
- нормирования антропогенной нагрузки на экосистемы,
- фундаментальных основ и принципов функционирования биологических и экологических систем,
- организации экологического мониторинга и экспертизы,
- проведения биологической квантификации экотопов,
- современных достижений науки и техники, статистических данных,
- закономерностей развития природы и общества.



Более подробный спектр использованных учебных пособий и методических разработках представлен в каждом пособии [2, 5, 17, 19, 20, 23, 25–28], электронный вариант которого доступен в научной библиотеке Донецкого национального университета.

Указанные учебные издания отражают десятилетние и вековые традиции научных школ, сформированных в ВУЗах и НИИ России. Для ученых Донбасса эти традиции являются примером и ориентиром в осуществлении научной и образовательной деятельности.

### Список литературы

1. Биogeография с основами экологии / А. Г. Воронов, Н. Н. Дроздов, Д. А. Криволицкий, Е. Г. Мяло. - 5-е изд. - М. : Изд-во МГУ : Высш. шк., 2015. - 398 с.
2. Биogeография. Учебник (для бакалавров направления подготовки 05.03.06 – Экология и природопользование) / А. И. Сафонов. Донецк: ДонНУ, 2017. 452 с.
3. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование / О. П. Мелехова, Е. И. Сарапутьцева, Т. И. Евсеева; под ред. О. П. Мелеховой, Е. И. Сарапутьцевой. 4-е изд. М.: Academia, 2016. 288 с.
4. Воробейчик Е. Л. Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем / Е. Л. Воробейчик, О. Ф. Садыков, М. Г. Фарафонов. Екатеринбург: Наука, 1994. 360 с.
5. Геоэкология. Учебник (для бакалавров направления подготовки 05.03.06 – Экология и природопользование) / А. И. Сафонов. Донецк: ДонНУ, 2017. 463 с.
6. Голубев Г. Н. Геоэкология. Учебник для студентов высших учебных заведений. М.: Изд-во ГЕОС, 1999. 338 с.
7. Егоренков Л. И., Кочуров Б. И. Геоэкология: Учеб. пособие. - М.: Финансы и статистика, 2015. - 320 с.
8. Жуженко А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). Теория и практика. В трех томах. – М.: Изд-во Агрорус, 2008-2009. Т. 1 – 816 с. Т. 2 – 1101 с. Т. 3 – 958 с.
9. Израэль Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды / Ю. А. Израэль. М.: Гидрометеиздат, 1984. 640 с.
10. Коробкин В. И. Экология / В. И. Коробкин, Л. В. Передельский. Ростов н/Д : Феникс, 2016. 448 с.
11. Летние практики по ботанике. Методическое пособие / А.Б. Шипунов М.: МЦНМО, 1998. 198 с.
12. Марков А. В., Наймак Е.Б. Эволюция. Классические идеи в свете новых открытий. М.: АртКОРПУС, 2014. 690 с.
13. Миркин Б. М., Наумова Л. Г., Соломещ А. И. Современная наука о растительности. М.: Логос, 2002. 264 с.
14. Моисеев Н. Н. Человек и ноосфера / Н. Н. Моисеев. М.: Мол. Гвардия, 1990. 344 с.
15. Павлов А.Г. Практикум по технологии растениеводства. Учебное пособие. Тамбов: ТГАУ, 2014. 163 с.
16. Петров К. М. Биogeография: учебник по геогр. специальностям. М.: Акад. проект, 2016. 398 с.
17. Практика: ботаническая и ландшафтно-экологическая. Учебное пособие для бакалавров направлений подготовки 06.03.01 – Биология, 05.03.06 – Экология и природопользование / А. И. Сафонов. Донецк: ДонНУ, 2017. 450 с.
18. Растениеводство / Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов, Г.В. Коренев. М.: КолосС, 2010. 450 с.

19. Растениеводство. Лабораторный практикум / Сост. А.И. Сафонов. Донецк: ДонНУ, 2017. 95 с.
20. Растениеводство. Учебник (для слушателей курсов переподготовки) / Сост. А. И. Сафонов. Донецк: ДонНУ, 2017. 403 с.
21. Реймерс Н. Ф. Экология (теория, законы, правила, принципы и гипотезы). М.: Россия молодая, 1994. 367 с.
22. Рябинина И.О. Руководство по проведению полевой практики по ландшафтоведению и ландшафтному планированию. Волгоград, ВолГУ, 2014. 220 с.
23. Современная экология и глобальные экологические проблемы. Конспект лекций (для магистрантов направления подготовки 06.04.01 Биология) / А.И. Сафонов. Донецк: ДонНУ, 2017. 444 с.
24. Степановских А. С. Биологическая экология. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. 791 с.
25. Технологии фитоиндикации. Методические указания к практикуму / А.И. Сафонов. Донецк: ДонНУ, 2017. 52 с.
26. Учебно-методическое пособие для подготовки к Республиканской олимпиаде по дисциплине Экология / А.И. Сафонов, И.И. Стрельников. Донецк: ДонНУ, 2017. 220 с.
27. Эволюционное учение. Классики и современники. Учебник (для бакалавров направления подготовки 06.03.01 – Биология) / А. И. Сафонов. Донецк: ДонНУ, 2017. – 523 с.
28. Экологический мониторинг. Учебник (для бакалавров направления подготовки 05.03.06 – Экология и природопользование) / А. И. Сафонов. – Донецк: ДонНУ, 2017. 469 с.
29. Яблоков А. В. Эволюционное учение. 6-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк. 2006. – 310 с.

## **ФОРМИРОВАНИЕ ФИТОМОНИТОРИНГОВЫХ ПРОГРАММ В ДОНБАССЕ НА ОСНОВЕ НАУЧНЫХ ШКОЛ РОССИИ**

*Сафонов А.И.<sup>1</sup>, Глухов А.З.<sup>2</sup>*

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

<sup>2</sup> ГУ "Донецкий ботанический сад", г. Донецк

*andrey\_safonov@mail.ru*

Донбасс является индустриальным регионом с высоким уровнем техногенной нагрузки на среду и разнообразными по биогеохимическим составляющим ландшафтными комплексами. Это обстоятельство формирует предпосылки для планомерного изучения растений в качестве информационных источников состояния экотопов, их пригодности для хозяйственной деятельности человека и мероприятий по сохранению эталонных участков местности. Неразрывно связанный с историей формирования человеческих общностей компонент – растения – помимо вещественно-энергетических и экзистенциально-эстетических потребностей является мощным информационным ресурсом [1, 5, 6, 9, 11, 12], востребованным в современной цивилизации.

Индикационная ботаника по сути – это любой реализованный прикладной проект с использованием растений, одним из результатов которого является получение информации о состоянии окружающей растению среды. Такая информация весьма разнообразна [1-3, 5, 8-10, 11, 12]. Это связано и с целями эксперимента, задачами реализуемой программы, возможностями глубины и детальности анализа на различном оборудовании с использованием различных методических приемов.

Индикационный аспект ботанико-экологических исследований никогда не может осуществляться как самоцель. Практическими выходами таких разработок могут быть и уже успешно реализуются, например, такие программы, базис которых и традиции организации был заложен также в научных школах России:

– геолого-разведывательные работы, успешно реализованные, когда ресурсный потенциал огромных территорий бывшего Советского Союза еще не казался человечеству таким исчерпаемым, как сейчас, – с помощью способов поисковой индикационной геоботаники были весьма эффективно открыты многие месторождения [1-3, 7];

– определение не только качественных, но и основных количественных значений базовых экологических факторов; так, градиентный анализ эффективно реализован для ведущих экологических факторов, шкалы которых содержат различную размерность для влажности почвенного горизонта, кислотности почв, общего солевого и температурного режимов, гумидности, континентальности и др. характеристик [1, 4, 8-10];

– реализация мониторинга экологических систем различного иерархического уровня: от локального и регионального до глобального в рамках биосферного; при этом имеются в виду все определяющие современного понятия "мониторинг" – "наблюдение", "оценка", "прогноз" и, как необходимость, придающая им смысл – "управление" и другие актуальные вопросы [4, 8, 9].

Основные проблемы организации экологического мониторинга (что справедливо для территории современно Донбасса) связаны с решением трех главных задач: создание сети пунктов наблюдения; возможность оперативного контроля объектов; выбор контролируемых параметров и показателей состояния объектов и индивидуальных аналитических параметров, необходимых и достаточных для адекватного описания состояния экосистемы.

Важно, что принятие концепции абсолютной связи социальных, экономических и экологических процессов привело к развитию систем оценок состояния изменений окружающей среды и их причинно-следственных связей как юридического инструмента управления. Для предварительного и текущего фитоиндикационного тестирования на современном этапе разрабатывается специальный аппарат интерпретации и индексирования с целью адекватного и корректного сравнения вариабельности признаков (формирования сопряженных групп) с показателями эколого-токсикологического состояния на определенной территории.

Особенностью разрабатываемого фитомониторинга является ориентация на структурный анализ составляющих растительного организма (структурно-функциональная организация и диагностика на уровне клеток, тканей, комбинаторика систем органов и габитуальные особенности отдельных особей, структура сообществ различных степеней сложности), а также изучение репродуктивных характеристик, формирование семенного банка в эдафосреде, стратегий выживания и реализации генетической программы видов растений-индикаторов.

В настоящее время при разработке способов фитоиндикационного тестирования степени нарушенности экосистем и (или) уровней антропогенной нагрузки (в первую очередь токсикологического содержания) возникла необходимость обобщения полученных данных и апробации комплексного способа интегральной оценки.

Растения-индикаторы используются человеком в огромнейшем количестве с давних времен. Типичные и феноменальные возможности растений содержатся в многочисленных информационных базах. В нашем промышленном регионе многие растения можно использовать как объективные научно-исследовательские лаборатории, по состоянию и реакции которых реально получать адекватную информацию о процессах, происходящих в окружающей среде. При этом перед исследователями стоит четкая задача получения адекватной информации и правильного,

корректного интерпретирования данных. Чем большие запросы перед этим научно-прикладным направлением, тем более специфические признаки используются.

Фитомониторинг как фундаментально научное и прикладное направление развития промышленной ботаники в таких условиях может выполнять интеграционную функцию в обеспечении государственных служб, министерств, ведомств и экологических комитетов необходимой информацией. Такая интеграция заключается в функциональном объединении процессов наблюдения, постановки эксперимента, диагностики, экспертизы, оценки, прогноза и контроля качества среды.

### Список литературы

1. Биоиндикация загрязнения наземных экосистем / под ред. Р. Шуберта. – М.: Мир, 1988. 350 с.
2. Викторов С.В., Ремезова Г.Л. Индикационная геоботаника. М.: Изд-во Моск. гос. ун-та, 1988. 168 с.
3. Виноградов Б.В. Растительные индикаторы и их использование при изучении природных ресурсов. М.: Высш. шк., 1964. 328 с.
4. Воробейчик Е.Л., Садыков О.Ф., Фарафанов М.Г. Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем (локальный уровень). Екатеринбург: Наука, 1994. 280 с.
5. Глухов А.З., Сафонов А.И. Перспективы проведения фитоиндикационного мониторинга техногенно трансформированных экотопов // Промышленная ботаника. 2002. № 2. С. 7–14.
6. Глухов О.З. Фітоіндикація металопресингу в антропогенно трансформованому середовищі / О.З. Глухов, А.І. Сафонов, Н.А. Хижняк. Донецьк: Вид-во Норд-Прес, 2006. 360 с.
7. Ковалевский А.Л. Биогеохимия растений. Новосибирск: Наука, 1991. 294 с.
8. Корженевский В.В. Современное состояние и уровни фитоиндикации // Журн. общ. биол. 1992. Т. 53, №5. С. 704–714.
9. Мелехова О.П. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикации и биотестирование: учеб. пособие для студентов высших учебных заведений / под ред. О.П. Мелеховой и Е.Т. Егоровой. М.: Академия, 2011. 305 с.
10. Мэннинг У.Д., Федер У.А. Биомониторинг загрязнения атмосферы с помощью растений. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 143 с.
11. Сафонов А.И. Фитоиндикационные эффекты повышенных концентраций углекислого газа / А.И. Сафонов. Saarbrücken, Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2015. 70 с.
12. Safonov A.I. Phyto-qualimetry of toxic pressure and the degree of ecotopes transformation in Donetsk region / A.I. Safonov // Problems of ecology and nature protection of technogenic region. 2013. Vol. 13, No 1. P. 52–59.

УДК 57.022

**ФОРМИРОВАНИЕ ДИССИПАТИВНЫХ СТРУКТУР ВДАЛИ  
ОТ ГРАНИЦЫ ПОТЕРИ РАВНОВЕСИЯ ПРОСТРАНСТВЕННО  
ОДНОРОДНЫМИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯМИ ПЛОТНОСТЕЙ В  
РАСПРЕДЕЛЁННОЙ МОДЕЛИ ТИПА ХИЩНИК–ЖЕРТВА**

*Губарев А.А.,*

*Мицкан В. В.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*Gubarev\_A\_A\_@mail.ru*

**Модели.** В работе численно исследуется формирование диссипативной структур в модели

$$\frac{\partial u_1}{\partial t} = D_1 \Delta u_1 + \frac{\alpha u_1^2}{1+u_1} - u_1 u_2, \quad \frac{\partial u_2}{\partial t} = D_2 \Delta u_2 + u_1 u_2 - \delta u_2^2, \quad x^2 + y^2 < R; \quad (1)$$

$$\left. \frac{\partial u_1}{\partial n} \right|_{\Gamma} = 0, \quad \left. \frac{\partial u_2}{\partial n} \right|_{\Gamma} = 0, \quad (2)$$

$$u_1(x, y, 0) = u_{1s}, \quad u_2(x, y, 0) = u_{2s} \quad (3)$$

где  $u_1$  — плотность жертвы,  $u_2$  — плотность хищника, коэффициенты  $D_1$  и  $D_2$  характеризуют подвижность особей,  $\Gamma$  — граница области. Обсуждение биологического смысла модели есть в [1].

При  $\alpha\delta > 1$ ,  $\alpha > 1/\delta^2$  сосредоточенная модель имеет одну асимптотически устойчивую точку покоя с положительными значениями плотностей:

$$u_{1s} = \alpha d - 1, \quad u_{2s} = (\alpha d - 1)/d. \quad (4)$$

В качестве начального условия рассматривается пространственно однородное решение

Стандартным образом [2], для анализа устойчивости пространственно однородного решения выполняется замена  $v_1 = u_1 - u_{1s}$ ,  $v_2 = u_2 - u_{2s}$ , линеаризация уравнения (1)

$$\frac{\partial v_1}{\partial t} = D_1 \Delta v_1 + a_{11} v_1 + a_{12} v_2, \quad \frac{\partial v_2}{\partial t} = D_2 \Delta v_2 + a_{21} v_1 + a_{22} v_2, \quad (5)$$

где  $A = \begin{pmatrix} (\alpha d - 1)/\alpha d^2 & -(\alpha d - 1) \\ (\alpha d - 1)/d & -(\alpha d - 1) \end{pmatrix}$ , и  $v_1, v_2$  раскладываются по собственным

функциям  $\psi_k$  оператора Лапласа. Это приводит к системе уравнений

$$\frac{dA_k}{dt} = (a_{11} - D_1 \lambda_k) A_k + a_{12} B_k, \quad \frac{dB_k}{dt} = a_{12} B_k + (a_{22} - D_2 \lambda_k) A_k, \quad (6)$$

где  $\lambda_{k,n} = \mu_{k,n}^2 / r_0^2$ ,  $\mu_{k,m}$  —  $k$ -ый корень функции Бесселя первого рода  $n$ -го порядка в случае кругового ареала.

Условия неустойчивости пространственно однородного решения при некоторых (возможно достаточно больших значениях длин прямоугольного ареала или величинах радиуса кругового ареала), в области параметров, где решение сосредоточенной системы устойчиво имеют вид

$$(D_1 a_{22} + D_2 a_{11})^2 - 4(D_1 D_2)(a_{11} a_{22} - a_{12} a_{21}) > 0, \quad D_1 a_{22} + D_2 a_{11} > 0. \quad (7)$$

В данной работе рассмотрены особенности стационарных структур, формирующихся вдали от этой границы при малых радиусах кругового ареала.

**Результаты.** Если  $D_1 < D_2$ , то имеется область диффузионной неустойчивости. На рис. 1 приведено построение области для  $D_1 = 1, D_2 = 20$ . Результаты ниже приводятся для случая, когда точка области диффузионной неустойчивости расположена достаточно далеко от границы потери устойчивости —  $\delta = 1.05, \alpha = 1$ , (точка  $P$  на рис. 1). Если зафиксировать значения параметров локальной модели и значения  $D_1$  и  $D_2$ , то собственные числа  $\omega$  матрицы системы

$$\begin{vmatrix} a_{11} - D_1 \lambda_{k_1, k_2} - \omega & a_{12} \\ a_{21} & (a_{22} - D_2 \lambda_{k_1, k_2}) - \omega \end{vmatrix} = 0$$

становятся функциями радиуса.

Для случая кругового ареала зависимости большего собственного числа от  $r_0$  приведены на рис. 2.  $\omega_{1,0}^+$  — соответствует независящей от полярного угла собственной функции оператора Лапласа для круга:  $\psi_{k,0} = J_0(\mu_{k,0} r/r_0)$  — функции Бесселя первого рода нулевого порядка. Вблизи бифуркации Тьюринга, например при  $\delta = 1.85$  и значениях остальных параметров, указанных выше, в промежутке радиусов ареала, где  $\omega_{1,0}^+$  больше других  $\omega^+$  формируется диссипативная структура независящая от полярного угла. Вдали наблюдается более сложная картина.

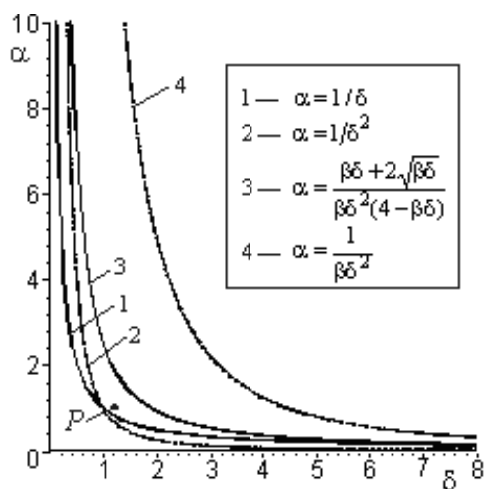


Рис. 1. Области диффузионной неустойчивости

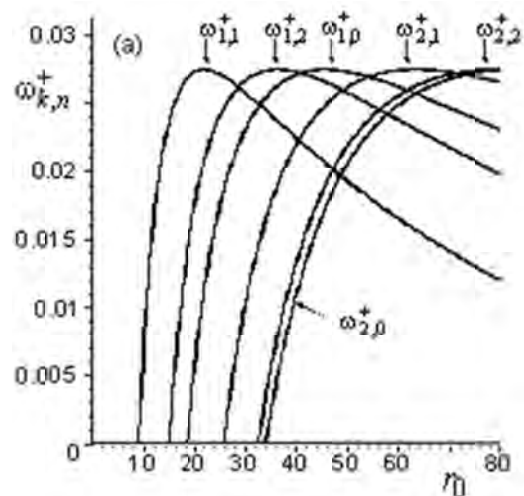


Рис. 2. Зависимость большего собственного числа от радиуса ареала

На рис. 3 приведен пример этапов формирования диссипативной структуры (ДС) вдали от границы потери устойчивости, радиус ареала  $r_0 = 45$ . Начальное условие задавалось в виде  $u_1(x, y, 0) = u_{1s} + 0.005 J_0(\mu_{1,0} r/r_0)$ ,  $u_2(x, y, 0) = u_{2s}$ . На рис. 3 (a) приведено начальное распределение плотности жертв. На начальном этапе эволюции происходит рост амплитуды без изменения формы линий уровня плотности. Затем в центре ареала формируется локальный минимум. Максимум плотности достигается на окружности удалённой от центра ареала.

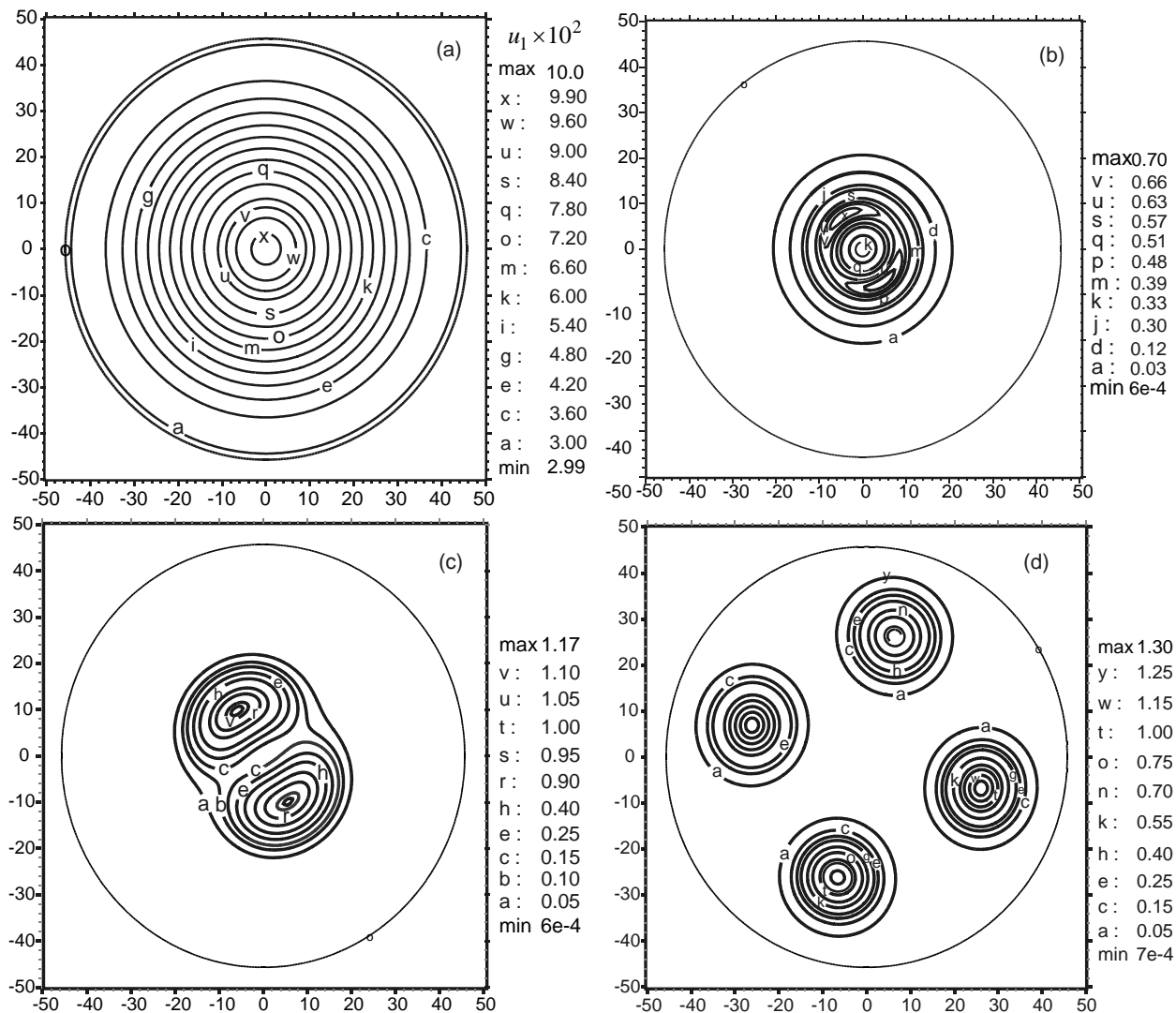


Рис. 3. Линии уровня распределения плотности жертв в различные моменты времени: (a) — 0, (b) — 150, (c) — 200, (d) — 10000

Такое распределение трансформируется в два максимума: на рис. 3 (b) приведен начальный этап трансформации, а на рис. 3(c) момент на котором два максимума вполне сформировались. Эти максимума начинают удаляться друг от друга, а затем происходит повторное расщепление каждого максимума на 2. В результате удаления максимумов друг от друга формируется стационарная ДС, показанная на рис. 3(d).



При уменьшении ( $r_0 < 40$ ) наблюдается формирование двух максимумов, при этом на начальном этапе минимум в центре ареала не формируется. При увеличении радиуса на начальном этапе вместо расщепления на два пика наблюдается расщепление на три. Как и в случае с двумя пиками эти пики удаляются друг от друга, наиболее удалённый пик испытывает повторное расщепление на два; образуется ДС с четырьмя пиками. Дальнейшее увеличение радиуса ареала приводит к формированию ДС с большим числом пиков: пятью ( $r \approx 54$ ), шестью ( $r \approx 59$ ), семью ( $r \approx 59$ ).

Если начальное возмущение отрицательное, например,  $u_1(x, y, 0) = u_{1s} - 0.005 J_0(\mu_{1,0} r/r_0)$ ,  $u_2(x, y, 0) = u_{2s}$ , то линии уровня формирующейся ДС имеет вид полуокружностей; максимумы расположены на границе ареала; с ростом длины ареала растёт число максимумов.

Качественно эволюция и стационарная ДС не меняются, если в качестве возмущения используется не собственная функция  $AJ_0(\mu_{1,0} r/r_0)$ , а усеченное и возможно смещённое относительно центра ареала распределение Гаусса, т.е.  $u_1(x, y, 0) = u_{1s} + A \exp\left[-\frac{(x-b)^2 + y^2}{\sigma r_0^2}\right]$ . При  $b > 0$  на начальном этапе наблюдается перемещение максимума в сторону центра ареала, первичное расщепление максимума на два, и, затем, последующие расщепления максимума. Максимумы стационарной ДС равноудалены от центра ареала.

### Список литературы

1. Базыкин А.Д. Нелинейная динамика взаимодействующих популяций. Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003, 368 с.
2. Murray J.D. Mathematical Biology II: Spatial Models and Biomedical Applications, N-Y, Springer, 2003, 811 p.

## ВЛИЯНИЕ ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ЗАХВАТ МАГНИТНЫХ НАНОЧАСТИЦ И ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ *SACCHAROMYCES CEREVISIAE*

*Кладько Д.В.,  
Легенький Ю.А.*

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

**Введение.** Исследования, связанные с использованием магнитных наночастиц для придания биологическим объектам магнитных свойств, остаются актуальными уже на протяжении более 20 лет. Эти клетки находят свое применение в качестве адсорбентов, биокатализаторов и объектов клеточной инженерии [1–3]. В России данное направление развивается целым рядом научных школ, расположенных в Казани (КФУ), Москве (НИЦ Курчатовский институт), Томске (ТПУ) и других городах, которые исследуют возможность применения магнитных наночастиц в экологии и биомедицине.

Придание магнитных свойств клеткам осуществляется путем связывания их поверхности или цитоплазмы с магнитным материалом. Для повышения эффективности магнитной модификации в ряде работ предлагается в процессе магнитомаркирования использовать градиентное магнитное поле, направленное параллельно силе тяжести [3]. Объектом настоящего исследования являются дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*, являющиеся одним из распространённых объектов для биологических исследований, а также имеющие применение в качестве дешевых и эффективных адсорбентов тяжелых металлов. Целью данной работы является исследование влияния постоянного однородного магнитного поля, имеющего горизонтальное направление, на процесс магнитомаркирования и жизнедеятельность дрожжевых клеток.

**Материалы и методы.** Для процедуры магнитной модификации были синтезированы магнитные наночастицы методом соосаждения солей железа. Синтез происходил аналогично методике, описанной в работе [2], отличаясь тем, что в качестве стабилизатора поверхности наночастиц в данной работе использовался гидроксид тетраметиламонния (ТМАН). Полученные таким образом магнитные наночастицы использовались в процедуре магнитомаркирования. Приготовление дрожжевой суспензии проводилось аналогично тому, как описано в работе [2].

Процедура магнитной модификации происходила следующим образом: к 3 мл отмытой суспензии дрожжей добавляли 150 мкл  $Fe_3O_4$ , стабилизированных ТМАН и 1 мл 20% раствора глюкозы. Для проверки гипотезы о влиянии магнитного поля в момент магнитной модификации

пробы находились в центрах магнитных систем, создающих однородное магнитное поле с индукциями  $B_1 = 0,2$  Тл и  $B_2 = 0,4$  Тл.

Для оценки эффективности магнитной модификации измеряли скорость магнитофоретического движения в градиентном магнитном поле и рассчитывали магнитную восприимчивость дрожжей  $\chi$ . Оценка жизнеспособности дрожжевых клеток проводилась с помощью метода их окрашивания водным раствором метиленового синего в камере Горяева. Метаболическая активность дрожжевых клеток оценивалась с помощью теста «силы подкисления» [4].

**Результаты и обсуждение.** Установлено, что клетки, магнитомаркированные в магнитном поле, имели в среднем магнитную восприимчивость на 20% больше, чем клетки магнитомаркированные без магнитного поля, что свидетельствует о том, что использование магнитного поля в процессе магнитной модификации приводит к увеличению количества магнитных наночастиц, захваченных клетками. Примечательно, что величина магнитной восприимчивости маркированных клеток не зависит от величины приложенного магнитного поля в исследуемом диапазоне полей. При этом установлено, что после магнитной маркировки в магнитном поле при исследованных условиях маркировки процент живых клеток в популяции уменьшается не более чем на 5 % по сравнению с нативной популяцией. Также установлено, что метаболическая активность магнитомаркированных клеток не угнетается.

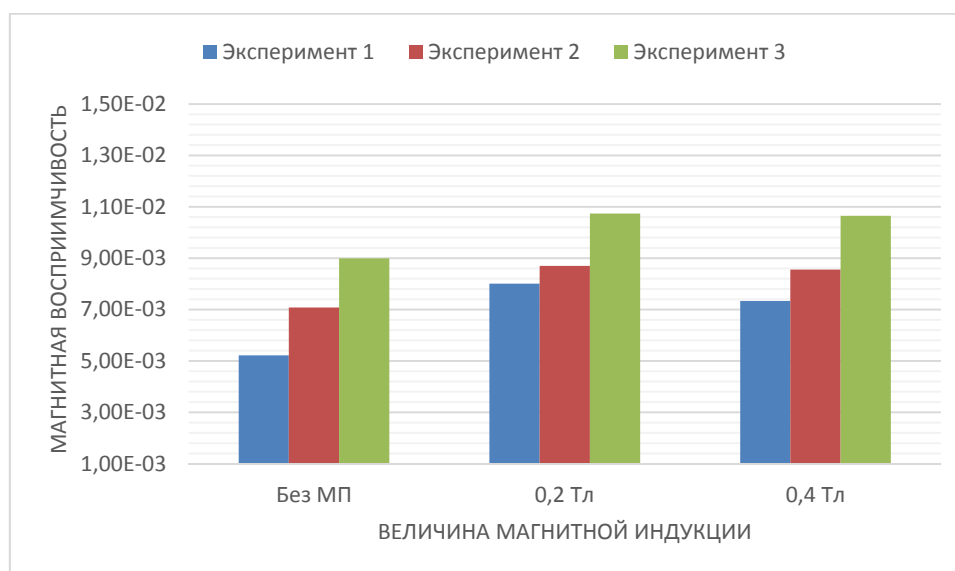


Рис. 1. Магнитная восприимчивость по трём экспериментам для клеток, магнитомаркированных без поля (Без МП) и в магнитном поле (0,2 Тл и 0,4 Тл)

Таким образом, в ходе исследования было выявлено, что под действием постоянного магнитного поля дрожжевые клетки захватывают больше магнитных наночастиц и при этом их жизнеспособность остается на прежнем уровне.

## Список литературы

1. Горобець С.В., Карпенко Ю.В., Маринченко Л.В. Використання магнітокерованих дріжджів *S. cerevisiae* для вилучення іонів міді// Вісник Донецького Національного Університету, 2010, №1, стр 230-236.
2. Safarikova M., Maderova Z, Safarik I. Ferrofluid modified *Saccharomyces cerevisiae* cells for biocatalysis // Food Research International, 2009, №42, pp. 521-524.
3. MacDonald C, Barbee K., Polyak B. Force Dependent Internalization of Magnetic Nanoparticles Results in Highly Loaded Endothelial Cells for Use as Potential Therapy Delivery Vectors // Pharmaceutical Research, 2012, №29, pp.1270-1281.
4. Sigler K. Acidification Power Test and Similar Methods for Assessment and Prediction of Fermentation Activity of Industrial Microorganisms // Kvasny prumysl, 2013, №59, pp.204-208.

УДК 574.24+577.3

## ***ACER PLATANOIDES L. В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ Г. ДОНЕЦКА***

***Кольченко О.Р.,  
Корниенко В.О.***

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк,  
*dayterry@rambler.ru*

**Введение.** Растения давно используются для исследований состояния экосистем [1]. Чаще всего для оценки состояния окружающей среды используют мхи и лишайники [3]. Древесные растения используются реже, тем не менее, они неплохие биомониторы [2, 4-11]. На практике при исследовании состояния среды вдоль автомагистралей чаще всего используются такие виды, как липа сердцевидная, клён остролистный, каштан конский обыкновенный, ель обыкновенная и колючая, сосна обыкновенная, тополь гибридный. Для оценки состояния среды вид должен обладать следующими признаками: а) достаточная степень распространённости на изучаемой территории; б) должен хорошо отражать состояние среды изменением качественных или количественных признаков (развитие некрозов/хлорозов, изменение физиологических параметров, морфологические или анатомические изменения, изменения на молекулярном уровне и т.д.).

Нами проведены исследования по оценке состояния клёна остролистного в условиях техногенной нагрузки.

**Материалы и методы.** Объект исследования – *Acer platanoides L.* Исследуемые деревья растут в 2 ряда с расстоянием 3,5 м по пр. Ильича г. Донецк. От дороги первый ряд располагается на расстоянии 3-х метров. Дорожное полотно разделено: 1) бордюром, 2) асфальтированной

пешеходной дорогой (1 м) и 3) небольшим бордюром, отделяющим земляной покров от асфальтированного участка. Все растения одного возраста ~40 лет, растут в одних климатических условиях. Жизненное состояние оценивали по 8 бальной шкале Л.С. Савельева. Измерение шума производилось через каждые 30-40 метров возле автотрассы, 1 ряда и 2 ряда. С каждого класса состояния бралось по 100 листьев, а также 20 однолетних побегов. Всего исследовано 192 дерева.

**Результаты и обсуждения.** Исследования акустическо-вибрационного шума показали, что на пр. Ильича значения превышают ПДУ (табл. 1). Максимумы уровня звукового давления располагаются в диапазоне 80-90 дБА, со спектром частот на максимуме энергии 400—800 Гц.

Таблица 1

Значения акустического шума на исследуемом участке, дБА

№	Возле дороги			1 ряд деревьев			2 ряд деревьев		
	max	min	ср.знач.	max	min	ср.знач.	max	min	ср.знач.
1	84	63	74	83	61	72	74	60	67
2	88	64	76	80	62	71	76	60	68
3	89	61	75	74	56	65	75	58	67
4	82	65	73	74	61	63	73	55	64

Проводя мониторинг клена остролистного первого ряда, оказалось что, произрастая в однородных условиях их общее состояние и состояние листовых пластинок достоверно различается (табл. 2).

Таблица 2

Жизнеспособность *Acer platanoides* L. и уровень повреждения листовой пластинки в зависимости от группы

Группа	% некроза, усыхания листовой пластинки	Жизнеспособность дерева, балл	в первом ряду, шт	во втором ряду, шт
1	1	5-6	24	90
2	20	4	41	6
3	62	3-4	31	—

На основании полученных данных по биомониторингу клена остролистного в условиях городской среды можно сказать, что у него существует индивидуальная адаптация к техногенной нагрузке. Выявление её особенностей является перспективой дальнейших исследований.

### Список литературы

1. Баргалы Р. Биогеохимия наземных растений. М.: ГЕОС, 2005. 457 с.
2. Бухарина И.Л., Поварницына Т.М., Ведерников К.Е. Эколого-биологические особенности древесных растений в урбанизированной среде. Ижевск: Ижевская ГСХА, 2007. 216 с.
3. Метод мхов-биомониторов и ГИС-технологии в оценке воздушных загрязнений промышленными предприятиями Тихвинского района Ленинградской области /

- К.Н. Вергель, Э.И. Горяйнова, И.В. Вихрова, М.В. Фронтасьева // Экология урбанизированных территорий. 2014. № 2. С. 92–101.
4. Оценка возможности использования древесных растений для биоиндикации и биомониторинга выбросов предприятий металлургической промышленности / С.В. Горелова, А.Р. Гарифзянов, С.М. Ляпунов, А.В. Горбунов, О.И. Окина., М.В. Фронтасьева // Проблемы биогеохимии и геохимической экологии. 2010. № 1 (12). С. 155–163.
  5. Горелова С.В. Использование голосеменных интродуцентов для биомониторинга состояния окружающей среды в урбанизированных экосистемах // Экологические проблемы промышленных городов: сб. науч. тр. по материалам 7-й Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (Саратов, 8-10 апреля 2015 г). Саратов: Сарат. гос. ун-т, 2015. Ч. 2. С. 48–52.
  6. Биогеохимическая активность голосеменных интродуцентов в условиях промышленно развитых урбанизированных экосистем / С.В. Горелова, М.В. Фронтасьева, А.В. Горбунов, С.М. Ляпунов, Е.Г. Мочалова, О.И. Окина // Вестник Балтийского федерал. ун-та им. И. Канта. 2015. Вып. 1. С. 92–106.
  7. Physiological stability as a factor for selection of woody plants for phytoremediation and biomonitoring / S.V. Gorelova, A.R. Garifzyanov, M.V. Frontasyeva, S.M. Lyapunov, A.V. Gorbunov, O.I. Okina / International Conference on Environmental Pollution and Clean Bio/Phytoremediation. Pisa, Italy, 2010. P. 21.
  8. Revitalization of urban ecosystems through vascular plants: preliminary results from the BSEC-PDF project AGROCHIMICA / S.V. Gorelova, M.V. Frontasyeva, Yurukova, M. Coskun, A. Pantelica, C.J. Saitanis, M. Tomasevic, M. Anicic. 2011. 55(2). P. 65–84.
  9. Woody plants in passive biomonitoring and bioremediation of urban ecosystems. Aspect of heavy metal accumulation / S.V. Gorelova, M.V. Frontasyeva, S.M. Lyapunov, A.V. Gorbunov, O.I. Okina // Neutron Spectroscopy, Nuclear Structure, Related Topics: Abstr. of the XIX Intern. Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei. Dubna: JINR, 2011. P. 29.
  10. BIOINDICATION AND MONITORING OF ATMOSPHERIC DEPOSITION USING TREES AND SHRUBS / S.V. Gorelova, M.V. Frontasyeva, A.V. Gorbunov, S.M. Lyapunov, O.I. Okina // Materials of 27th Task Force Meeting of the UNECE ICP Vegetation. Paris, France, 2014. P. 63.
  11. BIOGEOCHEMICAL ACTIVITY OF SOME CONIFEROUS EXOTIC WOODY SPECIES IN URBAN ECOSYSTEMS / S.V. Gorelova, M.V. Frontasyeva, A.V. Gorbunov, S.M. Lyapunov, O.I. Okina // Fundamental Interactions & Neutrons, Nuclear Structure, Ultracold Neutrons, Related Topics: Abstr. of the XXII Intern. Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei. Dubna: JINR, 2014. P. 44

## ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

*Кольченко О.Р.,*

*Сирюк Ю.А.,* д. физ.-мат. н., профессор

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*daniaua411@gmail.com*

**Введение.** Одними из наиболее чувствительных организмов, которые сразу отвечают на изменение в окружающей среде, являются растения. Имеется много противоречивых данных о том, как магнитные поля (МП) влияют на растения. Поэтому в настоящее время нет единой гипотезы возникновения биологических эффектов у растений под влиянием МП. Цель нашего исследования – изучение влияния постоянного магнитного поля (ПМП) на фотосинтетический аппарат ячменя озимого.

**Материалы и методы.** Объект исследования – растения ячменя озимого. Для генерации ПМП использовалась магнитная система индукцией 105 мТл. Исследовалось содержание фотосинтетических пигментов и их соотношение, т.к. они являются наиболее чувствительными показателями в растительном организме [1, 2]. Контролем служили растения, выдержанные в условиях нормального геомагнитного поля. При исследовании использовались 15-тидневные проростки. Содержание пигментов определялось методом абсорбционной спектрофотометрии [3, 4].

**Результаты и обсуждение.** По результатам исследований выявлено, что МП оказывает непосредственное влияние на пигментную систему. МП увеличивает содержание хлорофилла *a* в 2 раза (рис. 1).

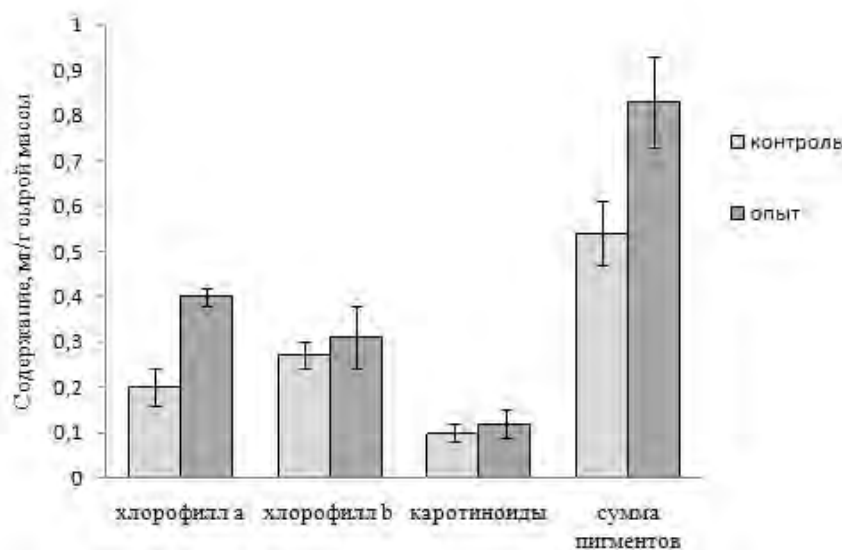


Рис. 1. Содержание фотосинтетических пигментов под влиянием МП

Концентрация хлорофилла *b* повысилась незначительно. Не было замечено увеличения каротиноидов. Из рис. 1 видно, что увеличилось так же суммарное количество пигментов. В эксперименте Atak и Dhawi F. [5] увеличивалось количество всех фотосинтетических пигментов. В нашем случае увеличивается лишь количество содержания хлорофилла *a*.

Соотношения пигментов представлены в таблице 1. Отношение хлорофилла *a* к хлорофиллу *b* одно из самых важных характеристик для определения того, как происходит ассимиляция диоксида углерода в листьях.

Таблица 1

Влияние магнитного поля на отношение фотосинтетических пигментов

Вариант опыта	Отношение пигментов	
	a+b/ каротиноиды	a/b
Ячмень в естественных условиях	4,7	0,74
Ячмень при воздействии МП 105 мТл	5,9	1,3

Из данных таблицы отношение хлорофилла *a* к хлорофиллу *b* в 2 раза больше, чем в контроле. Отношение a+b/каротиноиды в норме стабильно и очень чутко реагирует на изменение различных факторов среды [6], что было показано и в нашем эксперименте.

Данное исследование свидетельствует, что ПМП способно изменять содержание фотосинтетических пигментов у растений.

### Список литературы

1. Медведев С.С. Физиология растений. – СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2004. 336 с.
2. Полевой В.В. Физиология растений: Учеб. для биол. спец. Вузов. М.: высш. шк., 1989. 464 с.
3. Гавриленко В.Ф. Большой практикум по фотосинтезу. М.: АCADEMIA, 2003. 254 с.
4. Гольд В.М. Электронный учебно-методический комплекс. Физиология растений. Красноярск.: СФУ, 2008. 61 с.
5. Martinez E. A static magnetic field of 125 mT stimulates the initial growth stages of barley (*Hordeum vulgare* L.) // *Electro- and Magnetobiology*. 2000. №19. pp. 271 – 277.
6. Титова М.С. Содержание фотосинтетических пигментов в хвое *Picea Abies* и *Picea Koraiensis* // *Вестник ОГУ*. 2010. №12. С. 9 – 12.



## ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ *BETULA PENDULA* ROTH В УСЛОВИЯХ ВЕТРОВЫХ НАГРУЗОК В Г. ДОНЕЦКЕ

*Корниенко В.О.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк,  
*dayterry@rambler.ru*

На сегодняшний день актуальность исследований, направленных на изучение и более глубокое понимание процессов роста, способности к сопротивлению воздействующих на них факторов, и приспособляемости деревьев к быстро изменяющимся климатическим условиям, увеличивается с каждым днём [1, 2]. Важнейшим разделом данных исследований является биомеханика и аллометрия. Биомеханика растений, в частности деревьев, помогает установить связь механических свойств древесины с аллометрическими показателями и сделать заключение о коэффициенте жёсткости и способности дерева, в целом, сопротивляться действующим на него силам [3]. Выбранный объект исследования *Betula pendula* Roth является породой проходящей испытательный срок в озеленения города.

В работе были проведены исследования механической устойчивости искусственных насаждений берёзы повислой. Общая длина составляет 385 м., а ширина около 50 м. Растения высажены рядами. Всего 7 полных рядов. В каждом ряду с расстоянием в 2-3 метра высажены 112 берез. Из них 11% обрушены и снесены в разные годы из-за потери устойчивости по разным причинам (ветровалы, комлевая гниль и тд.).

Установили, что при изменении температуры с отрицательной на положительную (сезонные явления) в среднем модуль упругости падает в 2–2,5 раза. Изменение происходит ступенчато, количество ступеней 2 - 3.

Отдельного внимания заслуживает возможное экологическое и биологическое следствие температурного изменения модуля упругости древесины берёзы повислой. Поскольку  $E$  прямо отражается на жёсткости ствола и побегов, можно утверждать, что при переходе к отрицательным температурам устойчивость дерева к нагрузкам возрастает. Однако это увеличение может нивелироваться одновременным снижением предела прочности, связанной с хрупкостью льда. В нашем эксперименте показано, что наличие градиента температур между древесиной и окружающим воздухом приводит к резким скачкообразным изменениям  $E$ . Соответственно, это отражается на жёсткости побегов и на углах их отхождения от ствола, т.е. на архитектонике. Изменение  $E$  скачками при быстром нагреве, очевидно, связано с неравномерным во времени плавлением льда в объёме надземных частей растения. *In situ* это приводит к неравномерной потере жёсткости вдоль ствола или побегов, а значит — к их деформациям в одной или

нескольких точках. Уменьшение упругости побегов приводит также к снижению частоты собственных колебаний ствола или ветвей, что негативно сказывается на устойчивости к ветру. Его спектр расположен в диапазоне ниже 1 Гц, поэтому снижения частот колебания дерева увеличивает вероятность резонанса [4].

На основании полученных данных по берёзе повислой в условиях городской среды можно заключить, что риску облома или безвозвратной деформации ствола и побегов подвержены деревья с минимальным отношением диаметра к высоте ( $<0,01$ ). Наименьшее значение критической статической нагрузки при чередовании заморозки–оттаивания древесины (сезонные явления) зафиксировано для берёзы повислой в исследованных насаждениях с углом наклона 40-45 градусов, а также подроста. Высота таких растений близка к критической, достигая которую дерево деформируется или обламывается под действием собственного веса.

Исследования проводились в рамках научных направлений Института леса им. В.Н. Сукачева Сибирского отделения Российской академии наук.

#### **Список литературы**

1. Нецветов М. В. Подбор древесных пород для придорожных полос с учетом механической устойчивости к вибрациям / М.В. Нецветов // Интродукція, селекція та захист рослин: матер. міжнар. наук. конф. – Донецьк, 2009. – с.123-124.
2. Нецветов М.В. Механическая устойчивость деревьев и кустарников к вибрационным нагрузкам / М.В. Нецветов, Е.П. Сулова // Промышленная ботаника. – 2009. – Вып. 9 – С. 60–67.
3. Корниенко В.О. Влияние отрицательных температур на механическую устойчивость дуба красного (*Quercus Rubra L.*). / В.О. Корниенко, М.В. Нецветов / Промышленная ботаника. – 2013. – Вып. 13. – С. 180–186.
4. Sellier D. Fourcaud T. Crown structure and wood properties: influence on tree sway and response to high / *American Journal of Botany*. – 2009. – Vol. 96(5). – P. 885–896.

## ИССЛЕДОВАНИЕ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДЕРЕВЬЕВ ИЗ КОЛЛЕКЦИИ ТРОПИЧЕСКИХ И СУБТРОПИЧЕСКИХ РАСТЕНИЙ ДОНЕЦКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА

*Корниенко В.О.<sup>1</sup>*

*Николаева А.В.<sup>2</sup>*

*Елизаров А.О.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк,  
*dayterry@rambler.ru*

<sup>2</sup> ГУ «Донецкий ботанический сад», г. Донецк,  
*donetsk-sad@mail.ru*

Находясь в закрытом грунте, без воздействия динамических нагрузок и естественных факторов, стимулирующих рост механических тканей [4; 5], дополнительная масса становится критической и повышает аварийность растений.

Известно, что способность дерева удерживать собственную массу и противостоять внешним нагрузкам определяется его морфологическими характеристиками и механическими свойствами тканей [2]. Считается, что постоянно изменяющиеся размеры частей кроны растения оказывают больший вклад в вариацию механической устойчивости дерева, чем механические свойства [6]. На величину модуля упругости древесины оказывают влияние объемное соотношение различных типов тканей в частях растения [5], доступность питательных ресурсов [8], а также температура и влажность [1; 2; 3; 7].

Тем не менее, ряд актуальных с фундаментальной и прикладной позиций вопросов по температурному изменению биомеханики тканей древесных растений тропических видов с учётом роста в закрытом грунте остаётся неисследованным.

Таким образом, целью настоящей работы было определение изменения биомеханических свойств древесных растений в условиях закрытого грунта оранжерей.

В условиях закрытого грунта, при отсутствии борьбы за свет, статических и динамических нагрузок механическая ткань развита слабо и как результат растения имеют низкую прочность и менее устойчивы к нагрузкам. Значение модуля разрыва у древесных растений тропических видов из коллекции оранжерей в ~20 раз ниже, чем в естественной среде обитания.

Падение модуля упругости при нагреве предварительно охлаждённого образца до  $(-23)$ – $(-21)^{\circ}\text{C}$  происходит одновременно со снижением скорости изменения температуры. Падение  $E$  происходит ступенчато. Количество «ступеней» и значение температурной координаты точек излома кривой  $E(T)$  варьирует. Общей для всех кривых температурной точкой излома является  $T = -3(0)^{\circ}\text{C}$ , т.е. температура плавления льда.

Исследования проводились в рамках научных направлений Института леса им. В. Н. Сукачева Сибирского отделения Российской академии наук

### Список литературы

1. Корниенко В.О., Нецветов М.В. 2013. Влияние отрицательных температур на механическую устойчивость дуба красного (*Quercus rubra* L.) // Промышленная ботаника. Вып. 13. С. 180–186.
2. Корниенко В.О., Нецветов М.В. 2014. Криоскопия влаги и температурная зависимость модуля упругости древесины // Вісті Біосферного заповідника "Асканія-Нова". Т. 16. С. 88–94.
3. Green D.W., Evans J.W., Logan J.D., Nelson W.J. 1999. Adjusting modulus of elasticity of lumber for changes in temperature // Forest Products Journal. Vol. 49(10). P. 82–94.
4. Knight T.A. 1803. Account of some experiments on the descent of sap in trees // Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Vol. 99. P. 108–120.
5. Niklas K.J. 1992. Plant biomechanics: an engineering approach to plant form and function. Chicago: University of Chicago Press. 622 p.
6. Sellier D. Fourcaud T. 2009. Crown structure and wood properties: influence on tree sway and response to high winds // American Journal of Botany. Vol. 96(5). P. 885–896.
7. Szmurlo M.B., Campean M., Sandu A.V. 2011. Microstructure Modifications Induced in Spruce Wood by Freezing // Pro Ligno. Vol. 7 (4). P. 26–31.
8. Telewski F. W. 2006. A unified hypothesis of mechanoperception in plants // American Journal of Botany. Vol. 93. P. 1466-1476.

**ОЦЕНКА АВАРИЙНОСТИ ДРЕВЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ  
В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ НА ПРИМЕРЕ  
*PLATANUS ACERIFOLIA* (AITON) WILLD.**

***Корниенко В.О.<sup>1</sup>***  
***Приходько С.А.<sup>2</sup>*** к.б.н.

<sup>1</sup> ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк  
*dayterry@rambler.ru*

<sup>2</sup> ГУ «Донецкий ботанический сад», г. Донецк  
*donetsk-sad@mail.ru*

Древесные насаждения являются важнейшей составляющей современных городов. Они участвуют в поддержании жизнедеятельности и формировании облика города, очищении воздушной среды, улучшении микроклимата, создании комфортных условий жизни горожан. Выполнению рекреационных, эстетических, санитарно-гигиенических, санационных и других функций зелёных насаждений способствуют свойства растений и их сообществ, среди которых: поглощение углекислого газа и выделение кислорода в ходе фотосинтеза; испарение влаги при транспирации, в результате которой регулируется водный и температурный режимы; выделение фитонцидов – биологически активных веществ, которые подавляют или полностью прекращают рост и развитие болезнетворных микроорганизмов; фиксирование пылевых частиц на поверхности листьев и поглощение ими газов; формирование электрического поля и образование отрицательных аэроионов кислорода; изменение температуры и влажности воздуха и почвы под пологом насаждений; поглощение энергии ветра, вибраций почвы и акустического шума, накопление снега; положительное влияние на эмоциональное состояние человека.

Эффективное использование и полноценное выполнение функций зелёных насаждений возможно лишь в случае, если составляющие их растения обладают высокой жизнеспособностью, а условия произрастания в городской среде соответствуют их биологическим потребностям и экологическим особенностям. В промышленных городах древесная растительность подвергается значительной техногенной нагрузке: запыление, загазованность, загрязнение и засоление почв, грунтовых и почвенных вод. В результате ослабленные деревья теряют жизнеспособность, постепенно усыхают и отмирают значительно раньше, чем в естественной среде обитания.

Вовремя не убранные повреждённые растения или их части могут обламываться под действием собственного веса или ветровых нагрузок, становятся опасными для здоровья и жизни горожан, приносят экономические убытки. Таким образом, целью работы была разработка

шкалы и методики определения аварийности деревьев в населённых пунктах с учётом современных инструментальных методов, которые могут быть использованы службами, осуществляющими мониторинг состояния и уход за зелёными насаждениями.

Как объект нашего исследования было выбрано модельное дерево платана кленолистного, произрастающего на территории Донецкого ботанического сада.

После всех проведённых исследований (визуальный осмотр, инструментальный инвазивный контроль (взятие керн прирастным буром)) и расчётов (механическая и ветровая устойчивость) составили общую таблицу, согласно разработанному нами бланку, для оценки аварийности дерева. Бланк можно использовать в полевых условиях и на его основе составлять «Экспертное заключение» об аварийности дерева.

Оценку аварийности мы предлагаем производить по 10 бальной шкале (тестовую, полевую) со следующими признаками: 1. Критический возраст в условиях региона; 2. Угол наклона ствола от вертикали (оценивается по трём градациям: а) 10 % и менее; б) 11–40 %; в) более 40 %.); 3. Наличие морозобоин, дупел, развилки, раковых повреждений, плодовых тел дереворазрушающих грибов, видимых повреждений корневой системы в результате строительных работ; 4. Архитектоника кроны (развитость кроны, асимметрия, сомкнутость, состояние листовых пластинок, усыхание ветвей); 5. Заселённость ствола вредителями; 6. Процент ядровой гнили (оценивается по трём градациям а)  $\geq 80$  б) 40-79 в) 5-39); 7. Режим посещения территории (*рекреационная нагрузка*), направление возможного падения в сторону возможного скопления людей (рассматривается при выявлении скрытых гнилей); 8. Отношение диаметра к длине ствола; биомассы надземной части к критической массе с учётом угла наклона и ядровой гнили; 9. Механическая устойчивость к статическим нагрузкам; 10. Механическая устойчивость к динамическим нагрузкам.

Разработанная шкала оценки аварийности деревьев в городской среде представлена в таблице.

Таблица 1

Шкала оценки аварийности древесных растений

Балл	Степень аварийности
0-2	Очень высокая – полная потеря прочности ( <i>устойчивости</i> ) возможно падение ( <i>обрушение</i> ) дерева в ближайшее время.
3-4	Высокая – повышенная ветровальность дерева, возможно падение при сильном ветре или при налипании снега, наледи
5-6	Средняя – в результате развития гнилевых процессов в течении нескольких лет вероятность падения дерева существенно возрастёт
7-8	Низкая – дерево устойчиво при нормальных погодных условиях и средних значениях ветровых нагрузок характерных для региона
9-10	Без замечаний – вероятность падения, или переламывания ствола при экстремальных погодных явлениях минимальна

Для исследуемого модельного дерева платана кленолистного оценка составила 3б, что говорит о его высокой аварийности. Однако при проведении мероприятий, таких как обеззараживание от вредителей, кронирование (снижение массы, парусности) и создание недоступности к проникновению внутрь ствола вредителей, влаги и т.д. его аварийность снизится.

Исследования выполнены при поддержке руководителя группы общественного мониторинга по проблемам экологии и защиты леса регионального штаба Общероссийского народного фронта в Московской области Антона Хлынова.

УДК 577.3

## АКУСТИЧЕСКИЕ ШУМЫ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ Г. ДОНЕЦКА

*Корощенко М.Н.,*

*Корниенко В.О.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*dayterry@rambler.ru*

**Введение.** В настоящее время наблюдается существенный рост негативного воздействия различных экологических факторов на биосферу. Особенно существенно это воздействие в условиях урбанизированных территорий. Современный город представляет сложную систему, отличающуюся повышенным воздействием на окружающую среду и человека антропогенных (прежде всего техногенных) факторов. Все более интенсивное воздействие различных видов загрязнений, в том числе акустических, является серьезным фактором риска, существенно повышающим вероятность заболеваний населения и негативных последствий для биосферы [1–6]. Следует отметить, что серьезную проблему представляет как отдельное, так и сочетанное воздействие акустического загрязнения.

Антропогенное воздействие шума как одного из физических факторов за последние годы существенно возросло, в том числе ввиду прогресса в развитии техники, развития отраслей транспорта, промышленности, строительства. В последние годы отмечается непрерывное повышение шумового фона городов. Эквивалентные уровни звука в таких городах как Париж, Рим, Нью-Йорк, Мехико, Москва, превышают 80 дБА. Городской шум имеет тенденцию к росту. Уровень шума в городах возрастает ежегодно в среднем на 0,5-1,0 дБА в год. Эта тенденция сохраняется, несмотря на ужесточение норм к средствам транспорта. По прогнозам [4] тенденция к усилению шума в городах в ближайшие годы будет сохраняться. Ожидаемое ежегодное увеличение шума – 0,5 дБА. Поэтому мониторинг акустического шума в городе является крайне актуальной задачей.

Рост количества используемых человеком механизмов неразрывно связан с ростом уровня шума в окружающей среде. Шум воздействует на нервную систему человека и поэтому является причиной его преждевременного утомления. Шум мешает нормальному отдыху, сну и восстановлению сил.

Источники шума урбанизированных территорий могут быть разбиты на две основные группы: отдельные источники шума и комплексные источники шума. К отдельным источникам относятся единичные транспортные средства, электрические трансформаторы, заборные и вытяжные отверстия систем вентиляции, установки промышленных или энергетических предприятий. К комплексным источникам могут быть отнесены транспортные потоки на улицах и дорогах, потоки поездов на железной дороге, промышленные предприятия с многочисленными источниками шума, спортивные и игровые площадки.

**Материалы и методика.** Исследовали акустическо-вибрационный шум вдоль ул. Щорса г. Донецка и оценивали состояние древесно-кустарниковых растений. Жизненное состояние оценивали по 8 бальной шкале Л.С. Савельева. 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 зеленых насаждений [1, 2, 6–, 8]. 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. Средние значения интенсивности движения автотранспорта с 11.00 до 13.00 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, Lanos и т.д.; 3 – иномарка внедорожник



Значения акустического шума на исследуемых участках располагаются в диапазоне 80-85 дБА, со спектром частот на максимуме энергии до 400 Гц (рис. 1). Среднее состояние древесных растений на исследуемом участке находится в диапазоне 4 б.

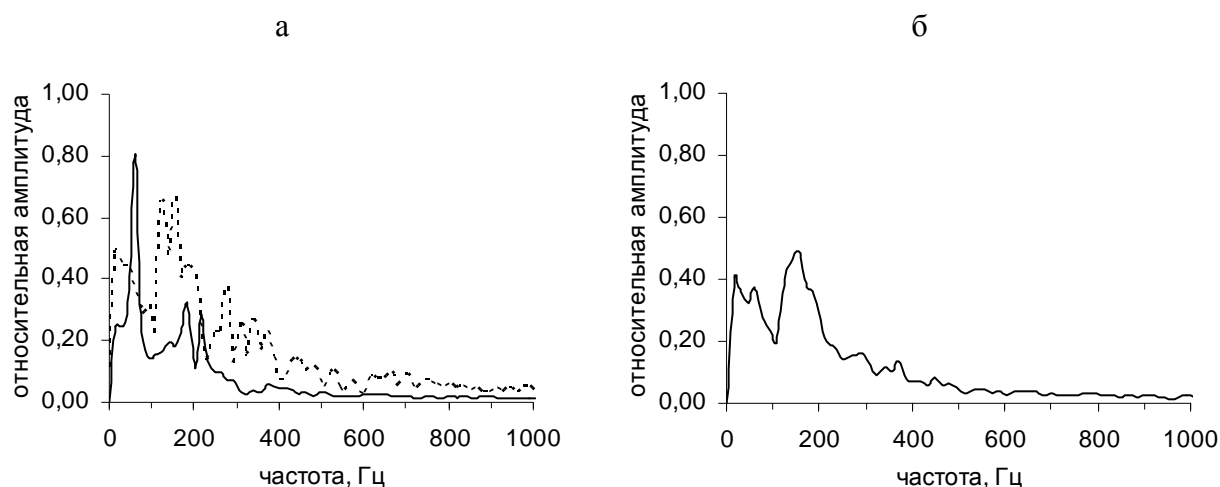


Рис. 1. Амплитудные спектры вибраций деревьев *Populus nigra* L., *Populus pyramidalis* от движения автотранспорта: а – легкие грузовые (сплошная линия) и тяжелые грузовые (пунктир), б – спектр, усреднённый для всех зарегистрированных видов транспортных средств

**Выводы.** Шумы и вибрации, возникающие при движении транспорта, передаются древесным растениям придорожных зелёных полос и влияют на их жизнеспособность. Интенсивность вибрационного воздействия зависит от загруженности транспортных путей и от доминирующего типа транспортных средств.

### Список литературы

1. Васильев А.В. Экологический мониторинг физических загрязнений на территории Самарской области. Снижение воздействия источников загрязнений: монография / Самара, 2009.
2. Васильев А.В. Акустическая экология города: учеб. пособие для студентов вузов / А. В. Васильев; Федеральное агентство по образованию, Тольяттинский гос. ун-т. Тольятти, 2007 – 166 с.
3. Васильев А.В. Шумовая безопасность урбанизированных территорий. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16. № 1-1.С. 299-305.
4. Иванов Н.И., Никифоров А.С. Основы виброакустики: Учебник для вузов – СПб.: Политехника, 2000. – 482 с.: ил.
5. Luzzi S., Vassiliev A.V. A comparison of noise mapping methods in Italian and Russian experiences. В сборнике: Forum Acusticum Budapest 2005: 4th European Congress on Acoustic 2005. С. 1051-1056.
6. Vasilyev A.V., Luzzi S. Recent approaches to road traffic noise monitoring. В сборнике: 8th European Conference on Noise Control 2009, EURONOISE 2009 – Proceedings of the Institute of Acoustics 2009.

7. Васильев А.В. Шумовая безопасность урбанизированных территорий. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16. № 1-1. С. 299-305.
8. Васильев А.В. Мониторинг акустического загрязнения территории Самарской области. В сборнике: Защита населения от повышенного шумового воздействия. Сборник докладов II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Под редакцией Иванова Н.И. 2014. С. 148-159.

УДК 542.934.8

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ КОЛЛОИДНОГО РАСТВОРА ПРИ ДЕГИДРАТАЦИИ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ**

*Пророченко И.И., Кладько Д.В.,  
Капиуков Р.А.*

ГОУ ВПО «Донецкий Национальный Университет», г. Донецк  
*spectrolite@mail.ru*

В работе приводятся результаты исследований по формированию структурных картин многокомпонентного коллоидного раствора, состоящего из магнитных наночастиц  $Fe_3O_4$ , а также белково-солевого раствора цитохрома с методом клиновидной дегидратации.

Явление дегидратационной самоорганизации различных биологических жидкостей привлекло внимание отечественных исследователей, с 80-х гг. двадцатого столетия. Авторами Шабалиным В.Н. и Шатохиной С.Н. опубликован цикл работ по кристаллическим структурам крови в норме и при патологии. В 2001 г. вышла монография «Морфология биологических жидкостей человека» (Шабалин В.Н., Шатохина С.Н.). Ими был предложен метод клиновидной дегидратации биологических жидкостей, который, по мнению авторов метода, можно отнести к передовым диагностическим методам. Он отражает процесс самоорганизации компонентов биологических жидкостей и позволяет не только выявить патологию на ранней стадии, но и определить ряд параметров, имеющих важное диагностическое значение [1]. В настоящее время учеными России проводятся исследования в области математического моделирования процесса дегидратации [2], а также изучаются их динамические характеристики [3].

Изучение особенностей формирования упорядоченных структур на гладкой поверхности при использовании метода клиновидной дегидратации представляет широкий интерес в области ранней медицинской диагностики. В данной области проводятся исследования кристаллических структур различных биологических жидкостей, в том числе и модельных белково-солевых растворов, с целью поиска маркеров различных заболеваний. Кроме того, изучаются физические процессы, происходящие при дегидратации

растворов, а также ведутся исследования в области природы происхождения кристаллических структур, формирующихся на поверхности подложки [4]. В последнее время в изучении механизмов структурного упорядочения проводятся аналогии между поведением коллоидных растворов на основе микрочастиц различных оксидов с поведением биологических жидкостей [5]. Вместе с вышеуказанными направлениями исследований отмечается необходимость изучения особенностей поведения биологических жидкостей в магнитном поле [6].

Целью этой работы было определение природы кристаллических структур, формирующихся после дегидратации сложного коллоидного раствора в магнитном поле, а также определение особенностей распределения магнитных наночастиц по площади поверхности фации.

Для этого применялись магнитные системы, состоящие из немагнитного основания размером 110x45x20 мм, в которое на равном удалении друг от друга вставлены NdFeB магниты цилиндрической формы, намагниченные вдоль продольной оси двух типоразмеров. Дегидратация растворов проходила при одинаковых микроклиматических условиях в течении 2-х часов. Морфология и химический состав образцов изучался на сканирующем электронном микроскопе JSM 6490 LV, в отраженных и вторичных электронах.

При исследовании фаций, сформированных раствором цитохрома с в магнитном поле, особое внимание уделялось поиску локализации в образцах белковой компоненты и определению природы волнообразных структур вокруг крупных кристаллитов. Химический анализ содержания элементов показал, что кристаллиты, наблюдаемые во внутренней части краевого валика, образованы NaCl. Фрактальные структуры (дендриты), наблюдаемые по внешней части краевого валика, также образованы солевой компонентой исследованного раствора.

Исследования распределения химических элементов по поверхности образцов показали, что внешняя часть краевого валика образована в основном белковой составляющей многокомпонентного раствора. Об этом говорит повышенное содержание углерода по отношению к другим частям исследованных фаций.

При изучении особенностей распределения химических элементов по поверхности фации, сформированной в поле 3 мм магнита, было определено, что основное скопление железа находится в дисковой области над магнитом. Исследование химического состава центральной зоны фации с концентрацией элементов 7:3 (7 - раствор цитохрома с, 3 - раствор магнитных наночастиц  $Fe_3O_4$ ), было замечено значительное возрастание содержания железа от 0,28 % в переходной зоне до 15 % в указанной области фации.

Таким образом, можно говорить, что при дегидратации указанных многокомпонентных растворов в магнитном поле, белковая составляющая раствора выносится в область краевого валика, как и в случаях дегидратации

без приложения магнитного поля. Также можно говорить, что наночастицы, входящие в состав исследованного коллоида, не вносят своего вклада в образование дендритных структур исследованных фаций.

### Список литературы

1. Маркевич В.Э., Кириленко Е.А., Петрашенко В.А., Заблоцкая Т.Ю., Билоконь М.А. Методы клиновидной дегидратации биологических жидкостей // *Morphologia*, 2014, Т. 8, №1, с. 113-117.
2. Кистович А.В., Чашечкин Ю.Д., Шабалин В.В. Механизм формирования краевого валика в высыхающей капле биожидкости // *ЖТФ*, 2010, Т. 80, № 4, с. 41-46.
3. Яхно Т.А., Казаков В.В., Санина О.А., Санин А.Г., Яхно В.Г. Капли биологических жидкостей, высыхающие на твердой подложке: динамика морфологии, массы, температуры и механических свойств // *ЖТФ*, 2010, Т.80, №70 с. 17-23.
4. Яхно Т. А. Кристаллизация хлорида натрия из высыхающих капель белково-солевых растворов с разным содержанием белка // *ЖТФ*, 2015, Т.85, с. 30—37.
5. Захарова Г. П., Шабалин В. В. Процессы структурообразования при клиновидной дегидратации простых и многокомпонентных растворов // *Российская отоларингология*, 2014, №6, с. 31—37.
6. Кирко Г.Е., Аверьянова Н.И., Кустова Я.Р., Балужева Л.Г., Иванова Н.В. Коломеец Н.Ю. Поведение биологических жидкостей в физических полях. Диагностические возможности // *Современные проблемы науки и образования*, 2015, №2-2.

## ВЛИЯНИЕ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА АРХИТЕКТониКУ *QUERCUS ROBUR L.*

*Протасевич Е.В.,*

*Корниенко В.О.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*dayterry@rambler.ru*

Отдалённые радиобиологические эффекты у растений наблюдаются как в виде стохастических эффектов действия радиации, так и противорадиационной активности клеток и видовых популяций в целом [4]. Продолжительность действия пострадиационных эффектов велика и проявляется, например, увеличением хромосомных aberrаций в клетках меристемы, геномной нестабильности, повышением уровня апоптоза стволовых клеток, снижением семенной продуктивности растений, увеличением асимметрии морфологических структур.

Спустя 18 лет после чернобыльской катастрофы в семенах дуба черешчатого (*Quercus robur*) наблюдали повышение митотической активности, частоты нарушений митоза и встречаемости клеток с остаточным ядрышком на стадии метафазы, анафазы, телофазы и многоядрышковых клеток [1].

Изменение архитектоники растений, замедление радиального прироста является типичным проявлением действия радиации [2; 3; 5]. Радиоморфозы возникают из-за нарушения процесса деления клеток под влиянием облучения. Гигантизм и карликовость листьев, многовершинность побега, образование дополнительных верхушечных и боковых побегов, нарушение геотропической ориентации побегов, «лысые» побеги, изменения размеров растений, цветков, стеблей, ветвления – типичные чернобыльские радиоморфозы [8].

Исследования последствий радиационного воздействия на семена дуба черешчатого *Quercus robur L.* в эксперименте были проведены 1968–1979 гг. Ф.Л. Щепотевым и его учениками в Донецком ботаническом саду и Донецком государственном университете [6; 7]. В результате многолетних исследований были отобраны мутантные формы.

Целью настоящей работы были повторный учёт выживших деревьев, описание общей морфологии растений и её нарушений через ~50 лет после облучения.

Отмечены изменения развития ствола дуба черешчатого, которые сохранились на 50 году жизни растений. Размеры облучённых деревьев достоверно меньше контрольных: диаметр ствола опытной группы деревьев, меньше чем диаметр ствола контрольной группы  $d_{\text{очн}}$  на  $5 \pm 1$  см, и  $d_{\text{bh}}$  на  $8 \pm 1$

см. Высота ствола, опытной группы, меньше чем в контрольной группе на  $2 \pm 1$  м. Вследствие различных нарушений ствола, как пострадиационного эффекта, длина ствола в среднем больше чем высота на 8%, хотя максимум достигал и 22%. Угол наклона деревьев опытной группы находится в диапазоне от  $33^\circ$  до  $54-56^\circ$ . Для контрольной группы характерно строго вертикальное направление роста, лишь у некоторых образцов угол наклона был  $\sim 20^\circ$ . Частота встречаемости нарушений морфологии стволов у опытной группы – зигзагообразных 10/34 (29 %), раздвоенных 15/34 (44 %).

### Список литературы

1. *Артюхов В.Г., Калаев В.Н., Савко А.Д.* Влияние радиоактивного облучения материнских деревьев дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) на цитогенетические показатели семенного потомства (отдаленные эффекты) / В.Г. Артюхов, В.Н. Калаев, А.Д. Савко // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Серия Физ. Мат., 2004. – № 1. – С. 121–128, 225, 231.
2. *Гродзинский Д.М., Коломиец К.Д., Кутлахмедов Ю.А.* Антропогенная радионуклидная аномалия и растение / Д.М. Гродзинский, К.Д. Коломиец, Ю.А. Кутлахмедов // Киев: изд. «Лыбидь», 1991. – 160 с.
3. *Гродзинский Д.М., Кравец Е.А., Хведынич О.А., Коломиец К.Д., Банникова В.П.* Формирование репродуктивной системы растений / Д.М. Гродзинский, Е.А. Кравец, О.А. Хведынич, К.Д. Коломиец, В.П. Банникова // Цитология и генетика., 1996. – том 30. – № 3 – С. 37–45.
4. *Гродзинський Д.М., Дембновецький О.Ф., Левчук О.М., Пацюк Ф.Н.* Радіобіологічні та радіоекологічні дослідження Чорнобильської катастрофи вченими НАН України / Д.М. Гродзинський, О.Ф. Дембновецький, О.М. Левчук, Ф.Н. Пацюк // Вісник Національної академії Україн., 2012. – (6) – С. 30–40.
5. *Козубов Г.М., Таскаев А.И.* Радиобиологические и радиоэкологические исследования древесных растений (по материалам 7-летних исследований в районе аварии на Чернобыльской АЭС) / Г.М. Козубов, А.И. Таскаев // СПб, Изд. «Наука», 1994. – 265 с.
6. *Щепотьев Ф.Л., Сумская А.Н.* Пострадиационная изменчивость и селекция дуба обыкновенного (*Quercus robur* L.). Генетические и селекционные исследования в Донбассе. Киев: Наукова думка., 1978. – С. 96-103.
7. *Щепотьев Ф.Л.* Мутационная селекция дуба (*Quercus robur* L.) / Ф.Л. Щепотьев // Цитология и генетика., 1973. – т. 7 – № 5 – С. 413–416.
8. *Яблоков А.В., Нестеренко В.Б., Нестеренко А.В.* Чернобыль: последствия катастрофы для человека и природы / А.В. Яблоков, В.Б. Нестеренко, А.В. Нестеренко // СПб., 2007. – 376 с.

**УСКОРЕННЫЙ МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ ЖИЗНЕСПОСОБНЫХ  
МАГНИТОМАРКИРОВАННЫХ КЛЕТОК  
SACCHAROMYCES CEREVISIAE ДЛЯ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
В КАЧЕСТВЕ СМАРТ-БИОСОРБЕНТА**

*Солопов М.В.,  
Беспалова С.В., д-р физ.-мат. наук  
Легенький Ю.А.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк  
*mxsolopov@yandex.ru*

**Введение.** Одной из актуальных экологических проблем современного мира является загрязнение вод поллютантами различной природы, среди которых особую опасность представляют катионы тяжелых металлов. Традиционные способы очистки имеют определенные недостатки, что вынуждает исследователей искать новые методы удаления металлов из воды. Перспективным подходом для решения этой проблемы является использование микроорганизмов в качестве биосорбентов. Одним из наилучших кандидатов на эту роль являются пекарские дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*, которые по результатам исследований российских и зарубежных ученых могут аккумулировать широкий спектр тяжелых металлов [1, 2].

В нашей работе представлен быстрый и эффективный способ получения двух типов управляемых смарт-биосорбентов, представляющих из себя комплекс дрожжевых клеток с магнитными наночастицами  $Fe_3O_4$ . Цель работы состояла в оценке жизнеспособности функционализированных клеток, а также их способности к сорбции катионов  $Fe^{3+}$  в сравнении с нативными дрожжами.

**Материалы и методы.** Для получения магнитоуправляемых клеток использовались два типа магнитных маркеров: наночастицы  $Fe_3O_4$ -ТМАН и  $Fe_3O_4$ -Cit, стабилизированные тетраметиламмонием гидроксидом и цитратом натрия соответственно. Процедура функционализации клеток основана на методике, изложенной в работе [3], однако имеет модификации, связанные со значительным сокращением времени инкубации дрожжей с наночастицами и температурным режимом, исключая активный путь поглощения магнитных частиц. Для магнитомаркирования использовался коммерческий штамм сухих дрожжей «Саф-Момент». На начальном этапе клетки отмывали физиологическим раствором, затем биомассу суспендировали в 0,2 М глицин-NaOH буфере (pH=10,6) или в 0,2 М глицин-HCl буфере (pH=2,2). После этого к щелочной суспензии вносили коллоид наночастиц  $Fe_3O_4$ -ТМАН, а к кислой -  $Fe_3O_4$ -Cit. После добавления магнитных маркеров в обоих случаях наблюдалось мгновенное покрытие клеток наночастицами,

исключающее необходимость дополнительной инкубации. Доза наночастиц составляла 2 пг Fe/кл. Температура используемых растворов была на уровне 8-10<sup>0</sup>С. В результате описанной процедуры магнитной модификации были получены два типа функционализированных клеток: YFT-клетки (покрытые наночастицами Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-ТМАН) и YFC-клетки (с покрытием из наночастиц Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-Cit).

Оценку жизнеспособности клеток проводили путем прижизненного окрашивания трипановым синим. Также дополнительно оценивалась бродильная активность клеток путем регистрации динамики выделения углекислого газа методом Варбурга [3].

Сорбционную способность нативных, YFT- и YFC-клеток оценивали установлением зависимости остаточного содержания ионов железа от концентрации биомассы после 60-минутной инкубации проб в орбитальном шейкере. Определение концентрации железа осуществляли спектрофотометрическим методом на основе регистрации оптической плотности окрашенного продукта реакции ионов Fe<sup>3+</sup> с сульфосалициловой кислотой в щелочной среде.

**Результаты и обсуждение.** В соответствии с описанной методикой модификации дрожжей наночастицами Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> в лабораторных условиях удается относительно быстро (5-10 минут) получать магнитоуправляемые клетки. Результаты оценки жизнеспособности магнитомаркированных клеток свидетельствуют о статистически значимом различии показателя выживаемости между популяциями нативных, YFT- и YFC-клеток (рис.1, А).

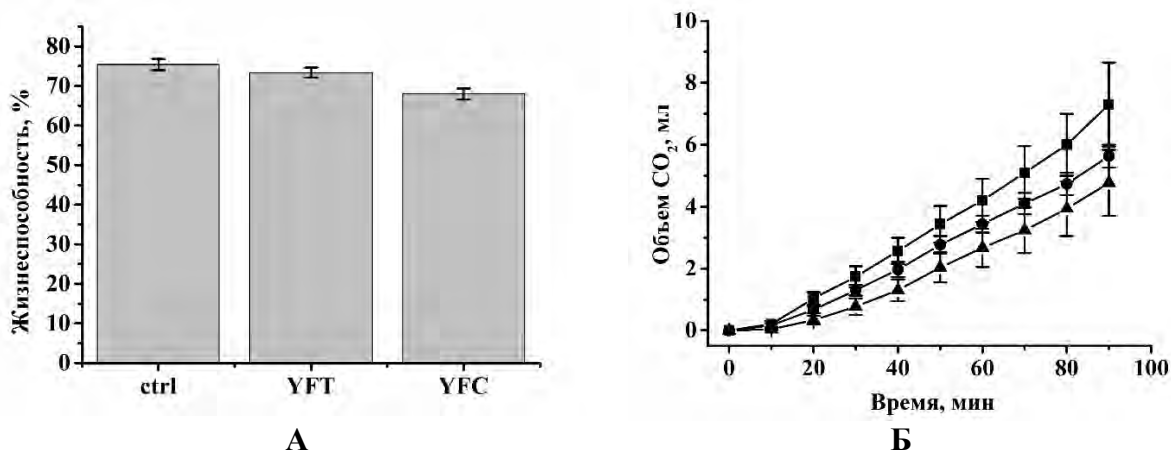


Рис. 1. Жизнеспособность магнитомаркированных дрожжевых клеток. А – показатель жизнеспособности исследуемых клеток по результатам прижизненного окрашивания; Б – динамика выделения CO<sub>2</sub>: ■ – нативными клетками, ● – YFT-клетками, ▲ – YFC-клетками (различия между выборками достоверны, ANOVA, p=0.05)

Однако максимальное угнетение жизнеспособности у модифицированных дрожжей не превышает 2% у YFT-клеток и 8% у YFC-клеток. Интенсивность выделения углекислого газа убывает в ряду: нативные клетки – YFT-клетки – YFC-клетки (рис. 2, Б). Результаты обоих тестов коррелируют между собой и указывают на то, что наночастицы Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-Cit оказывают более губительное влияние на клетки по сравнению с Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-



ТМАН. Тем не менее, показатель жизнеспособности у YFC-клеток остается достаточно высоким.

На рис. 2 представлены зависимости, отражающие влияние концентрации дрожжевой биомассы на конечное содержание ионов  $Fe^{3+}$  в модельном растворе после 60 минут инкубации. Из иллюстрации видно, что для нативных клеток повышение концентрации биомассы сорбента более 5 г/л не оказывает существенного влияния на итоговое содержание железа в растворе. Для YFT- и YFC-клеток такая тенденция не наблюдается, так как повышение концентрации биосорбента на всем исследуемом диапазоне приводило к уменьшению конечного содержания ионов  $Fe^{3+}$ . Возможной причиной такого явления может являться участие наночастиц  $Fe_3O_4$  в процессе связывания ионов металла. Для объяснения механизма этого процесса необходимы дополнительные исследования.

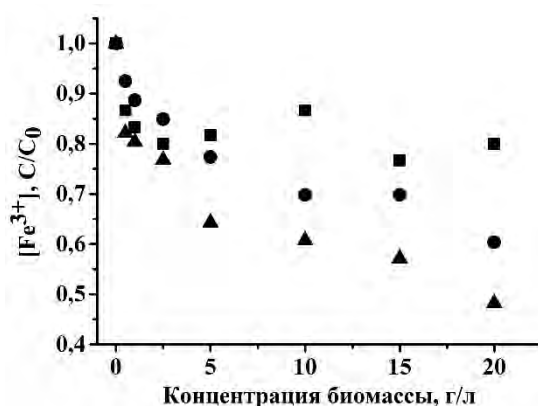


Рис. 2. Биосорбция ионов  $Fe^{3+}$ : ■ – нативными клетками, ● – YFT-клетками, ▲ – YFC-клетками

**Заключение.** В нашем исследовании была представлена методика быстрого получения двух типов магнитомаркированных дрожжей. Жизнеспособность таких клеток сохраняется на высоком уровне, что имеет ключевое значение для протекания активной сорбции загрязнителей. Биосорбционные свойства дрожжевых клеток могут быть усилены за счет модификации наночастицами  $Fe_3O_4$ .

#### Список литературы

1. Гаранин Р.А. Метод биосорбции тяжелых металлов из промышленных сточных вод с использованием пивоваренных дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Р.А. Гаранин. – Москва, 2011. – 25 с.
2. Wang J. Biosorption of heavy metals by *Saccharomyces cerevisiae*: A review / J. Wang, C. Chen // *Biotechnology Advances*. – 2006. – №24. – P. 427-451.
3. Safarikova M. Ferrofluid modified *Saccharomyces cerevisiae* cells for biocatalysis / M. Safarikova, Z. Maderova, I. Safarik // *Food Research International*. – 2009. – № 42. – P. 521-524.
4. Меледина Т.В. Физиологическое состояние дрожжей: Учеб. пособие / Т.В. Меледина, С.Г. Давыденко, Л.М. Васильева – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. – 48 с.

## **ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПРИБОРА ДЛЯ ФИЗИОТЕРАПИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМБИНИРОВАННОГО МАГНИТНОГО И АКУСТИКО- ОПТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКСИГЕМОГЛОБИН**

*Таболитч А.А.,*

*Асимов М.М.,* д. физ.-мат. наук

Белорусский государственный университет, г. Минск

*nasya.tabolic@nail.ru*

**Введение.** За транспортную функцию кислорода в организме человека отвечает гемоглобин, который путем микроциркуляции крови по кровеносным капиллярам и сосудам доставляет кислород в клетки. Аэробный метаболизм клеток – первичный механизм обеспечения тканей и клеток энергией.

Дефицит кислорода в ткани влияет на различные процессы, происходящие в организме, так, например, гипоксия влияет на эффективность метаболизма клеток и затрудняет медикаментозное лечение язв, ран и ожогов. Учеными было установлено, что гипоксия имеет локальную природу, и поиск новых методов ее устранения представляет значимую задачу в развитии современной медицинской практики.

Наибольший интерес для исследований представляет гипоксия, вызванная травматизмом либо же онкологическими заболеваниями. Разработками в данном направлении занимаются ведущие исследовательские лаборатории мира и онкоцентры.

**Актуальность (социальная значимость)** определяется возросшим в последние годы интересом профессионалов и широкого круга зрительской аудитории к проблемам минимизации негативного воздействия на организм человека при лечении онкологических заболеваний. Также отсутствием единого комплексного исследования по проблемам воздействия оптическим излучением и магнитным полем совместно с акустическими волнами для ускорения метаболизма клеток при их гипоксии. В-третьих, в условиях ускоренного роста технологического прогресса острую необходимость приобретает изучение применения и совмещения различных методов для достижения конкретной цели. Характер существующего положения требует разработки обобщающего исследования, посвященного изучению роли как отдельно, так и совместного воздействия акустическими волнами, так и оптическим излучением с магнитным полем.

**Целью** настоящего исследования послужило: определить степень оксигенации биологической ткани при совместном воздействии магнитного поля, лазерного излучения и акустических волн.

Для исследования используются следующие **методы**: общенаучные – анализ, синтез, индукция, дедукция. Принципы: объективности, аксиологического подхода. Для реализации цели проведен ряд исследований по изучению оксигенации биологической ткани при сочетательном воздействии.

**Результат.** Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что при совместном воздействии лазерного излучения и акустических волн совместно с магнитным полем фотодиссоциация оксигемоглобина крови позволяет повысить локальную концентрацию кислорода в биоткани. Получена кинетика насыщения биоткани кислородом у добровольцев – испытуемых в реальном масштабе времени. Максимум парциального давления кислорода в ткани при воздействии ультразвуком с плотностью мощности 4 Вт/см достигается в течение очень короткого времени; одна – две минуты с момента воздействия. При воздействии ультразвуком с плотностью мощности 4 Вт/см. кв. и резонансной частотой 30,39 кГц наблюдается рост величины оксигенации биоткани в среднем на 20 %.

В **заключении** стоит отметить, что медицинскими разработками с использованием магнитного поля и лазерного излучения уделяется особое место в исследованиях не только зарубежных ученых, но и отечественных исследователей. [1–4] Это свидетельствует лишь о том, что необходимо изучение и разработка существенно новых подходов и методов с использованием лазерного излучения и магнитных полей для физиотерапии.

### Список литературы

1. Способ локального повышения концентрации молекулярного кислорода в дерме кожной ткани // [База патентов Беларуси] / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці. [Минск, 2013]. URL: <http://bypatents.com/4-18699-sposob-uvlicheniya-koncentracii-molekulyarnogo-kisloroda-v-derme.html> (дата обращения: 20.08.17).
2. Спосіб магнітної нанотераностіки злоякісних пухлин// [База патентов Украины] / Укр. институт інтелектуал. собств. [Киев, 2016]. URL: <http://uapatents.com/6-111670-sposib-magnitno-nanoteranostiki-zloyakisnikh-pukhlin.html> (дата обращения: 18.08.17).
3. Magnetic therapy device // [Бюро по патентам и товарным знакам США] / United States Patent Application. [USA, 2011]. URL: <http://appft1.uspto.gov/netacgi/nphParser?Sect1=PTO1&Sect2=HITOFF&d=PG01&p=1&u=/netahtml/PTO/srchnum.html&r=1&f=G&l=50&s1=20110263925.PGNR>. (дата обращения: 26.07.17).
4. Способ локального повышения концентрации кислорода в кожной ткани // [База патентов Беларуси] / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці. [Минск, 2011]. URL: <http://bypatents.com/5-14254-sposob-lokalnogo-povysheniya-koncentracii-kisloroda-v-kozhnoj-tkani.html> (дата обращения: 28.07.17).
5. Золотухина, Е.И., Улащик, С.В. Основы импульсной магнитотерапии: справочное пособие. – Витебск: Витебская областная типография, 2008. – 143 с.

## ВЛИЯНИЕ НИЗКОЧАСТОТНОЙ ВИБРАЦИИ НА ОНТОГЕНЕЗ *ZEA MAYS L.*

*Тарабарова А.Г.,*

*Корниенко В.О.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*TarabarovaN@yandex.ru*

Вибрационные процессы лежат в основе многих эколого-биологических эффектов. До сих пор практически не исследованными остаются вибрационные воздействия антропогенного и естественного характера на растительные организмы в городской среде. Механизм действия вибрации на одну из самых востребованных и урожайных культур – *Zea mays L.*, на сегодняшний день не изучен. В литературе, работы, посвящённые влиянию вибрации на с/х культуры, разрознены и преследуют прикладные цели.

Образцы делились на 6 групп по 50 шт. в каждой. Первая группа – это контрольные образцы, которые произрастали в тех же условиях что и опытные, но в отсутствии вибрационной нагрузки. Группы 2-6 являются выборками, которые подвергались воздействию вибрацией в диапазоне от 10 до 50 Гц с шагом 10 Гц. Такой диапазон выбран в связи с преобладанием в техногенно загруженном регионе г. Донецка (автотранспорт, ж/д транспорт, промышленные предприятия [1; 2; 3; 4; 5; 6]) низкочастотной вибрации.

Суммарный эффект вибрации для каждой опытной группы составлял 14 ч. В результате все образцы контрольной группы попали в фазу развития всходов (у 14 наличествовал coleoptиль, у 21 был один лист, а у 15 – два), 10 Гц – 46 образцов имели развитый coleoptиль, и только 4 достигли стадии распускания одного листа; 20 Гц – 50 образцов находились в фазе всходов: выпустили coleoptиль; 30 Гц и 40 Гц претерпели наибольшие изменения вследствие вибрационной нагрузки, т.к. в среднем 30% остались не проросшими, 30% только проклюнулись и 30% выпустили небольшой стебель, в длину не превышающей 1-2 см, и только у 10% был развит coleoptиль; группа 50 Гц является наиболее приближенной к контролю, конечно, количество развитых образцов меньше, однако для развития корневой системы вибрационный фактор проявил стимулирующий эффект.

Влияние механических колебаний на длину стебля и корней кукурузы оказалось значительным ( $p > 0,95$ ) на частотах 10, 20 Гц и в большей степени ( $p > 0,99$ ) на частотах 30 и 40 Гц. Так, статистически значимое увеличение средних длин проростков кукурузы происходило при частоте 50 Гц. Подобный эффект отмечен в работе Хиженкова П.К. и Нецветова М.В. [6]. Влияние вибрации на растения в меньшей степени отразилось на значениях среднего диаметра корней и стебля. На частоте в 10 Гц отмечалось усыхание

корневой системы, что для других исследуемых частот не являлось ярко выраженным эффектом.

Мы предположили, что стресс, в виде вибрации, влияет на водный баланс растения. Исследование площади всасывающей поверхности корня показало, что стресс является ингибитором и, для опытных групп с частотой вибрации 10, 20, 30 и 40 Гц, приводит к уменьшению площади всасывания на 50-80% ( $p > 0,95$ ). Для 50 Гц снижение корневых волосков было статистически недостоверным. В заключение можно предположить, что после вибрационного воздействия происходит замедление развития растений, т.е. потенциально они вполне могут восстановиться после исключения стрессового фактора, однако повреждения корневой системы остаются. На разных частотах вибрационный эффект проявляется с разной интенсивностью, причины и механизмы которого невозможно раскрыть классическими методами исследования (наблюдение, ростовые показатели) в биологии, поэтому, изучив литературу, мы решили исследовать ткани корней и провести биохимический анализ на основе методов газовой хроматографии для опытных и контрольной групп.

#### **Список литературы**

1. Корниенко В.О. Вибрации растений, индуцированные естественными источниками и автомобильным транспортом / В.О. Корниенко, М.В. Роменский, М.В. Нецветов / Актуальные вопросы теоретической и прикладной биофизики, физики и химии. «БФФХ-2008»: Материалы IV Всеукраинской научно-технической конференции. – Севастополь: СевНТУ, 2008. – С. 155-157.
2. Нецветов М. В. Вибрационная экология леса / М.В. Нецветов // Екологія та ноосферологія. – 2008. – Т. 19, №3-4. – С. 40–50.
3. Нецветов М.В. Введение в вибрационную экологию / М.В. Нецветов, П.К. Хиженков, Е.П. Сусллова. – Донецк: Вебер, 2009. – 164 с.
4. Нецветов М. В. Вибрации деревьев, индуцированные движением трамваев / М.В. Нецветов, Е.П. Сусллова // Вісник Запорізького національного університету. Серія біологічна. – 2008. – №. 2. – С. 151–156.
5. Нецветов М. В. Механическая устойчивость деревьев к антропогенным вибрационным нагрузкам / М. Нецветов, Е. Сусллова, В. Никулина, В. Корниенко // Фізичні методи в екології, біології та медицині. Програма і збірник тез II міжнародної конференції. 2-6 вересня 2009 р., Львів-Ворохта. – С. 22–23.
6. Хиженков П., Нецветов М. Накопление свинца растениями под влиянием электрических токов и вибраций // Екологія та ноосферологія. –2006. – Т. 17, № 1–2 – С. 51–54.

## ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКЕ ПРИ ТЯЖЁЛОЙ ТРАВМЕ

*Холодняк Н.П.<sup>1</sup>,  
Калинкин О.Г.<sup>1,2</sup>, д.м.н. с.н.с.*

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

<sup>2</sup> НИИ травматологии и ортопедии Донецкого национального медицинского университета им. М. Горького, г. Донецк  
*kholodnyack.n@yandex.ua*

**Введение.** Из существующих методов оценки кровопотери наиболее достоверным является красочный метод определения ОЦК с помощью краски синего Эванса (Т-1824). В настоящее время этот метод не применяют из-за его токсичности. Вместе с тем данные исследования ОЦК, проведённые в динамике могут раскрыть особенность динамики восстановления объёма крови. При анализе состояния гемодинамики мы использовали как данные текущих исследований, так и архивные данные собственных исследований прошлых лет.

**Актуальность.** Ясность в оценку состояния гемодинамики при политравме можно внести, если оценивать не только уровень артериального давления, но и величину показателей, участвующих в его формировании (производительность сердца), периферическое сосудистое сопротивление, массу циркулирующей крови).

**Цель.** Определить простую и доступную методику оценки состояния центральной гемодинамики у пострадавших с тяжёлой травмой.

**Результаты.** Показатели центральной гемодинамики исследованы у 207 пострадавших. При оценке степени шока применяли двухступенную классификацию, предложенную М.М. Рожинским, выделив «легкий» и «тяжелый» шок.

Наиболее выраженная кровопотеря была отмечена в группе пострадавших с «тяжелым шоком», ИШ у них составил  $1,37 \pm 0,1$ , что соответствовало потере более 40% ОЦК. У этой группы больных отмечалось снижение, как СИ так и удельного периферического сопротивления, что свидетельствовало о декомпенсации кровообращения. В литературе такая декомпенсация объясняется посттравматической миокардиодистрофией. Мы же усматриваем ее причину, прежде всего, в уменьшении венозного возврата крови, что подтверждается низкими показателями ЦВД и снижением транспортной функции крови.

При анализе полученных данных определенную сложность представила интерпретация динамики изучаемых показателей от тяжести шока и сроков исследования. Поэтому, принимая во внимание, что уровень артериального давления зависит от величины ОЦК, производительности сердца, общего

периферического сосудистого сопротивления нами на основе этой зависимости усовершенствованна классификация состояния гемодинамики, которая наиболее полно отражает её состояние при травме.

**В заключении** стоит отметить, что основными моментами, определяющими характер компенсации и субкомпенсации могли быть гиповолемия, повреждение ЦНС, боль, анемия, нарушение внешнего дыхания, гипертермия и др. нарушения функции органов и систем. Дефицит ОЦК обуславливая сосудистую компенсацию, повреждение ЦНС, нарушения дыхания, анемия-объемную. Кроме того речь идет о преимущественном влиянии ведущего из них.

### **Список литературы**

1. Калинин О.Г., Калинин А.О. К патогенезу травматической болезни / О.Г. Калинин, А.О. Калинин // Скорая медицинская помощь. – 2003. – № 4. – С. 30-34.
2. Калинин О.Г., Килимниченко О.И. Травматическая болезнь. Анестезиология: В 5 томах / Под ред. чл. корр. В.И. Черния и проф. Р.И. Новиковой. – К.: Здоров'я, 2004. – Т. 3: Интенсивная терапия при неотложных состояниях. – С. 81-99.
3. Ельский В.Н. и др. Концепция травматической болезни на современном этапе и аспекты прогнозирования ее исходов // Архив клинической и экспериментальной медицины. – 2003. – Т. 12, №1. – С. 87-92.
4. Гуманенко Е.К. Политравма: травматическая болезнь, дисфункция иммунной системы, современная стратегия лечения / Е.К. Гуманенко, В.К. Козлов – М.: ГЭОТАР Медиа, 2008. – 608 с.
5. Климовицкий В.Г., Калинин О.Г. Травматическая болезнь с позиций представлений о системном ответе на травму / В.Г. Климовицкий, О.Г. Калинин // Травма. – 2003. – Т. 4, № 2. – С. 123-130.

УДК 581.5 : 502.4

**ПОДХОДЫ РОССИЙСКИХ УЧЕНЫХ В ИЗУЧЕНИИ  
ПЫЛЕФИЛЬТРУЮЩЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕНДРОПАРКОВЫХ  
НАСАЖДЕНИЙ ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА В ДОНБАССЕ**

*Авдеева А.В.,*

*Сафонов А.И.*, к.б.н., доцент

ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет", г. Донецк

*andrey\_safonov@mail.ru*

Оптимизация урбанизированной среды, прежде всего, зависит от правильного решения экологических задач, важнейшая из которых – благоустройство зеленой зоны города [1, 4, 5, 11, 14, 15].

Рекреационные зоны создают на территории города благоприятные микроклиматические и санитарно-гигиенические условия, способствующие улучшению функциональной организации городской территории, являются средством натурализации городского пейзажа [4, 8, 10, 13].

Гигиеническое значение зеленых насаждений состоит в снижении запыленности атмосферного воздуха и уменьшении содержания в нем вредных химических веществ, улучшении микроклимата территорий и помещений, обогащении воздуха кислородом и фитонцидами [1, 5, 6, 7, 12, 13]. Декоративно-планировочные зеленые насаждения используют для создания привлекательных жилых районов, что способствует организации полноценного отдыха в условиях, приближенных к природным, улучшает настроение и повышает жизненный тонус человека [5, 8, 9, 15, 16].

Оценка пылеосаждения в течение конкретного времени приводилась лишь в работе ряда авторов [5, 7-9, 12, 16]. Остальными авторами исследовалась способность к пыленакоплению листьями без учета сроков, в течение которых этот процесс осуществлялся [2, 14, 15]. Однако уровень накопления пыли к моменту определения только частично отражает способность растений к пылепоглощению и правильно оценить средоочищающую роль растительности в течение всего вегетационного периода практически невозможно.

Количество осаждаемой пыли листьями лесных видов изучал Н.В. Подзоров [9]. Листья древесных растений задерживают до 40 % от валового количества выпавшей пыли, что составляет 1,2...3,2 г/м<sup>2</sup> листовой поверхности. Самым большим накопителем пыли оказалась береза повислая *Betula pendula* Roth с наибольшей пылефильтрующей способностью (до 70 % всей выпавшей пыли). Известно, что широколиственные виды в городе



осаждают до 30 % и хвойные – до 42 % общего количества выпавшей пыли. Древесные растения в лесу и парке со стандартной плотностью кроны улавливают до 199,22 кг/га частиц пыли в течение вегетационного периода, из которых 15,07 кг/га составляет азот, что служит дополнительным источником питания для растений [7, 9, 15, 16].

Ученые [5, 6, 12] оценивали количество пыли городскими насаждениями из дуба черешчатого (*Quercus robur* L.), дуба красного (*Quercus rubra* L.) и конского каштана обыкновенного (*Aesculus hippocastanum* L.) на расстоянии 1, 5, 25, и 100 м от проезжей части, установив пылеуловители на трех высотах – 1, 2,5 и 4 м. На расстоянии 5 м от полотна дороги отложение пыли на 1 м высоты в придорожных посадках на трех пробных площадях было соответственно 54, 59, 72 % от количества пыли, осевшей непосредственно на улице. Наибольшее количество пыли задерживает дуб черешчатый – 6103 мг/м<sup>2</sup>, среднее у каштана конского – 2303 мг/м<sup>2</sup> и наименьшее у дуба красного – 1080 мг/м<sup>2</sup>.

Количество тяжелых металлов на поверхности данных видов повторяет эту закономерность. С удалением от автомагистрали количество пыли на листьях значительно уменьшается: у дуба черешчатого – в 8 раз, у каштана конского – в 5 раз и у дуба красного – в 2,7 раза и варьирует в границах от 400 до 750 мг/м<sup>2</sup>. Минеральная часть осажденной пыли составляет 60 % общего ее количества [7-9, 16].

Городские зеленые насаждения шириной 5 м, примыкающие непосредственно к автомагистралям, задерживают 40...45 % всей выпавшей пыли, а при ширине 25 м – до 70 % [2, 5, 6, 12].

Таким образом, поставленная задача по изучению пылефильтрующей роли растений в промышленном городе рассматривается нами как актуальная и требующая реализации научного эксперимента задача.

Древесные и кустарниковые виды в рекреационных зонах г. Енакиево представлены достаточно разнообразно, что позволяет рассматривать результат зеленой архитектуры промышленного города успешным. Эффективность их оптимизационных структур тесно сопряжена со строением листового аппарата, его формой, размерами, характером скульптурированности, архитектоникой в побегообразовании и общей морфологии кроны, что требует детального изучения на доступных модельных объектах. Собранный иллюстративный материал и списки видов древесных и кустарниковых растений г. Енакиево представляют собой научный и практический интерес, доказывают наличие больших капиталовложений в зеленую архитектуру промышленно развитого города.

Максимальная аккумуляция пыли была внутри придорожной посадки и достигала 9-10-кратного увеличения по сравнению с отложением пыли на открытой поверхности. Анализ всех данных показал, что метеорологические условия каждого года оказывают огромное влияние на количество пыли, адсорбированной поверхностью дерева. По степени пылеулавливания в мониторинговых точках рекреационных территорий города Енакиево

растения распределены следующим образом (по возрастанию показателя): *Fraxinus lanceolata* Borkh.; *Ulmus laevis* Pall.; *Acer platanoides* L.; *Robinia pseudoacacia* L.; *Populus nigra* L.

### Список литературы

1. Боговая И.О. Озеленение населенных мест / И.О. Боговая, В.С. Теодоронский. М.: Агропромиздат, 2010. 239 с.
2. Булохов А. Д. Экологическая оценка среды методами фитоиндикации / А.Д. Булохов. Брянск, 2016. 104 с.
3. Глухов А.З. Перспективы проведения фитоиндикационного мониторинга техногенно трансформированных экотопов // Промышленная ботаника. 2002. Вып. 2. С. 7–14.
4. Забелина Е.В. Поиск новых форм в ландшафтной архитектуре. М.: Архитектура–С, 2016. 156 с.
5. Кулагин А. Ю. Тополя в Предуралье: дендро-экологическая характеристика и использование / А. Ю. Кулагин, И. Р. Кагарманов, Л. Н. Блонская. Уфа: Гилем, 2000. 124 с.
6. Михайлова Т.А. Эколого-физиологическое состояние лесов, загрязняемых промышленными эмиссиями: дисс. ... д-ра биол. наук: 03.00.16 / Михайлова Т.А. – Иркутск: СИФиБР, 2015. 47 с.
7. Николаевский В.С. Методика определения предельно допустимых концентраций вредных газов для растений / В.С. Николаевский, Т.В. Николаевская. М., 1988. 15 с.
8. Павлов И.Н. Древесные растения в условиях техногенного загрязнения / И. Н. Павлов. – Улан-Удэ: БНЦ СО РАН, 2005. – 370 с.
9. Подзоров Н.В. Пылефильтрующая способность насаждений / Н.В. Подзоров // Лесное хозяйство. 2015. № 1. С. 39–49.
10. Поляков А. К. Интродукция древесных растений в условиях техногенной среды / А. К. Поляков. – Донецк: изд-во «Ноулидж» (Донецкое отделение). 2009. 268 с.
11. Сафонов А. И. Индикаторная роль растений в системе управления городом в промышленном регионе / А. И. Сафонов // Экологическая ситуация в Донбассе. М.: Изд-во МНЭПУ, 2016. – С. 288–294.
12. Серебрякова Л.К. Допустимые концентрации токсических веществ в атмосферном воздухе для древесной растительности / Л.К. Серебрякова // Газоустойчивость растений. Новосибирск: Наука, 2013. С. 184–185.
13. Таксация леса: теоретические основы вычислений: учебное пособие / Г.В. Матусевич, Л.В. Стоноженко, Н.Г. Иванов и др. М.: МГУЛ, 2015. 181 с.
14. Тищенко Н.Ф. Охрана атмосферного воздуха. Расчет содержания вредных веществ и их распределение в воздухе. Справочник. М.: Химия, 2004. 262 с.
15. Цельникер Ю.Л. Определение листовой массы древостоя без отрывания листвы / Ю.Л. Цельникер // Ботанический журнал. 1963. № 4. С. 557–563.
16. Чернышенко О.В. Пылефильтрующая способность древесных растений // Лесное хозяйство. 2014. Вып. 3. С. 3–12.

## ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНОГО РАЗМНОЖЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ И СОРТОВ РОДА *JUNIPERUS L.*

*Андрющенко А.И.,*

*Гридько О.А.*, к.б.н., доцент

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*nasta.and1997@mail.ru*

На сегодняшний день представители рода *Juniperus L.* (можжевельник) являются неотъемлемыми элементами ландшафтного оформления города Донецка из-за их неприхотливости, долговечности, стойкости к неблагоприятным факторам окружающей среды. Кроме того, многочисленные формы этого вида отличаются высокими декоративными качествами, формой кроны, структурой и окраской хвои [1].

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.

Цель работы – изучить вегетативное размножение видов и сортов рода *Juniperus* прошедшие интродукционные испытания в ГУ «Донецкий ботанический сад», а именно: *Juniperus virginiana L.*, *J. sabina L. 'Tamariscifolia'*, *J. sabina 'Blue Danube'*, *J. horizontalis L. 'Wiltonii'*.

Процесс высаживания осуществлялся по основным методам черенкования [1]. Эксперимент был заложен весной, но из-за продолжительных холодов сроки вегетации перенесли с середины апреля на май. Почву предварительно смешали с песком. Для стимуляции роста черенки обработали в ИМК в концентрации 2000 мг/л. Пятьдесят два черенка были обработаны стимулятором в течение 20 сек. Для дальнейшего укоренения черенки помещали в теплицу, где были созданы все необходимые условия и агротехнические работы.

Можно отметить, что процесс укоренения опытных растений *J. sabina 'Tamariscifolia'* составляет 100 %, *J. virginiana* 80 %, *J. horizontalis 'Wiltonii'* 30 %, *J. sabina 'Blue Danube'* 30%.

Таким образом, процесс укореняемости у испытуемых видов довольно различный. Лучшими показателями отмечены *J. sabina 'Tamariscifolia'* и *J. virginiana*, следовательно, именно эти виды можно рекомендовать к промышленному размножению.

### Список литературы

1. Глухов А. З., Шпакова О.Г. Ускоренное размножение хвойных в условиях юго-востока Украины. – Донецк: Норд-Пресс, 2006. – 135 с.

## РЕПРОДУКТИВНАЯ СПОСОБНОСТЬ НЕКОТОРЫХ ОДНОЛЕТНИХ ВИДОВ ДЕКОРАТИВНЫХ ЗЛАКОВ В ТЕХНОГЕННЫХ УСЛОВИЯХ ДОНБАССА

**Борисова А.Ю.**

**Гридько О.А.**, к.б.н., доцент

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*anichka.borisova.ne@mail.ru*

Одной из важных задач современного зеленого строительства является расширение ассортимента декоративных растений, устойчивых к антропогенному влиянию техногенной среды. Среди большого разнообразия декоративных растений природной флоры, востребованными являются экологически пластичные представители семейства Poaceae Barnh., устойчивые к лимитирующим факторам окружающей среды и характеризующиеся длительным декоративным видом на протяжении вегетационного периода [1].

Цель работы – изучить репродуктивную способность некоторых однолетних видов декоративных злаков в техногенных условиях Донбасса.

Предмет исследования – низкорослые однолетние декоративные злаки: *Briza maxima* (L.), *B. Minor* (L.), *Lagurus ovatus* (L.), *Lamarkia aurea* (L.) Moenh и *Phalaris canariensis* (L.).

В лабораторных условиях нами изучена энергия прорастания и всхожесть зерновок. Отмеченные виды обладают как высокой (*Briza maxima*, *B. minor*, *Lagurus ovatus*) так и низкой (*Lamarkia aurea*, *Phalaris canariensis*) всхожестью прорастания [1].

Нами выявлен эффективный способ семенного размножения, который заключается в ранних сроках пикирования растений, что обеспечивает высокий процент их приживаемости.

При разных сроках пикирования растений, наблюдается тенденция к снижению всех качественных показателей роста надземной части, соцветия и листовой пластинки однолетних декоративных злаков [1].

На основании полученных данных установлено, изученные виды однолетних декоративных злаков приспособлены к климатическим условиям Донбасса, о чем свидетельствует устойчивость растений к неблагоприятным факторам техногенной среды, переход в генеративное состояние и способность формировать жизнеспособный семенной материал.

### Список литературы

1. Глухов О.З. Інтродуктовані декоративні злаки в умовах південного сходу України / О.З. Глухов, О.О. Гридько. – Донецьк. 2012. – 240

## ПОИСК НОВЫХ ДЕНДРОИНДИКАТОРОВ СОСТОЯНИЯ ТЕХНОГЕННОЙ СРЕДЫ ГОРОДА ДОНЕЦКА

**Вербий В.В.**

**Гридько О.А.**, к.б.н., доцент

ГОУВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*verbij.valeria@yandex.ru*

В условиях нарастающих темпов урбанизации наиболее острые экологические проблемы связаны с техногенным загрязнением окружающей среды. В этой связи для озеленения крупных промышленных центров важное значение приобретают древесные формы растений, которые являются удобным и перспективным объектом для биологических исследований [1]. Дендроценозы в промышленных регионах и урбанизированных комплексах рассматривают как основное средство улучшения качества техногенной среды. Среди листопадных древесных растений города Донецка одними из наиболее ценных являются виды рода *Acer* L. [4].

Большое количество видов и форм, декоративные качества, быстрый рост, физико-механические качества древесины и красивая ее текстура, медоносность цветков, обильное выделение сладкого сока весной, отличные фитонцидные свойства, положительное влияние на почву – всё это ставит клены в один ряд с наиболее ценными видами древесных растений [4].

Анализ научных публикаций свидетельствует, что определенные виды рода *Acer* являются индикаторами интегрального загрязнения [1].

Цель исследования – выявить возможность оценки состояния окружающей среды по интенсивности проявления флуктуирующей асимметрии *Acer pseudoplatanus* L. [3].

Сбор материала проводился в августе – сентябре 2017 г. в пяти мониторинговых точках г. Донецка, одна из которых является контрольной. Для анализа собрано по 30 неповрежденных листочков. Для каждого листка было выделено по 5 параметров как с левой так и с правой части листовой пластинки относительно центральной жилки. Измеряли собранный материал по общепринятой методике [2].

Таким образом, *A. pseudoplatanus* является одним из устойчивых дендроиндикаторов состояния техногенной среды промышленного региона. Но также стоит принять во внимание стабильность показателей экомониторинга на протяжении периода исследования.

## Список литературы

1. Виноградова Е. Н. Индивидуальная устойчивость растений *Acer platanoides* L. к выхлопным газам автотранспорта / Виноградова Е. Н. // Від заповідання до збалансованого природокористування: Матеріали Міжнародної конференції (20 – 22 березня 2013 р., м. Донецьк). – Донецьк, 2013. – с. 108 – 109 .
2. Гаврикова В. С. Використання *Acer platanoides* L. для біоіндикації екологічного стану міських територій // Роль ботанічних садів і дендропарків у збереженні і збагаченні біологічного різноманіття урбанізованих територій: Матеріали міжнародної наукової конференції (Київ, 28-31 травня 2013 р.) / Гол. ред. В. Г. Радченко.– Київ: НЦЕБМ НАН України, ПАТ «Віпол», 2013. – с. 58 – 59.
3. Глухов А. З. Прогноз использования фитоиндикационных в биологической рекультивации техногенных земель /А. З. Глухов, С. В. Третьяков, С. П. Жуков, С. И. Прохорова, И. В. Агурова, А. И. Хархота, Ю. А. Штирц / Под. ред. А. З. Глухова – Донецк, 2012. – 56 с.
4. Фонотова В. А. Виды рода *Acer* L. в насаждениях г. Донецк/ Фонотова В. А. // 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 г. – с. 33 .

## ФИТОХИМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ХВОИ И ВЕТОК СОСНЫ КРЫМСКОЙ

<sup>1</sup>Виноградова Н.А., <sup>2</sup>Попович В.П.,

<sup>2</sup>Глухов А.З., д.б.н., профессор

<sup>1</sup>ГУ «Донецкий ботанический сад», г. Донецк

<sup>2</sup>Донецкий национальный медицинский университет

им. М. Горького, г. Донецк

*Arina0@meta.ua*

В последнее время во всем мире значительно увеличился интерес к лекарственным средствам на основе растительного сырья. Они обладают такими преимуществами, как высокая степень безопасности, достаточная эффективность и возможность длительного использования без существенных побочных явлений [1]. Значительное количество лекарственных растений издавна используется в народной медицине, однако не являются фармакопейными. Химический состав таких растений изучен недостаточно, поэтому исследование содержания различных групп биологически активных веществ и анализ их терапевтической ценности представляется актуальным. К таким растениям относится сосна крымская (*Pinus pallasiana* D. Don). Она высокопродуктивна и устойчива к условиям климата сухой степи [2]. Из растительного сырья сосны получают живицу, смолу, скипидар, канифоль, которые издавна используют в народной медицине [3]. В официальной медицине России и Украины это растение не используется и данных по его химическому составу крайне мало. В связи с этим целью данного исследования является фитохимическое исследование хвои и веток *P. pallasiana*, а также оценка перспективности их использования в качестве лекарственного сырья.

Сбор сырья проводили на территории Донецкого ботанического сада. Основные группы биологически активных веществ идентифицировали с помощью общепринятых качественных реакций, для количественного определения использовались инструментальные фармакопейные методы определения [4].

В результате качественного исследования состава хвои и веток *P. pallasiana* были выявлены органические, гидроксикоричные кислоты, аскорбиновая кислота, полисахариды, эфирные масла, флавоноиды, конденсированные дубильные вещества. Также в хвое обнаружили наличие стероидных сапонинов. Результаты анализа количественного содержания некоторых групп биологически активных веществ представлены в таблице 1.

Полученные результаты были сравнимы с содержанием данных веществ в фармакопейных растениях, используемых в качестве их источников в официальной медицине. Содержание значительного количества

полисахаридов, дубильных веществ, аскорбиновой кислоты и флавоноидов в хвое и ветках *P. pallasiana* позволяет прогнозировать их иммуностимулирующее, противовоспалительное, вяжущее, бактерицидное, кровоостанавливающее и антиоксидантное действие.

Таблица 1

Количественное содержание биологически активных веществ в сырье *Pinus pallasiana* D. Don  
(в пересчете на абсолютно сухое сырье), %

Класс БАВ	Количественное содержание, %		Метод количественного определения
	в ветках	в хвое	
флавоноиды	2,08±0,12 (в пересчете на рутин)	2,33±0,29 (в пересчете на рутин)	Дифференциальная спектофотометрия
дубильные вещества	1,70±0,15 (в пересчете на танин)	1,89±0,08 (в пересчете на танин)	Титриметрия
аскорбиновая кислота	0,09±0,02	0,18±0,03	Титриметрия
полисахариды	16,75±0,56	10,04±0,18	Гравиметрия
органические кислоты	0,78±0,19 (в пересчете на яблочную кислоту)	1,18±0,04 (в пересчете на яблочную кислоту)	Титриметрия
гидроксикоричные кислоты	2,59±0,35 (в пересчете на хлорогеновую кислоту)	2,53±0,48 (в пересчете на хлорогеновую кислоту)	Дифференциальная спектофотометрия

Таким образом, ветки и хвоя *P. pallasiana* являются перспективным сырьем для изготовления лекарственных препаратов.

### Список литературы

1. Петров Е.В., Асеева Т.А., Чехирова Г.В. Теоретические предпосылки разработки рецептур многокомпонентных фитопрепаратов на основе опыта традиционной медицины // Бюллетень восточно-сибирского научного центра Сибирского отделения Российской Академии Медицинских Наук. 2009. №3. С. 222-224.
2. Коршиков И.И. Популяционная генетика и репродуктивная биология сосны крымской. Донецк: Изд-во «Ноулидж» (донецкое отделение), 2010. 243 с.
3. Флора СССР. В 30-ти томах / В.Л. Комаров [и др.]. М.: Изд-во Академии Наук СССР, 1934. Т. 1. 302 с.
4. Государственная Фармакопея Российской Федерации. М.: МЗ РФ, 2015. XIII изд. Т. 2. 1004 с.



**ПРЕДСТАВИТЕЛИ РОДА *PENSTEMON* SCHMIDEL. В КОЛЛЕКЦИИ  
ЦВЕТОЧНО-ДЕКОРАТИВНЫХ РАСТЕНИЙ ГУ «ДОНЕЦКИЙ  
БОТАНИЧЕСКИЙ САД»**

*Дикая А.А.*

*Демьяненко Т.В.*, к.б.н., доцент

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*asterisk\_19@list.ru*

Свое латинское название род получил в 1748 году благодаря британскому собирателю растений, доктору Джону Митчеллу, работавшему в 1735-1746 годах в Америке. Большинство ботанических источников утверждает, что слово *Penstemon* происходит от греческих слов «*pente*» - пять и «*stemon*» - нить и указывает на наличие пяти тычинок в цветке [4].

Род *Penstemon* имеет наибольшую представленность в Северной Америке и Восточной Азии. Большинство видов – травянистые многолетники, реже кустарники или полукустарники. Высота может варьировать от 10 см до 3-х метров. В Северной Америке виды рода *Penstemon* часто используют в ландшафтном дизайне, многие из них произрастает в пустыне или высокогорных районах и, таким образом, весьма выносливы [1].

В Европе пенстемон естественно произрастает крайне редко, в основном культивируется. На территории Российской Федерации произрастает один вид семейства Норичниковые – Пенстемон Хартвейга (*Penstemon hartwegii*), который является малораспространенным в цветочном оформлении, а за рубежом используется достаточно широко [2].

Следует отметить Томский государственный университет, сотрудниками которого был изучен химический состав видов рода *Penstemon* и найден новый гликозид [3].

В степной зоне представители названного рода не встречаются, их только культивируют в садах, частных коллекциях и научно-исследовательских учреждениях. К последним относится ГУ «Донецкий ботанический сад», который одновременно является крупнейшим в промышленном регионе.

Следует отметить, что виды р. *Penstemon* - это безрозеточные или полурозеточные корневищные хамефиты или гемикриптофиты. Соцветия верхушечные, кистевидно-метельчатые или мутовчатые. Листья купные, супротивные. Растения не прихотливые к условиям выращивания, зимо- и засухоустойчивые. Размножаются делением куста и семенами. Сенцы зацветают на 2-й год [5].

Сотрудники Донецкого ботанического сада рекомендуют в Донецком регионе использовать виды р. *Penstemon* для среза, групп и солитерных

посадок, миксбордеров, рокариев, бордюров. В промышленных регионах рекомендуют привлекать новые виды растений, которые способны не только адаптироваться к природно-климатическим условиям региона, но и выдерживать угрожающий и опасный уровень промышленного загрязнения воздуха и почвы, данный род в этом плане весьма перспективен.

### Список литературы

1. Define *penstemon* <https://penstemon.askdefine.com/> (16.09.2017)
2. Особенности селекционной работы с линиями Пенстемоном Хартвейга (*Penstemon hartwegii*) в условиях защищенного грунта <http://naukarus.com/osobennosti-selektionnoy-raboty-s-liniyami-penstemon-hartveuga-penstemon-hartwegii-v-usloviyah-zaschischennogo-grunta> (18.09.2017)
3. Фитохимическое изучение интродуцированных видов рода *Penstemon* <https://www.kazedu.kz/referat/201433> (18.09.2017)
4. Пенстемон – английский любимец из Нового Света [https://www.greeninfo.ru/grassy/penstemon/penstemon--anglijskij-ljubimec-iz-novogo-sveta\\_art.html](https://www.greeninfo.ru/grassy/penstemon/penstemon--anglijskij-ljubimec-iz-novogo-sveta_art.html) (18.09.2017)
5. Цветочно-декоративные многолетники открытого грунта / В.В. Баканова.- Киев: Наук. думка, 1983.- 156 с.

УДК 581.522.4:581.6(477.62)

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА SCROPHULARIACEAE JUSS. В ОЗЕЛЕНЕНИИ ДОНБАССА

*Дикая А.А.,*

*Макогон И.В.<sup>1</sup>*, к.б.н.

*Демьяненко Т.В.<sup>2</sup>*, к.б.н., доцент

<sup>1</sup>ГУ «Донецкий ботанический сад», г. Донецк

<sup>2</sup>ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*innamakogon@gmail.com*

Неотъемлемой частью современного городского озеленения является создание цветников различного функционального назначения, поэтому важнейшей задачей цветоводства является расширение ассортимента цветочно-декоративных растений. Один из основных путей решения этой задачи – интродукция видов мировой флоры [1]. В Донецком ботаническом саду проводится работа по интродукции новых для Донбасса цветочно-декоративных растений. Данное направление включает мобилизацию исходного растительного материала, создание коллекционного фонда как базы для проведения научных исследований, интродукционного испытания и изучения растений в новых для них условиях, создания экспозиций и как

результат – отбор перспективных видов и сортов для использования в зеленом строительстве [2].

Большое внимание уделяется введению в культуру декоративных видов природной флоры, которые отличаются неприхотливостью в культуре, устойчивостью к болезням и вредителям, оригинальностью, становятся основой для выведения новых сортов. [1, 2].

К таким видам, заслуживающим внимания, относятся представители семейства Scrophulariaceae Juss. В Донецком ботаническом саду сформирована коллекция «Норичниковые», объединяющая три рода сем. Scrophulariaceae: *Digitalis* L., *Penstemon* Schmidel, *Veronica* L. [3]. Цель данной работы – оценить перспективы использования видов рода *Penstemon* для озеленения Донбасса.

Род *Penstemon* объединяет более 270 видов, в большинстве – эндемики Северной Америки. Виды рода отличаются морфологическим разнообразием и адаптированы к широкому спектру экологических условий: многие виды растут на скалистых склонах, распространены в засушливых западных районах США, другие произрастают во влажных регионах [4]. Целый ряд видов имеют высокую декоративную ландшафтную ценность, обусловленную яркими соцветиями во время цветения и устойчивостью к засушливым условиям, но в целом виды не получили широкого распространения, так как большинство из них массово цветут в течение нескольких недель вегетационного периода [5].

В коллекции Донецкого ботанического сада представлены 9 видов рода *Penstemon*: *Penstemon barbatus* (Cav.) Roth, *P. digitalis* Nutt. *P. grandiflorus* Nutt., *Penstemon hartwegii* Benth., *P. hirsutus* (L.) Willd., *P. ovatus* Douglas, *P. pinifolius* Greene, *P. serrulatus* Menz. ex Sm., *P. strictus* Benth. и один сорт *P. digitalis* Huskers Red. Все виды в условиях интродукции являются многолетними травянистыми растениями, за исключением *P. hartwegii*, который в условиях культуры выращивается как однолетнее растение (высаживают в открытый грунт во второй декаде мая).

В первой–второй декаде марта в условиях интродукции начинается отрастание. Бутонизация и начало цветения наблюдается в третьей декаде мая, а массовое цветение – в первой–второй декаде июня. Первыми зацветают *P. ovatus*, *P. serrulatus*, *P. hirsutus* *P. grandiflorus*; через неделю массовое цветение отмечено у *P. digitalis*, *P. strictus*, *P. barbatus* и *P. pinifolius*. Массовое цветение большинства видов продолжается до середины июля. Конец цветения наблюдается в конце июля. При этом у видов *P. serrulatus*, *P. hirsutus*, *P. pinifolius*, *P. strictus*, *P. hartwegii* единичное цветение продолжается до конца сентября. Все виды образуют семена. Созревание семян в условиях интродукционного пункта происходит во второй декаде августа – второй декаде сентября. Исследуемые виды являются засухоустойчивыми и зимостойкими. Размножаются семенами и укоренением черенков, делением куста, самосев не образуют.

Таким образом, виды рода *Penstemon* могут широко использоваться в многофункциональных цветниках, для групповых посадок, рокариев и альпийских горок, миксбордеров.

### Список литературы

1. Декоративные травянистые растения мировой флоры в Донецком ботаническом саду / Крохмаль И.И. [и др.]. Донецк, 2011. 168 с.
2. Баканова В.В. Цветочно-декоративные многолетники открытого грунта. Киев: Наук. думка, 1984. 155 с.
3. Тахтаджян А.Л. Система магнолиофитов Л.: Наука, 1987. 439с.; Takhtajan A. Flowering Plants. Second Edition. Springer-Verlag, 2009. P. XLV+872.
4. Phylogeny, taxonomic affinities, and biogeography of *Penstemon* (Plantaginaceae) based on ITS and cpDNA sequence data / Wolfe A.D. [et al.] // Amer. J. Bot. 2006. 93(11). P. 1699–1713.
5. Lindgren D., Wilde E. Growing Penstemons: species, cultivars and hybrids. Infinity. 2003. Publishing, Harverford, Penn.

УДК 574.5

## ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ СТОЧНЫХ ВОД РЕКИ КАЛЬМИУС

*Ермолаева С.А.,*

*Мирненко Э.И.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*Sonechka98ermolaeva@mail.ru*

Сточные воды представляют один из важнейших негативных антропогенных факторов. Для обеспечения эколого-гигиенической безопасности здоровья населения необходимо располагать данными о токсичности и опасности образующихся отходов. Необходимые сведения можно получить при помощи биологических исследований, которые основаны на связи видового разнообразия живых организмов и качества их среды обитания. Такой метод является более простым и дешевым, по сравнению с другими методами.

Целью данной работы является обзор источников информации по биоиндикации сточных вод.

Многие исследователи для определения состояния водной среды используют фитопланктон. Так как он является важным компонентом водных систем, активно участвует в формировании качества воды и является чутким показателем состояния водных экосистем в целом.

Отбор проб проводят в течение года. Способ отбора (места отбора, пространственные и временные масштабы отбора, выбор оборудования, количество проб) определяется в зависимости от поставленной задачи. После отбора проб, для проведения количественного учета фитопланктона

производят их сгущение. В зависимости от задач и размера пробы, применяют различные методы: 1. осадочный метод – основан на отстаивании воды в бутылках определенного объема, с предварительной фиксацией раствором формальдегида; 2. фильтрационный метод – основан на сгущении организмов через мембранные фильтры. 3. метод центрифугирования - используется, когда плотность природного фитопланктона достаточно низка и микроскопирование содержимого выборки напрямую затруднено. Этот метод позволяет сконцентрировать пробу в 10-50 раз.

Методика оценки состояния водного объекта будет основана на показателях сапробности вод, которая вычисляется на основе списка видов водорослей, обнаруженных на данном участке водного объекта, и их количественных показателей [1].

Водоёмы, находящиеся в черте города Донецка, являются ярким примером водных объектов, испытывающих значительную антропогенную нагрузку. Наличие промышленного сектора, интенсивное водопользование, сброс промышленных и бытовых сточных вод, неконтролируемые ливневые стоки привели к критическому состоянию водных объектов. Дальнейшие исследования мы планируем проводить, в нижнекальмиусском водохранилище р. Кальмиус.

Расположение водохранилища таково, что в основном все крупные предприятия Донецка сосредоточены вблизи реки и являются непосредственными источниками ее загрязнения. В частности, это такие предприятия как Донецкий металлургический завод (ДМЗ), который сбрасывает сточные воды из ливнеотстойника электросталеплавильного цеха (ЭСЦ) в р. Кальмиус, шахтные воды шахты им. Горького и шахты им. А.Ф.Засядько, а также значительный вклад в загрязнение реки вносят поверхностный сток с территории города и расположенные вблизи реки породные отвалы и свалки бытового мусора.

В результате обзора источников информации установлено, [2] что в среднем за год сбрасывается 505 тыс. тонн сульфатов, 256 тыс. тонн хлоридов, 14 тыс. тонн нитратов, 106 тонн нефтепродуктов. В воде практически всех рек Донбасса наблюдается повышенное содержание солей. Одной из основных причин этого является сброс высокоминерализованных шахтных вод, с которыми в реки за год поступает более 1 млн. тонн солей. Бассейн р. Кальмиус имеют выпуск сточных вод более 50% крупных и мелких предприятий, из них более 20% являются предприятия угольной промышленности. Вода имеет место повышенного ПДС (предельно допустимого сброса) по содержанию тяжелых металлов таких как Co, Si, Cd, Cr, Zn, Pb, Mn, Ni. Близ ДМЗ превышение наблюдается по марганцу в 1,7 раз - до ЭСЦ и по хрому в 2 раза - после ЭСЦ. В сбросах шахты им. А.Ф. Засядько имеется превышение по свинцу в 1,2 раза, марганцу в 2 раза.

Таким образом, можно сделать вывод, что вследствие деятельности промышленных предприятий, состояние водных ресурсов г. Донецка неудовлетворительно, и требует проведения биоиндикационного анализа.

## Список литературы

1. Макрушин А.В. Биологический анализ качества вод / А.В.Маркушин. – Зоол. ин-т АН СССР, 1974. – 60 с.
2. Земля тривоги нашої. За матеріалами доповіді про стан навколишнього природного середовища в Донецькій області у 2008 році / Під ред. С.В.Третьякова. - Донецьк: Новий мир. - 2009.- 158 с.
3. Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів./Збірка доповідей I Міжнародної наукової конференції аспірантів та студентів. Т.1-Донецьк: ДонНТУ, ДонНУ. (с.88-89).

УДК 574.5

## ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РЕКИ КАЛЬМИУС

*Ефремова А.В.,  
Мирненко Н.С.*

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

Экологическое состояние водных объектов Донецкого региона неразрывно связано с качеством воды в реке Кальмиус и ее притоках. И поэтому проблема охраны бассейна реки Кальмиус и рационального использования приобретает особенное региональное значение.

В связи с вышесказанным, целью работы было изучение гидробиологических особенностей и видового состава водорослей реки Кальмиус, что представляет собой важную практическую роль.

Анализ источников литературы по качеству воды в реке показал, что отклонения показателей наблюдаются, по нефтепродуктам, фенолам, тяжелым металлам, сульфидам, сульфатам, взвешенным веществам и сухому остатку [1].

В 2016-2017 году были отобраны пробы воды. В результате исследования были определены органолептические свойства воды, а также её альгологический состав.

Отобранные пробы воды из реки Кальмиус показали, что цветность воды при виде сбоку едва бледно-жёлтая, при виде сверху – бледно-жёлтая. Запах у воды отсутствует. Водородный показатель (рН) пробы равен 5, что соответствует кислотной среде.

Анализ альгологического состава планктона показал, что в водах реки Кальмиус доминируют водоросли двух систематических отделов: *Chlorophyta* и *Bacillariophyta*. В реке Кальмиус были выделены 4 класса, 5 порядков, 7 семейств, 10 родов и 11 видов. Из них в отделе *Bacillariophyta* – 6 видов, в отделе *Chlorophyta* – 5 видов.

Таким образом, экологическое состояние бассейна р. Кальмиус требует усиления действий экологического мониторинга и контроля источников загрязнения.

#### Список литературы

1. Бутенко Э. О., А. Е. Капустин А. Е. Экологическая ситуация промышленных регионов Донбасса и Приазовья / Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2010. – Вып. 5. – С. 50-54.
2. Коршикова И.А., Состояние водных ресурсов Донецкой области и их диагностика. // Економічний вісник Донбасу. – 2011. – № 1(23). – С. 27-30

УДК 58.02

### **ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЕСКРИПТОРОВ ФОРМЫ ЛИСТЬЕВ В ЦЕЛЯХ БИОИНДИКАЦИИ НА ПРИМЕРЕ *PLATANUS* × *ACERIFOLIA* (AITON) WILLD.**

*Завалий А.А.,  
Стрельников И.И.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк  
*donnu.bio@mail.ru*

ГУ «Донецкий ботанический сад», г. Донецк  
*db.sad17@gmail.com*

Форма листовой пластинки является относительно стабильным филогенетически закрепленным признаком [1]. Все же геометрическая форма лист может изменяться в незначительных пределах вследствие адаптации к условиям окружающей среды или в результате нарушений индивидуального развития на клеточном уровне, вызванных негативными воздействиями внешних факторов [2]. Как следствие параметры геометрической формы листа могут использоваться в целях биоиндикации состояния атмосферного воздуха. Современные достижения в области анализа цифровых изображений позволяют без особых трудовых затрат получать геометрические характеристики изображенных объектов, в частности различные дескрипторы формы. При этом, названные характеристики еще не нашли широкого применения в области биоиндикационных исследований.

В связи с вышесказанным, целью данной работы стала оценка возможности использования дескрипторов формы листа (округлость и параметрическое отношение) в целях биоиндикации качества атмосферного воздуха. Для этого, выделены следующие задачи: установить дескрипторы формы листа платана кленолистного при различных уровнях антропогенного прессинга; определить мощность статистических тестов и минимальные

размеры выборок, необходимые для информативного сравнения двух и более выборок с дескрипторами формы листовой пластинки.

Листья *Platanus × acerifolia* собирали в конце вегетационного периода (сентябрь 2016 г). Для сбора материала выбрали 2 участка: Парк культуры и отдыха им. А.С. Щербакова (условный контроль) и пересечение проспекта Ильича и улицы Постышева (точка с ожидаемо высоким уровнем загрязнения воздуха). Размер выборки для одной точки составил 50 листьев. Далее получали цифровые изображения листьев при помощи сканера (разрешение сканирования 300 точек на дюйм). Изображения обрабатывали с помощью программного комплекса FIJI [3]. Для каждого листа определяли площадь листовой пластинки в пикселях, параметрическое отношение формы и округлость формы листа [4]. Округлость формы (Round) рассчитывалось по следующей формуле:  $Round = 4 S / (\pi * L_{max}^2)$ . Где: Round – значение округлости (безразмерная величина), S – площадь листовой пластинки в пикселях,  $L_{max}$  – длина большой оси минимального эллипса, описанного вокруг контуров листовой пластинки в пикселях. Параметрическое отношение (AR) рассчитывали по формуле:  $AR = L_{max} / L_{min}$ . Где AR – значение параметрического отношения (безразмерная величина),  $L_{max}$  и  $L_{min}$  – длины в пикселях большой и малой осей минимального эллипса, описанного вокруг контуров листовой пластинки, соответственно.

Статистическую значимость различий между контрольным и опытным участком по показателям AR и Round определяли через t-тест Стьюдента с поправкой на различающуюся вариацию Велса. Необходимый размер выборки определяли через оценку мощности t-теста. Для этого использовали аналитический метод [5]. Мощность рассчитывали для целевого показателя размеров выборок от 10 до 100 листьев с шагом 10 и для целевой разницы в выборочных средних равного 5 % от среднего значения контрольного участка.

Для обоих дескрипторов формы, различия в средних между тестовой и контрольной выборкой было статистически значимо. Показатели t-тест для AR:  $t = 7.0965$ ,  $df = 93.752$ ,  $p\text{-значение} = 2.412 * 10^{-10}$ . Показатели t-тест для Round:  $t = -7.0774$ ,  $df = 96.561$ ,  $p\text{-значение} = 2.352 * 10^{-10}$ . Как следует из результатов, показатель Round проявляет большие относительные различия между контрольным и опытным участками.

С целью определения размера выборки, необходимого для надежной фиксации различий между участками провели анализ мощности t-теста. Оценивали, как размер выборки влияет на вероятность статистически подтвердить отличия в средних тестовой и контрольной выборок если их средние имеют реальные отличия в размере 5 % от среднего значения контрольной выборки. Согласно результатам, 80 %-я вероятность статистически подтвердить 5 %-е реальные различия между средними значениями AR контрольной и опытной выборок достигается уже при размере выборки в 35 листьев. Для параметра округлости, минимальная выборка составляет 38 листьев.



Таким образом, оценочная мощность t-теста при полученных характеристиках распределения параметров AR и Round достаточно велика. Размер выборки в 50 листьев позволяет добиться мощности в 99.9%. При этом, оба дескриптора формы можно считать, в равной степени, подходящими для целей практической биоиндикации. Хотя показатель AR обеспечивает большую мощность t-теста, показатель Round проявляет более выраженные различия между контрольным и опытным участками.

#### Список литературы

1. Глухов А.З., Стрельников И.И. Изменчивость формы листовой пластинки видов рода *Ficus* L. В разных экологических условиях / Сибирский экологический журнал, 2014, Т. 21, № 2.– С. 259 – 272.
2. Стрельников И.И., Глухов А.З. Адаптивная функция изменчивости в жилковании листовых пластинок / Вестник ВГУ, серия: химия. биология. Фармация, 2017, № 1.– С. 102 – 110.
3. Eliceiri K.W. et al. Biological imaging software tools / Nature Methods, 2012, Vol. 9(7).– P. 697–710

УДК 58.018

### **ВЛИЯНИЕ СВЕТОВОГО И ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА НА ФЕНОФАЗЫ ВИДОВ РОДА CITRUS (L.) В УСЛОВИЯХ ЗАКРЫТОГО ГРУНТА ДОНЕЦКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА**

*Загуменный Р.А.,  
Николаева А.В., к.б.н.*

ГУ «Донецкий ботанический сад», г. Донецк  
*nikolaeva-alexandra@yandex.ru*

Одним из важнейших регулятивных факторов на протяжении всего онтогенеза растительного организма, является свет, от качественных и количественных характеристик которого зависят такие процессы, как фотосинтез, фотоморфогенез, фототропизм, фотопериодизм. Изменение чередования периодов света и темноты в течении суток, а также изменение интенсивности освещенности и спектрального состава света оказывает значительное влияние на переход растений от фазы вегетативного роста к фазе цветения. У растений в ходе эволюции выработались специфические реакции на длину дня, что является важнейшим фактором их географического распространения. При этом выявлено, что проявление фотопериодической реакции может зависеть от воздействия различных факторов среды, в первую очередь от температуры.

Определение не специфических фенофаз у растений рода *Citrus*(L.), интродуцированных в Донецком ботаническом саду, появление которых

обусловлено световым и температурным режимами оранжереи, представляет интерес для изучения адаптационных возможностей тропических по своему происхождению видов к условиям светового и температурного режимов закрытого грунта умеренных широт, а также для установления возможности массового семенного и вегетативного размножения этих растений в данных условиях.

Виды растений рода *Citrus(L.)* в местах своего естественного произрастания являются ремонтантными растениями, так как цветут 2-3 раза в год и вегетируют на протяжении всего года без четко выраженных периодов покоя. По отношению к длине фотопериода они являются растениями короткого дня, так как увеличивают прирост вегетативных органов и зацветают на коротком 10 – 12 – часовом дне [4]. Уровень освещенности для полноценного развития этих растений должен превышать 3000 люкс [1]. В условиях защищенного грунта ДБС все представители рода *Citrus(L.)* имеют 1 – 2 волны цветения и 2 периода покоя (летний и зимний), что связано со световым режимом и температурным режимом оранжереи. Так как установлено, что синие лучи по отношению к переходу растений от фазы роста к фазе цветения являются антагонистами красных лучей, при этом красный свет солнечного спектра ускоряет развитие растений длинного дня и задерживает цветение короткодневных видов растений, в то время как синий свет спектра ускоряет цветение растений короткого дня и оказывает различное воздействие на растения длинного дня – у одних видов ускоряя, а у других замедляя развитие [4]. У растений в ходе эволюции выработались специфические реакции на длину дня, что является важнейшим фактором их географического распространения. При этом выявлено, что проявление фотопериодической реакции может зависеть от воздействия различных факторов среды, в первую очередь от температуры [3]. Тропические и субтропические виды растений, как правило, относятся к растениям с короткодневной фотопериодической реакцией – постоянно развиваются при длине дня 12 – 13 часов. В умеренных широтах длина дня изменяется от 7 до 16 часов и интенсивности освещенности – от 80 – 100 тыс. люкс (летом) до 500 – 800 люкс (зимой) [1].

По продолжительности цветения виды рода *Citrus(L.)* имеют некоторые различия: наименее короткие сроки цветения отмечены у *C. aurantifolia Swingle var. limetta Risso.* – 10 – 15 дней, у *C. sinensis (L.) Osbeck* – 10 – 25 дней, а также у *C. limon cv. Lisbon* – 10 – 20 дней; наиболее длительный срок цветения отмечен у *C. reticulata var. unchui* – до 40 дней и у *C. medica L.* – до 50 дней. У большинства видов и культиваров рода *Citrus(L.)*, представленных в коллекции ДБС, продолжительность цветения составляет от 20 до 40 дней. По срокам цветения у представителей рода *Citrus(L.)* нет значительных различий, так как большинство их цветет с марта по май, но у *C. medica L.* и у *C. reticulata var. unchui* цветение наблюдается также и в июне.

Цветение видов рода *Citrus(L.)* в весенние месяцы (март – апрель) обусловлено благоприятными световым (фотопериод составляет 12–14 часов,

в спектре солнечного излучения присутствуют синие лучи, уровень освещенности значительно превышает 3000 люкс) и температурным (18 – 26<sup>0</sup> С, суточный перепад температур воздуха в пределах 10 – 12<sup>0</sup> С) режимами.

У всех представителей рода *Citrus(L.)* в коллекции ДБС регулярно отмечается 2 периода покоя – летний и зимний. Наименее короткий период зимнего покоя – 65– 70 дней наблюдается у *C. limon cv. Lisbon* и у *C. limon (L.) Burm. cv. Meyers limon*, немного дольше – 90 дней он длится у *C. reticulata var. unchuu*. У остальных видов и культиваров рода *Citrus(L.)* период зимнего покоя в среднем составляет около 100 дней. Наиболее продолжительный летний покой – около 60 дней наблюдается у *C. limon cv. Ponderosa*, *C. limon (L.) Burm. cv. Meyers limon* и у *C. reticulata var. unchuu*. Средняя продолжительность периода летнего покоя у видов и культиваров рода *Citrus(L.)*, представленных в коллекции ДБС, составляет 30 – 45 дней. Возникновение зимнего покоя обусловлено неблагоприятными световыми и температурными условиями: низкий уровень естественной освещенности (значительно ниже 3000 люкс), в спектре солнечного излучения почти полностью отсутствуют синие лучи, низкие температуры воздуха (часто ниже 15<sup>0</sup> С).

Наступление летнего покоя, так же, как и зимнего, обусловлено неблагоприятными световыми и температурными условиями: длина фотопериода в это время значительно превышает 12 часов, а дневные температуры воздуха часто превышают 35<sup>0</sup> С. Кроме того, во время летнего покоя у всех видов рода *Citrus(L.)* происходит частичное сбрасывание завязей плодов (до 50 % от общего их количества на растении), а также единичных цветков и бутонов, которые появляются на растениях в этот период.

Определение фенофаз растений рода *Citrus(L.)*, интродуцированных в Донецком ботаническом саду, обусловленных световым и температурным режимами оранжереи, позволяет сделать вывод о том, что адаптационные механизмы у видов рода *Citrus(L.)* в условиях закрытого грунта ДБС к неблагоприятным световому и температурным режимам выражаются в четком проявлении фенофаз, не имеющих такой яркой выраженности в природных условиях произрастания: 1) зимний покой; 2) летний покой; 3) частичное сбрасывание завязей плодов, цветков и бутонов.

#### Список литературы

1. Горницкая И.П., Ткачук Л.П., Бессараб И.В., Великоридько Т.И., Листрова Т.В., Ткаченко Т.Н. Итоги интродукции тропических и субтропических растений в Донецком ботаническом саду НАН Украины в 2 т. Донецк: Донбасс, 1999. 304с.
2. Леман В.М. Культура растений при электрическом свете. М.: Колос. – 1971. 320с.
3. Мошков Б.С. Выращивание растений при искусственном освещении. Л.: Колос. – 1966. 288с.
4. Мошков Б.С. Фотопериодизм растений. Л., М.: Сельхозгиз. – 1961. 320с.
5. Скрипчинский В.В. Фотопериодизм – его происхождение и эволюция. Л.: Наука. – 1975. 299с.

**ОНТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ СТРАТЕГИИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ  
РАСТЕНИЙ НА БУФЕРНОЙ ТЕРРИТОРИИ  
РЛП «ДОНЕЦКИЙ КРЯЖ»**

*Захарова М.С.,*

*Сафонов А.И.* к.б.н., доцент

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*andrey\_safonov@mail.ru*

В сохранении биоразнообразия фитобиоты, её обогащении и улучшении путем интродукции, природоохранных мероприятий, фиторекультивации и озеленения в настоящем и будущем видится задача оптимизации антропогенно трансформированной среды промышленных регионов [10].

Небольшие участки, не имеющие экономической важности для города, но периодически подвергающиеся стихийному антропогенному влиянию, могут оказаться ценными территориями с точки зрения биоразнообразия.

Таким образом, постоянный мониторинг и оценка изменения биоразнообразия – целесообразные природоохранные мероприятия на Донбассе.

Целью данной работы является определение онтогенетических стратегий некоторых видов растений на буферной территории РЛП «Донецкий кряж»

В ходе выполнения цели работы мы поставили следующие задачи:

1) обосновать необходимость изучения фитообразия на буферных территориях заповедных объектов;

2) определить экологическую значимость выбранной буферной территории;

3) осуществить инвентаризацию видов растений экспериментального участка;

4) установить биоморфологическую структуру и составить эколого-ценотический анализ флоры буферной зоны РЛП «Донецкий кряж»;

5) определить онтогенетические стратегии охраняемых, но ранее не отмеченных на данном участке видов;

6) рассмотреть возможность использования полученной информации для экологического просвещения среди населения региона.

Изучение онтогенетических стратегий охраняемых, но ранее не отмеченных на изучаемой территории видов позволяет осуществлять планирование природоохранной деятельности региона.

Проведённые теоретические и экспериментальные исследования позволяют нам сделать следующие выводы:

Соединение заповедных объектов разного статуса заповедания в единую экологическую сеть является важным аспектом по интеграции региональных заповедных территорий в единую Европейскую экосеть. Таким образом,

изучение фиторазнообразия на буферных территориях заповедных объектов имеет большое теоретическое и практическое значение.

Выбранная для исследования территория находится в черте города и имеет важное экологическое значение не только для города, а и для региона в целом. Проведённые инвентаризационные работы позволили выявить на буферной территории РЛП «Донецкий кряж» 154 вида высших сосудистых растений, принадлежащих к 124 родам и 53 семействам. При этом мы установили наличие 43 видов имеющих особый охранный статус. Особый интерес представляют 11 адвентивных и 9 встречающихся только на территории региона видов.

При установлении биоморфологической структуры флоры буферной зоны мы обнаружили преобладание травянистых растений, в частности поликарпиков. В спектре жизненных форм К. Раункиера преобладают криптофиты, у которых почки возобновления сохраняются в почве (геофиты). При инвентаризации были обнаружены ранее не встречаемые на данной территории виды имеющие определённый охранный статус, которые сформировали на новой территории популяции, при этом показывая такие онтогенетические стратегии: *Crataegus praearmata* Klokov – S-K; *Inula helenium* L. – K; *Genista scythica* Pacz – S-K. Таким образом мы видим, что обычно стресс-толерантные виды в условиях антропогенно нарушенных экотопов начинают проявлять конкурентные качества.

Теоретические, практические и материальные результаты научно-исследовательской работы непосредственно внедрены и используются в сфере экологического просвещения региона.

### Список литературы

1. Глухов А.З., Пастернак Г.А., Лихацкая Е.Н., Хархота Л.В. Современное состояние дендрофлоры г. Харьцызска // Промышленная ботаника. 2016. С. 39–47.
2. Глухов А.З., Хархота А.И. Растения в антропогенно трансформированной среде // Промышленная ботаника. 2001. С. 5–10.
3. Глухов А.З., Хархота А.И., Прохорова С.И., Агурова И.В. Стратегии популяций растений в техногенных экосистемах // Промышленная ботаника. 2011. С. 3–13.
4. Жуков С.П. Структурная дифференциация сукцессионной системы центрального Донбасса под антропогенным влиянием // Промышленная ботаника. 2002. С. 19–24.
5. Остапко В.М., Приходько С.А., Муленкова Е.Г. Созологическая оценка природных участков на территории Макеевского горсовета (Донецкая Народная Республика), перспективных для включения в природо-заповедный фонд // Промышленная ботаника. 2016. С. 3–14.
6. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб: Мир и семья. 1995. 991 с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ШКАЛ Д.Н. ЦЫГАНОВА ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЭКОТОПОВ Г. ДОНЕЦКА

*Золотой А.Л.,*

*Сафонов А.И.*, к.б.н., доцент

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*andreyzolotoy08@mail.ru*

Метод экологических шкал позволяет количественно и качественно выявить особенности различных промышленных территорий, охарактеризовать условия произрастания растений. Также, данный метод является незаменимым в тех случаях, когда прямое измерение экологических параметров среды является чрезвычайно сложным [1].

Цель работы – определить экологические параметры промышленных экотопов г. Донецка по показателям растительных сообществ с помощью шкал Д.Н. Цыганова.

Выбор данных экологических шкал для исследований основан на том, что они считаются наиболее полными и совершенными в экологической ботанике, а также постоянно обсуждаются и дополняются.

Сбор материала осуществляли в следующих зонах: зона контроля (территория, прилегающая к Донецкому ботаническому саду); селитебная зона (ул. Розы Люксембург, ул. Артема, ул. Щорса); зона путей связи (Путиловский автовокзал, Южный автовокзал); зона, прилегающая к городским ставкам (парк им. Щербакова, городские ставки).

Объектами исследования послужили следующие виды растений: *Reseda lutea* L.; *Centaurea scabiosa* L.; *Asarum europaeum* L.; *Achillea nobilis* L.; *Euphorbia esula* L.; *Plantago major* L.; *Salvia verticillata* L.; *Melilotus officinalis* (L.) Lam.; *Stipa pennata* L.; *Bromus arvensis* L.; *Elytrigia repens* L.; *Viola odorata* L.; *Veronica spicata* L.; *Tussilago farfara* L.; *Stachys annua* (L.) L.; *Tribulus terrestris* L.; *Cichorium intybus* L.; *Taraxacum officinale* Wigg.; *Cirsium arvense* L. Scop.; *Tanacetum vulgare* L.; *Inula helenium* L.; *Berteroa incana* (L.) DC.; *Arctium tomentosum* Mill.; *Artemisia vulgaris* L.; *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.; *Lamium album* L.; *Poa annua* L.; *Datura stramonium* L.; *Lycopsis orientalis* L.; *Eryngium campestre* L.; *Tragopogon major* Jacq.; *Galium aparine* L. Выбор растений обусловлен их наличием в указанных точках сбора материала.

В ходе исследований использовали два различных метода определения экологических параметров: классический метод и метод регрессии.

При использовании классического метода расчет осуществляли способом средневзвешенной середины интервала [3]. При использовании регрессионного метода расчет осуществляли методом ранжирования

диапазонов толерантности [2]. Были определены экологические характеристики климатических и почвенных условий промышленных экотопов г. Донецка (данные представлены в таблице).

Таблица 1.

Экологическая характеристика климатических и почвенных условий промышленных экотопов по шкалам Д.Н. Цыганова

Фактор анализа	Зона контроля	Селитебная зона	Зона путей связи	Зона городских ставков
Термоклиматичность (ТМ)	8,8/9,9	8,9/9,7	8,9/10,1	8,8/10,5
Континентальность (КН)	8,8/9,7	8,8/10,6	8,9/10,2	8,8/9,2
Омброклиматичность (ОМ)	7,5/7,2	7,6/7,0	7,3/6,3	7,6/7,1
Криоклиматичность (СР)	8,2/10,3	8,2/10,0	8,1/10,0	9,0/9,7
Освещенность-затененность (LC)	2,7/0,8	2,5/1,0	2,5/1,0	2,8/0,4
Увлажнение почв (HD)	10,0/10,7	10,1/10,6	10,1/10,3	10,0/10,5
Переменность увлажнения почв (FH)	6,7/6,7	6,8/6,2	6,7/5,8	7,1/6,7
Трофность почв (TR)	8,2/6,8	8,2/7,1	8,5/7,2	8,4/6,6
Азотообеспеченность (NT)	6,1/7,9	6,8/10,0	6,5/6,7	6,2/7,9
Кислотность почв (RC)	7,6/9,5	7,8/10,1	7,7/10,1	7,6/9,1

В результате анализа данных экологических шкал были описаны промышленные территории. Совместное использование обеих методов (классического и регрессионного) позволило составить более точное описание экологических параметров экотопов.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что применение шкал Д.Н. Цыганова является эффективным способом быстрой оценки экологических параметров окружающей среды. Для увеличения точности описания условий конкретных растительных сообществ необходимо применять как классический метод расчёта, так и метод регрессии. При получении значительных различий между баллами, рассчитанными разными способами, необходимо учитывать возможные искажения в оценке местообитаний.

### Список литературы

1. Золотой А.Л., Сафонов А.И. Фитоиндикация промышленных экотопов на примере *Reseda lutea* L. – Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2016. – 57 с.
2. Бузук Г.Н., Созинов О.В. Фитоиндикация: применение регрессионного анализа // Вестник фармации. – 2007. – № 3 (37). – С. 44–54.
3. Цыганов Д.Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. – М.: Наука, 1983. – 196 с.

## ИНДИКАЦИОННАЯ ЗНАЧИМОСТЬ СОРНЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

*Исиков А.А.,*

*Сафонов А.И.* к.б.н., доцент

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*andrey\_safonov@mail.ru*

Изучая особенности карполого-экологического аппарата растений антропогенных экотопов Донбасса, можно использовать полученную информацию с индикационно-информативной целью: в фитоэкологическом мониторинге, экологической экспертизе, при контроле деятельности человека, в экологическом нормировании антропогенных нагрузок и прочих сферах деятельности человека [3].

В экспериментальной части работы мы рассматривали систему репродукции растений как один из ведущих факторов популяционной стратегии вида [1, 4]. Жизненная стратегия вида (в контексте поведения его в ценозе) в значительной степени определяется соотношением вегетативного и семенного размножения. В различных блоках экспериментов нами проанализирована вариабельность генеративных структур.

На основании классических представлений о стратегиях выживания видов растений, обобщенных данных о структуре флор техногенных территорий, собственных результатов о возможности проведения фитоиндикационного эксперимента в промышленном регионе [3], в данной экспериментальной части работы мы рассматриваем фракционный анализ генеративной активности в различных экотопах особей, проявляющих индикационные возможности в условиях произрастания в геохимически контрастной среде Донецкого экономического района.

Было проанализировано комплексное влияние поллютантов на формирование плодов и выявлены определенные тенденции формирования карпологических структур *Capsela bursa-pastoris* (L.) Medik. и *Taraxacum officinale* Web ex Wigg в зависимости от изменения уровня влияния автотранспорта.

Суммационный показатель реакции растений численно равен интегральному уровню и силе факторов стресса на экологические системы анализируемого региона. Максимальное количество баллов с использованием этих признаков равно 60, минимальное – 6. По предварительным данным рекомендуется суммационный индекс со значениями 6-15 считать соответствующим нормальному состоянию экосистемы, 16-25 – допустимому, 26-40 – превышающему, 41-60 – недопустимому уровню дисбаланса в анализируемых природных системах.



Выбран комплекс методов и способов, позволяющих заложить эксперимент по выбору мониторинговых точек, собрать материал в полевых условиях, правильно зафиксировать и сохранить, подготовить к камеральной обработке и провести структурно-сравнительный эксперимент по выявлению фитоиндикационной значимости видов в антропогенно трансформированной среде.

На примере проанализированных четырех мониторинговых точек (мест произрастания вида) прослеживаются следующие закономерности: коэффициент семяообразования и общее количество генеративных побегов (ветвей) на промплощадках выше, по сравнению с контрольными данными, что свидетельствует об интенсификации репродуктивного усилия тест-видов обусловлено особенностями формирования ценоза, когда преимущественно сорно-рудеральные виды в техногенных экотопах встречаются чаще, поскольку не испытывают конкуренцию с видами природной флоры, доминирующими в естественных условиях. Два функционально важных показателя – коэффициенты созревания и жизнеспособности семян – в опытных участках достоверно ниже по сравнению с контролем, что обуславливает больший репродуктивный успех в местах с меньшей антропогенной трансформацией. По результатам проведенного эксперимента в различных экотопах наблюдается существенная трансформация репродуктивных показателей, что доказано количественно по расчету коэффициента репродукции и качественно по структурным показателям.

Использованные показатели гетерокарпии и тератологической схизокотилии отражают общую деградтивную ответную реакцию растений на факторы промышленного загрязнения и увеличения антропогенной нагрузки в целом – токсического эффекта.

Были получены перспективные индикаторные значения, которые можно использовать в мониторинговых экологических программах для замены инструментальных методов оценки состояния окружающей среды на биоэкологические методы.

### Список литературы

1. Доброхотов В. Н. Семена сорных растений. М.: Издательство сельхоз. лит-ры, 1961. С. 124.
2. Корженевский В.В. Современное состояние и уровни фитоиндикации // Журн. общ. биол. 1992. Т. 53, № 5. С. 704-714.
3. Сафонов А.И. Индикационная ботаническая экспертиза – основа экологического мониторинга в промышленном регионе // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – Донецк: ДонНУ, 2006. С.19-31.
4. Эмбриология цветковых растений. Терминология и концепции / под ред. Т.Б. Батыгиной. Генеративные органы цветка. Спб.: Мир и семья, 1994. Т. 1. 320 с. Т. 2. 823 с. Т. 3. 640 с.

## **ФИТОИНДИКАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ НА ОТВАЛАХ УГОЛЬНЫХ ШАХТ Г. МАКЕЕВКИ, – ВНЕДРЕНИЕ ДАННЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНУЮ ПРОГРАММУ**

*Калинина А.В.,*

*Сафонов А.И.,* к.б.н., доцент

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*andrey\_safonov@mail.ru*

Проведение ботанико-экологических исследований в индустриально-напряженном регионе на территориях типичных техногенных ландшафтов (отвалов угольных шахт) представляет собой важный научный и прикладной интерес [1-11].

Инвентаризационные работы по изучению флоры и растительности породных отвалов шахт города Макеевки позволили выявить 48 видов высших сосудистых растений, своим составом отражающих специфику региональной флоры с элементами культурной фракции, специально используемых для фиторекультивации промышленных объектов. Систематический анализ флоры включает 47 родов, 14 семейств. Такое разнообразие констатирует бедность флорного разнообразия и указывает на необходимость повышения этого показателя в дальнейшем.

В основу мониторинга состояния техногенных объектов была положена методика оценки ценопопуляционных структур индикаторных видов на угольных отвалах города Макеевки (*Melilotus officinalis* (L.) Pall, *Oberna behen* (L.) Ikonn., *Echium vulgare* L., *Berteroa incana* (L.)). В большинстве случаев популяции определены как неполночленные, с доминированием генеративных стадий, что указывает на повышенные уровни антропогенного влияния, но высокую адаптивную возможность этих видов в сложившихся условиях.

Определение вариации в стратегической самореализации видов-индикаторов в условиях произрастания на исследуемых отвалах указывают на тяготение к проявлению R-S типов стратегии, что является характерным для растений техногенных экотопов.

Научная работа непосредственно внедрена и используется в образовательной деятельности профильной специализации ботанико-экологической специфики в нашем регионе. Под образовательной программой рассматривали комплекс мероприятий по формированию документации учебно-методического содержания с последующей возможностью внедрения описанных технологий в практику. Так, современная образовательная программа бакалавра-биолога включает рабочие программы специальных курсов кафедры ботаники и экологии, например, «Новейшие технологии биоиндикации и экологические проблемы

Донбасса». В образовательную программу магистров-биологов включены дисциплины: «Репродуктивные стратегии растений», «Промышленная ботаника», «Фитоэргономика».

При подготовке студентов-экологов разработанные нами технологии изучения специфических экосистем – отвалов угольных шахт, а так же результаты, полученные в результате проведенной научной работы, используются как дидактический, методологический, наглядно-практический материал и сырьевая база для проведения лабораторных работ, по дисциплинам «Экологический мониторинг», «Ландшафтная экология», «Биоиндикация», «Нормирование антропогенной нагрузки на окружающую среду», «Экологическая амплитуда».

В рабочие программы указанных дисциплин – их развернутую аннотацию по результатам, в том числе наших разработок, включены следующие темы, предполагающие как теоретическое, так и прикладное изучение вопросов: особенности породных отвалов и их влияние на окружающую среду; эдафотопы и растительный покров породных отвалов; стратегии популяций растений; методы определения возрастной и виталитетной структуры популяций; методы расчета плотности популяций; методы определения проективного покрытия; методы изучения семенного материала; всхожесть и энергия прорастания.

Поскольку образовательная программа является неотъемлемым документом обучения студентов по выбранной специальности и направлению, то в этом перечне образовательных вопросов учитываются востребованные в регионе тематики организации научной деятельности, изучение и решение экологических проблем промышленного региона, а так же предусмотрены вопросы представляющие интерес для практического использования на предприятиях. В таких условиях система образования обязательно испытывает потребность в предоставлении доказательной объективно-сырьевой базы и для проведения лабораторных исследований, и для диагностики качества окружающей среды. То есть актуальная наглядная доказательная и вещественно сформированная база объектов анализа детального исследования (которую мы сформировали в результате магистерской диссертации) является неотъемлемой частью реализации учебной программы государственных учреждений высшего профессионального образования.

Имея дидактический и лабораторный багаж экспериментальных объектов, ведущие кафедры биологического профиля нашего региона обеспечивают занятость студентов при проведении лабораторных и практических занятий студентов в рамках большого практикума с постановкой биологического эксперимента в образовательных учреждениях.

Организацию технологий внедрения, полученных нами научных данных можно осуществить с помощью методов и методик образовательной педагогической деятельности: методы наглядного эксперимента; методика демонстрационного опыта; анализ структурно-функциональных связей в

ботанических характеристиках; методы структурной диагностики в ботанических исследованиях; методы экскурсионных экологических троп; методология проведения научных семинаров и дискуссионных клубов; организация работы студенческого научного кружка, при выполнении индивидуально-исследовательских работ, как высших, так и средней общеобразовательной школы, например в рамках Малой Академии Наук Республиканского центра работы с одаренной молодежью.

Важно подчеркнуть, что при реализации всех программ научного поиска и организации эксперимента мы пользовались методиками ученых российских научных школ по ботанике, экологии растений, фитоценологии [1, 9-11] и рекомендациями донецкой научной школы по промышленной ботанике [2-8].

### Список литературы

1. Артющенко З.Т., Федоров А.А. Атлас по описательной морфологии высших растений. Плод. Л.: Наука, 1986. 392 с.
2. Башкатов В.Г. Научные предпосылки разработки схем озеленения породных отвалов угольных шахт Донбасса // Промышленная ботаника. 2006. Вып. 6. С. 21-27
3. Глухов А.З., Хархота А.И., Агурова И.В., Прохорова С.И. Фитоадаптивная типизация техногенных экотопов // Промышленная ботаника. Сборник научных трудов. Донецк: Донецкий ботанический сад. 2012. Вып. 12. С. 3-11.
4. Жуков С.П. Регулирующая рекультивация в условиях промышленно нарушенных территорий // Промышленная ботаника. Сборник научных трудов. Донецк. 2010. Вып. 10. С. 11–15.
5. Жуков С.П. Дифференцированная рекультивация отвалов угольных шахт // Промышленная ботаника. Сборник научных трудов. Донецк. 2016. Вып. 15-16. С. 60–66.
6. Калинина А.В., Сафонов А.И. Фитоценопопуляционный анализ отвалов угольных шахт г. Макеевки // Вестник студенческого научного общества ДонНУ. Донецк, 2017. Вып. 9. С. 35-41.
7. Рева М.Л., Бакланов В.И. Древесные растения на терриконах Донбасса // Растения и промышленная среда. 1971. СБ. 3. С. 133–135.
8. Горохова О.Н., Агурова И.В. Динамика заселения и влажность субстратов отвалов угольных шахт Донбасса // Промышленная ботаника. Сборник научных трудов. Донецк 2009. Вып.9. С. 97–100.
9. Уранов А.А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Биологические науки. 1975. № 2. С. 7–33.
10. Флора СССР: в 30 тт. - М.-Л.: Изд-во АН СССР. – Т. XIX / гл. ред. акад. В. Л. Комаров; Ред. тома Б. К. Шишкин. 1953. 752 с.

**УРОЖАЙНОСТЬ И СЕМЕННАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ *CITRUS RETICULATE* CV. UNSHIU И *CITRUS RETICULATE* CV. COVANO-VASE В ОРАНЖЕРЕЙНОМ КОМПЛЕКСЕ ГУ «ДОНЕЦКИЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД»**

*Киселева Н.С.*<sup>1</sup>

*Николаева А.В.*<sup>2</sup>, к.б.н.

<sup>1</sup>ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк  
*donnu.bio@mail.ru*

<sup>2</sup>Государственное Учреждение «Донецкий ботанический сад», г. Донецк  
*nikolaeva-alexandra@yandex.ru*

Тропическая и субтропическая флора Земли представляет собой огромную ценность как необходимый элемент биосферы, мощный природный ресурс, практически неисчерпаемый запас генетического материала, место обитания многих редких видов животных и растений. На протяжении многих лет человек отбирал из мирового генофонда тропической и субтропической флор наиболее ценные в хозяйственном отношении виды растений [1]. Субтропические и тропические плоды имеют разнообразное использование.

В оранжерейном комплексе ГУ «Донецкий ботанический сад» коллекционный фонд экспозиции «Хозяйственно - полезные растения тропиков и субтропиков» в данное время составляет 197 таксон. Значительное место в экспозиции составляют виды и культивары рода *Citrus(L.)* (семейство Rutaceae Juss.) – 17 таксонов, из которых выделяют семь видов, две разновидности и тринадцать сортов, которые были в основном завезены в 1984 году из Сухуми (Грузия).

Целью работы было исследование урожайности и морфометрической изменчивости плодов двух сортов *Citrus reticulata* cv. Unshiu и cv.Covano-Vase. Для этого исследовали по три дерева двух сортов в 2016 году. С каждого дерева брали по 10 плодов. У каждого плода с помощью штангенциркуля измеряли линейные размеры: длину и диаметр; определяли вес плодов. Уровень изменчивости признаков оценивали по величине коэффициента вариации (CV) согласно классификации Мамаева [2].

Урожайность определяли путем подсчета плодов на растении. Растения сорта cv. Unshiu в 2016 году характеризовались лучшей урожайностью плодов и суммарно составило 681 мандарин, а деревья сорта *Citrus reticulata* cv.Covano-Vase 478 плодов. При этом среди деревьев сорта cv. Unshiu лучшей урожайностью характеризовалось одно дерево (498), а два других примерно в 6 раз меньше (99 и 84) (Рис.1). Два дерева сорта cv.Covano-Vase имели примерно сходную урожайность (180 и 235), а одно дерево отличалось пониженной урожайностью – 63, что в три раза меньше.

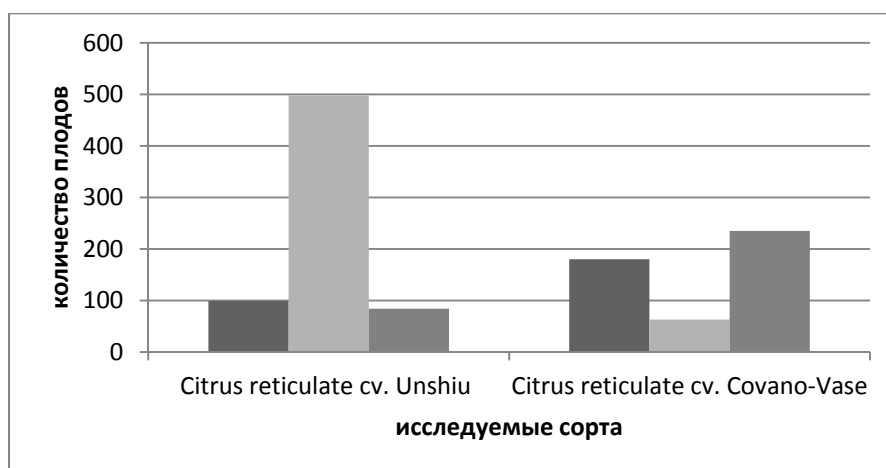


Рис. 1. Урожайность *Citrus reticulata* cv. Unshiu и *Citrus reticulata* cv. Covano-vase в апельсиновом комплексе ГУ «Донецкий ботанический сад».

У исследуемых деревьев *Citrus reticulata* cv. Covano-Vase длина плодов урожая 2016 г. варьировала в пределах 38 – 87, ширина – 25 – 66 мм, составив в среднем – 69,4 и 52,5 мм соответственно (табл. 1). У деревьев сорта *Citrus reticulata* cv. Unshiu (табл. 2) длина плодов урожая 2016 г. варьировала в пределах 54-89 ширина – 38-71 мм, составив в среднем – 71,7 и 51,6 мм соответственно. При этом коэффициенты вариации линейных размеров составили 12,1 % и 13,5 % у сорта cv. Unshiu, а у сорта cv. Covano-Vase 14,2 % и 813,8 %, что соответствует низкому уровню изменчивости признака согласно классификации Мамаева С.А. (1973) [2]. Таким образом, по линейным размерам плоды растений двух исследуемых сортов достоверно не отличаются. Хотя среди исследуемых растений обоих сортов наблюдались деревья с более крупными плодами – размеры крупных плодов в среднем по дереву у сорта Covano-Vase диаметр – 69 мм, длина 49 мм, а максимально диаметр – 87 мм, длина 66 мм. Вероятно, это связано с возрастом растения и лучшим уровнем освещенности данных деревьев, но подтвердить эти факты можно после многолетних исследований.

Таблица 1

Средние морфометрические параметры плодов *Citrus reticulata* cv. Covano-Vase и cv. Unshiu

Сорта <i>Citrus reticulata</i>	Показатель	Параметры плодов			
		Диаметр	длина	масса	Индекс формы
cv. Unshiu	М±m	71,67±1,5	51,57±1,2	126,4±4,4	1,4±0,02
	CV%	12,14	13,5	19,6	8,2
	лимиты	54,0-89,0	38,0-71,0	75,0-172,0	1,14-1,7
cv. Covano-Vase	М±m	69,37±1,7	52,5±1,3	130,9±6,7	1,319±0,02
	CV%	14,2	13,8	29,1	7,0
	лимиты	38-87	25-66	21-214	1,1-1,5

Средняя масса плодов имеет более высокую амплитуду колебания, которая характеризовалась лимитами от 214 г до 21 г у сорта Ковано-Васе при этом коэффициенты вариации характеризовались средним уровнем – 29,1 %, а другого сорта (Уншиу) показатели массы плода варьировали в меньшем диапазоне от 172 г до 75 г, о чем свидетельствует более низкий уровень коэффициент вариации (19,6 %). Большие значения коэффициента вариации весовых характеристик объясняется, тем что наблюдается как бы сложение амплитуды колебания линейных измерений. При этом логично, что деревья с более крупными плодами характеризовались и большей массой этих плодов.

Однако также как и по линейным размерам, исследуемые сорта не отличались по массе. Не обнаружено отличий и по индексу формы плодов. Исследуемые сорта характеризовались превалированием диаметра над длиной (Ковано-васе– $D/L=1,3$ ; Уншиу– $D/L=1,4$ ). Отличаются данные сорта по вкусовым качествам.

Таким образом, растения сорта св. Unshiu в 2016 году характеризовались лучшей урожайностью плодов и суммарно составило 681 мандарин, а деревья сорта *Citrus reticulata* св. Covano-Vase 478 плодов. Исследуемые виды рода *Citrus* характеризуются низким уровнем внутривидовой изменчивости линейных параметров и средним уровнем изменчивости веса плодов. Плоды исследуемых сортов по линейным размерам, массе, индексу формы плода достоверно не отличаются, различия во вкусовых качествах. Среди обоих сортов выделяются деревья с более крупными плодами.

#### Список литературы

1. Воронцов В. В. Возделывание субтропических культур.- М.: Колос, 1982,-271 с.
2. Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере Pinaceae на Урале).- М.: Наука. 1973.- 284 с.

## ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН БОБОВЫХ РАСТЕНИЙ

*Корощенко М.Н.,*

*Сирюк Ю.А.* д. ф-м. н., профессор

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». г. Донецк

*mfilatova2017@yandex.ua*

В настоящее время для улучшения посевных качеств семян и энергии прорастания, кроме традиционных агрономических, используют различные физические методы выведения их биологической системы из состояния покоя, в том числе и ультрафиолетовое (УФ) облучение [1]. Воздействие УФ-излучения (УФИ) с длиной волны (315–380) нм на семена основано на способности стимулировать фотохимические процессы в облучаемом биологическом объекте, активируя фенольный метаболизм в клетках, не вызывая мутационных изменений [2]. Коротковолновое излучение с длиной волны (200-290) нм обладает высокой энергией и способностью повреждать биомолекулы. Белки активно поглощают излучение с максимумом (220-240) нм, нуклеиновые кислоты – 260 нм. Возбуждение от этого поглощения напрямую вызывает изменение или разрыв химических связей, поэтому белки перестают выполнять свои функции, а нуклеиновые кислоты подвергаются мутациям [3].

Цель данной работы – исследовать влияние УФИ с длиной волны

$\lambda_1 = 254$  нм и  $\lambda_2 = 313$  нм прорастание семян фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* L.). Результаты исследования приведены на рис. 1.

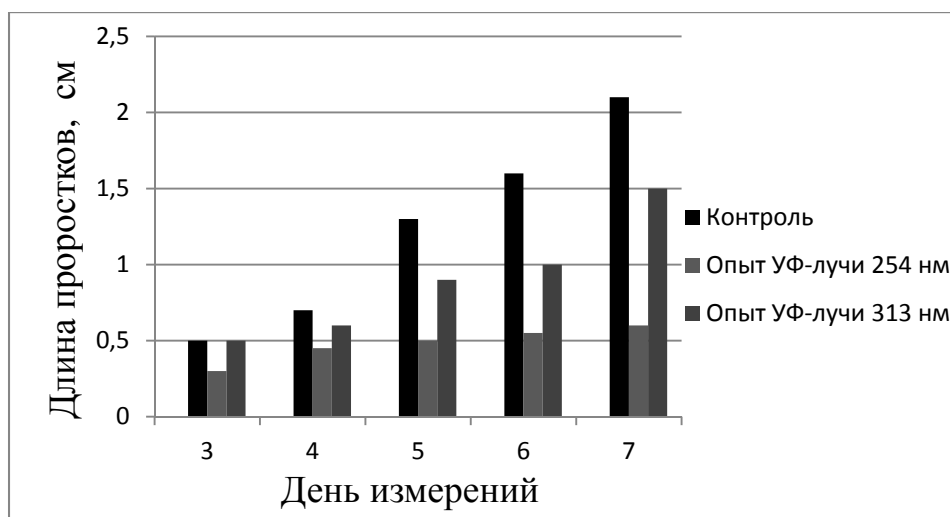


Рис. 1. Соотношение длины проростков семян фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* L.) после облучения ультрафиолетовыми лучами



Из рисунка видно, что, облучение коротковолновыми лучами ( $\lambda = 254$  нм) действуют на семена губительно с первых дней. Облучение УФ-светом с длиной волны  $\lambda = 313$  нм в первые шесть дней способствовали увеличению длины проростков, но на четвертый день длина проростков оказывается меньше, чем у контрольной группы. Следовательно, облучение средневолновыми лучами ( $\lambda = 313$  нм) можно использовать только в первые три дня стимуляции семян, дальнейшее облучение нежелательно.

Из результатов проведенного опыта можно сделать следующие выводы: коротковолновый диапазон УФ-света ( $\lambda = 254$  нм) губительно действует на семена фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* L.). Средневолновое излучение ( $\lambda = 313$  нм) является менее губительным, но и при таком облучении длина проростков меньше, чем у контрольной группы.

### Список литературы

1. Дубров, А.П. Действие ультрафиолетовой радиации на растения / А.П. Дубров. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 124 с.
2. Артюхов, В.Г. Влияние УФ - света на синтез некоторых белков лимфоцитами / В.Г. Артюхов, О.В. Башарина, И.Е. Лялина, Т.А. Дымова // IV съезд фотобиологов России: Сборник тезисов докладов на IV съезде фотобиологов России, 26 - 30 сентября 2005.– Саратов: ООО «Ракурс», 2005. – С. 9 – 11.
3. Рогожин, В.В. Физиолого-биохимические механизмы формирования гипобиотических состояний высших растений: автореф. дисс.... д-р биол. наук 03.00.12 / В.В.Рогожин. – Иркутск, 2009. – 59 с.

## РОЛЬ АЗОТИСТЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ВОЗНИКНОВЕНИИ И РАЗВИТИИ “ЦВЕТЕНИЯ”

*Левченкова А.В.,*

*Мирненко Э.И.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*alevchenkova@mail.ua*

Минеральные азотсодержащие соединения играют основную роль в формировании состава альгофлоры, а также любой флоры фотосинтезирующих организмов. Влияние азотистых соединений наносит непосредственное влияние как прямо, так и косвенно в биологические циклы теплокровных животных и человека, за счет накопления нитратов которое небезопасно для теплокровных организмов.

Наличие нитритов способствует воздействию на жизнедеятельность и функционирование гидробионтов путем образования канцерогенных соединений — N-нитрозоаминов), что способно опосредствованно влиять за, процессы самоочищения водоемов [1, 4].

Как известно [1,7], зарегулирование стока реки приводит к увеличению содержания в воде всех форм минерального азота, особенно аммонийного – преобладающей его формы в водохранилищах. В отдельные сезоны года содержание аммонийного азота составляет 80 – 90 % от суммы минеральных соединений азота и может колебаться в пределах 0,02 – 3,70 мг N/л (например, в Днепровских и Волжских водохранилищах).

Цикл превращений соединений азота в водоеме очень сложен и содержание различных его форм зависит, главным образом, от развития тотального планктона, интенсивности процессов аммонификации, нитрификации, денитрификации, циркуляция водных масс, их кислородного режима и объемов, попадающих в водоем азотсодержащих компонентов. На интенсивность и направленность этих процессов значительно влияют температура и сезон года, морфометрия водохранилищ и их глубина. Максимальное количество всех форм соединений азота наблюдается в основном в холодное время года (зимой и поздней осенью), когда они накапливаются в водоеме за счет минерализации органических веществ. В период весеннего половодья концентрация азотсодержащих соединений за счет разбавления в большинстве случаев снижается. В теплое время года при максимальном развитии биологических процессов наблюдается дальнейшее уменьшение их концентрации (например, нитратов в некоторых случаях до нуля) [2].

Повышение содержания всех форм азотсодержащих соединений отмечается на участках концентрации отмершего планктона, особенно в

пятнах «цветения» и зонах ветровых нагонов, на мелководьях, заливах, где замедлен водообмен, а донные отложения обогащены органическими веществами. В местах выпуска сточных вод концентрация азотсодержащих соединений повышается. В разлагающихся скоплениях синезеленых водорослей (пятна «цветения») содержание минеральных форм биогенных веществ (азот аммонийный, фосфаты, нитриты и др.) увеличивается в 5–10 раз, органического вещества – в 20–50 раз по сравнению с участками воды, содержащими водоросли без признаков разложения. Отношение C:N снижается до 4–5 [2, 6].

В вегетационный период концентрация нитратов в воде по направлению от верхних к приплотинным участкам уменьшается, что вполне согласуется с динамикой фитопланктона, биомасса которого в средних и нижних участках водохранилищ, включая и приплотинный, всегда значительно выше, чем в верхних. Это указывает на большую роль фитопланктона в процессах самоочищения воды от биогенных элементов, особенно при удалении водорослевой массы из мест ее максимальных скоплений в период «цветения» воды синезелеными водорослями [6].

Таким образом, была показана роль азотистых соединений в формировании водорослей «цветения».

#### **Список литературы**

1. Беспямятнов Г.П. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде // Г.П. Беспямятнов., Ю.А Кротов – Л.: Химия, 1987 г. – 328 с.
2. Константинов А. С. Общая гидробиология. – М. : Высш. шк., 1986. – 472 с.
3. Унифицированные методы анализа вод / Под ред. Ю. Ю. Лурье. - М.: Химия, 1971. – 374 с.
4. Фомин Г.С. Вода. Контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам. Энциклопедический справочник. – 3-е изд. – М.: Изд-во "Протектор", 2000. – 848 с.
5. Петрова Л.В., Калюкова Е.Н. Химия воды. – Ульяновск: УлГТУ, 2004.– 48 с.
6. Сиренко Л.А. "Цветение" воды и эвтрофирование / Л.А. Сиренко, М.Я Гавриленко— К.: Наук. думка, 1978. – 232 с.

## **ИНДИКАЦИОННАЯ ЭКОЛОГО-БОТАНИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА НА ОБЪЕКТАХ ПРОМЫШЛЕННОЙ СОБСТВЕННОСТИ В ДОНБАССЕ НА ОСНОВЕ МЕТОДИК РОССИЙСКИХ УЧЕНЫХ**

*Литвинова В.А.,*

*Сафонов А.И.*, к.б.н., доцент

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*andrey\_safonov@mail.ru*

В настоящее время при разработке способов фитоиндикационного тестирования степени нарушенности экосистем и (или) уровней антропогенной нагрузки (в первую очередь токсикологического содержания) возникла необходимость обобщения полученных данных и апробации комплексного способа интегральной оценки [4, 8, 9, 11, 14]. В условиях антропогенно трансформированной среды и повышенной токсической нагрузки на природные системы первоочередным вопросом было поставлено выяснение возможности и реальности практического внедрения методов фитоиндикации с целью общей суммационной оценки экологического дисбаланса в промышленном регионе [1, 3, 5-7, 10, 12].

В связи с возможностью использования растений для оценки степени промышленной нагрузки на природные среды возникает необходимость проведения таких экспериментов на территориях с повышенным уровнем антропопрессии на локальные экосистемы – на предприятиях-загрязнителях и сопредельных буферных территориях.

Цель работы – на основании методов российских ученых по выделению индикационных признаков растений провести ботанико-экологическую экспертизу на предприятиях Донецкой Народной Республики.

В связи с поставленной целью считали необходимым выполнение следующих задач: 1) установить теоретическую и методологическую целесообразность проведения ботанико-экологической экспертизы [2, 3, 4, 12, 13] на предприятиях в промышленно развитом регионе; 2) по выбранным критериям проведения фитоиндикационного эксперимента с использованием видов-индикаторов (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Cichorium intybus* L., *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch.Bip. и *Tanacetum vulgare* L.) составить рабочую схему проведения экспертного анализа на предприятиях, сборы с которых доступны в лабораторных архивах кафедры ботаники и экологии; 3) установить значимость использованных фитоиндикационных критериев по степени повышенного атипичного полиморфизма растений.

Для Донецкого региона описана теоретическая и методологическая целесообразность проведения ботанико-экологической экспертизы на предприятиях в промышленно развитом регионе. Для реализации поставленной цели и в доступной информационной обеспеченности

проанализированы предприятия металлургического, коксохимического сектора промышленности, теплоэлектростанции; в качестве контроля выбраны рекреационные зоны и территории, прилегающие к объектам ПЗФ ДНР. При использовании индикаторного вида *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. установлено, частота встречаемости и проявлений полиморфизма листовых пластинок характерна практически для всех экспериментальных экотопов; зафиксированы случаи гигантизма *C. bursa-pastoris* в мониторинговых точках промышленных предприятий Енакиевский металлургический завод и Макеевский коксохимзавод; частные случаи тератоморфизма плодов (фасциации и трехгранный стручочек) отмечены для участков с высоким уровнем токсической нагрузки; отмечены различия в окраске и морфологическом строении семян. Все изучаемые индикаторные признаки были распределены на блоки – фолиологический, карпологический и общий морфологический. Фитоиндикационная шкала включает 13 уже изученных признаков и служит показателем для оценки наиболее изменчивых стресс-реакций *C. bursa-pastoris* в условиях изученных экотопов. При малейшем изменении параметров окружающей среды изменяется степень выраженности фенотипической пластичности. Она может как очень сильно варьировать, так и оставаться стабильной продолжительное время на определенном экспериментальном участке, поскольку генотип растений легко поддается изменению при воздействии факторов среды. В связи с этим полиморфизм розеточных листьев *C. bursa-pastoris* используется нами в диагностике экологического дисбаланса в техногенных экотопах на указанных предприятиях – объектах промышленной собственности. Все индикационно-диагностические блоки имеют установленное количество баллов за каждый показатель растения.

Гетерогенность условий произрастания растений, морфоплатичных по своей природе, приводит к паратипической пластичности семян и плодов, что стимулирует возникновение и проявление гетеро(карпо)спермии, которая, вероятно, является информативным показателем степени загрязнения почв тяжелыми металлами и другими элементами и их соединениями, формирующими повышенный неблагоприятный токсический фон на этих территориях. Эмбриональные структуры растений формируют информативное пространство, которое при использовании в фитоиндикационном мониторинге имеет диагностические характеристики. Показатели матрикальной разнокачественности *Cichorium intybus* L., *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch.Bip. и *Tanacetum vulgare* L. апробированы для некоторых территорий, что имеет достоверно важное экспертное значение для оценки состояния среды в техногенно нагруженном регионе.

### Список литературы

1. Афанасьев Ю.А. Мониторинг и методы контроля окружающей среды. Учебное пособие / Ю.А. Афанасьев, С.А. Фомин, В.В. Меньшиков. М.: Издательство МНЭПУ, 2015. Ч.2. 337 с.

2. Барыкина Р.П. Основы микротехнических исследований в ботанике / Р.П. Барыкина, Т.Д. Веселова, А.Г. Девятов, Х.Х. Джалилова, Г.М. Ильина, Н.В. Чубатова. М.: 2014. 231 с.
3. Бубнов А.Г. Биотестовый анализ – интегральный метод оценки качества объектов окружающей среды: учебно-методическое пособие / А.Г. Бубнов, С.А. Буймова, А.А. Гушин, Т.В. Извекова. – Иваново: ГОУ ВПО Иван. гос. хим.-технол. ун-т. 2016. С. 16–18.
4. Дьяконов К.Н., Дончева А.В. Экологическое проектирование и экспертиза. Учебник. – М.: Аспект-Пресс, 2011. 384 с.
5. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. Л.: Гидрометеиздат, 1979. 367 с.
6. Литвинова В.А., Авдеева А.В., Сафонов А.И. Ботаническая экспертиза в экологическом мониторинге промышленного региона. – Мат. Междунар. конф. "Донецкие чтения. Образование, наука и вызовы современности". Донецк: ДонНУ, 2016. С. 314–317.
7. Мамаев С.А. Основные принципы методики исследования внутривидовой изменчивости количественных признаков в популяциях высших растений // Журн. общ. биол. 2014. – 39, №4. С. 456–488.
8. Мелехова О.П. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование / О.П. Мелехова, Е.И. Егорова. М.: Издательский центр «Академия», 2013. 340 с.
9. Пухальский В.А. Практикум по цитологии и цитогенетике растений / В.А. Пухальский, А.А. Соловьев, Е.Д. Бадаева, В.Н. Юрцев. М.: КолосС, 2015. 198 с.
10. Сафонов А. И., Глухов А. З. Скрининг элементов диссеминации фитоиндикаторов техногенных нагрузок на эдафотопы Донбасса / А.И. Сафонов, А. З. Глухов // Материалы Междунар. конф., посвященной 90-летию со дня основания заповедника "Хомутовская степь". – Донецк : Изд-во "Ноулидж", Донецкое отделение, 2016. – С. 55–57.
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. Р. 18–24.
12. Экологическая экспертиза. Учебное пособие / ред. Донченко В.К., Питулько В.М., Растоскуев В.В. М.: "Академия", 2015. 480 с.
13. Эмбриология цветковых растений. Терминология и концепции / Под ред. Т. Б. Батыгиной. – Системы репродукции. Санкт-Петербург: Мир и семья, 2000. Т. 3. 640 с.
14. Safonov A. I. Phytoindicational monitoring in Donetsk / A. I. Safonov // A science. Thought : Scientific journal. 2016, № 4. P. 58–70.

## ОЦЕНКА РЕКРЕАЦИОННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА

*Майданченко В.О.,*

*Сафонов А.И.*, к.б.н., доцент

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*andrey\_safonov@mail.ru*

Цель работы – провести дендроиндикационную оценку рекреационных территорий г. Енакиево с помощью *Betula pendula* Roth. и *Picea pungens* Engelm. Для достижения поставленной цели нами были поставлены следующие задачи: составить информационную базу о состоянии рекреационных территорий г. Енакиево в аспекте фитооптимизации урбанизированной среды в промышленном городе; собрать иллюстративный материал о парковых и рекреационных территориях города и подготовить рекомендации по усовершенствованию рекреационных территорий; изучить структурные особенности листового аппарата *Betula pendula* Roth. и *Picea pungens* Engelm.; изучить диссимметрический полиморфизм вегетативных и генеративных органов *Betula pendula* Roth.; изучить основные направления по озеленению и благоустройству города; составить инвентаризационные списки видов древесных растений, произрастающих в рекреационных зонах г. Енакиево; предложить правила охраны и использования парков и скверов г. Енакиево.

Рекреационные территории г. Енакиево: 1) Парк им. Вознесенского (пр-т 50 л. Октября); 2) Парк им. Берегового (пр-т Берегового); 3) Сквер им. Ткаченко-Петренко (пересечение улиц Шевченко, Турутина); 4) Сквер «Молодежный» (ул. Кронштадская); 5) Сквер «Мемориальный» (ул. Партизанская); 6) Сквер им. Берегового (ул. Тиунова). 7) Сквер (ул. Тиунова, р-н кинотеатра); 8) Сквер (ул. Блюхера); 9) Сквер (пр-т Metallургов, р-н гостиницы «Мир»); 10) Сквер (пересечение пр-та Metallургов и ул. Мальванова); 11) Сквер «Партизанский» (пересечение улиц Партизанская, Калинина); 12) Сквер (ул. Тиунова, р-н РАГСа).

Особенности анализа основания листовой пластинки были сфокусированы на двух крайних ситуациях: 1) случаи, когда основание листовой пластинки считается суженным, 2) когда основание типично тупое. Было отмечено, что в мониторинговых точках на территории парка культуры и отдыха им. Н.А. Вознесенского и парка им. Берегового в 88-95 % случаев основания листовой пластинки можно считать тупыми, тогда как на территории сквера им. Берегового и сквера им. Ткаченко-Петренко 75 % листьев имеют суженное основание, причем правая половина листового аппарата, как правило, более выражена по этой характеристике, что отмечается по замеренному нами углу между центральной жилкой и краем

листа у основания: для правой половины листа *Betula pendula* этот угол был меньше 40° в 57 % случаев, а для левой в 32 % - для мониторинговой точки (сквер им. Берегового). Край листовой пластинки *Betula pendula* в средней части листа в норме является дважды-триждыпильчатым, т.е. найти идеальную листовую пластинку с дваждыпильчатым краем или регулярно триждыпильчатым не представляется возможным, как правило, пильчатая часть неравномерна вдоль всего края. Таким образом, для сравнения правой и левой сторон листовой пластинки мы подсчитывали количество дважды- и отдельно триждыпильчатых выступов.

Определение формы листовой пластинки по соотношению длины ширины и по обтеканию контуров при проекции листа на плоскость мы также проводили в сравнительном анализе правой и левой сторон листового аппарата *Betula pendula* в классическом понимании формы листовой пластинки для *Betula pendula* мы отмечали три варианта формирующих тренд экологической пластичности: ромбовидная → яйцевидная → широкояйцевидная. Так, в соотношении ромбовидных: яйцевидных: широкояйцевидных листьев мы получили следующее соотношение: для мониторинговой точки парка культуры и отдыха им. Н.А. Вознесенского: 2:2:3; для сквера им. Берегового – 5:2:1, а для мониторинговой точки, которую мы выбрали в качестве отдаленного контроля – 1:2:4.

Рекомендательная основа для дальнейшего детального оценивания: степень суженности листовой пластинки; левосторонняя загнутость черешка; доминирование трехпильчатого края листа по сравнению с двухпильчатым; правосторонняя загнутость верхушки листовой пластинки; ромбовидная форма правой половины листа; отсутствие волосков вдоль жилок и по краю листовой пластинки; наличие друз и одиночных кристаллов по жилкам листа; однослойный палисадный мезофилл; толщина склеренхимы вдоль флоэмных тяжей.

Составлена информационная база о состоянии рекреационных территорий г. Енакиево в аспекте фитооптимизации урбанизированной среды в промышленном городе; собрана и представлена экологическая характеристика городской среды, отмечено воздействие отрицательных факторов антропогенной среды на древесные насаждения рекреационных зон; изучены структурные особенности листового аппарата *B. pendula*; Изучены структурные особенности *Picea pungens Engelm.*; изученный диссимметрический полиморфизм вегетативных и генеративных органов указывает на возможность использования такого показателя в дендроиндикационном эксперименте промышленного напряженного города; продемонстрирован иллюстративный материал о парковых и рекреационных территориях города; предложены рекомендации по усовершенствованию рекреационных территорий города; разработаны правила охраны и использования парков и скверов г. Енакиево.



## ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРУДОВ ДОНЕЦКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД

*Макуха А.О.,*

*Мирненко Э.И.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*albina.makukha@mail.ru*

Среди "проблем века" важное место занимает явление "цветения" водоемов, вызываемое быстрым размножением различных видов водорослей. «Цветение» сопровождается значительным ухудшением качества воды, представляющее опасность для здоровья человека и животных, и затрудняющее рекреационное использование водоема [1]. Этот процесс ведет к уменьшению содержания кислорода в водной толще вплоть до возникновения существенного дефицита  $O_2$ , приводящего к замору рыб [3].

Такие гидробиологические показатели, как запах, цвет, количество кислорода и перманганатная окисляемость, играют основную роль при анализе качества воды в водоеме. Запах обуславливается присутствием в воде пахнущих веществ, попавших естественным путём. Интенсивность запаха воды при температуре 20°C и 60°C, определяется по пятибалльной шкале (нет запаха, очень слабая, слабая, заметная, отчетливая, очень сильная), эталоном для сравнения является дистиллированная вода. Цвет – это окрас воды воспринимаемый глазом. Цвет наблюдается сбоку, сверху и по платиново – кобальтовой шкале выражается в градусах (от 10°C до 500°C). На цвет воды влияют водоросли, погода, освещенность и растворенные в воде вещества. Концентрация растворенного кислорода зависит от атмосферного давления, температуры, содержания солей в воде. Окисляемость воды – это величина, характеризующая содержание в воде органических и минеральных веществ. При перманганатной окисляемости воды, перманганат калия является сильным окислителем для разложения органических загрязнителей в пробах. Степень окисления перманганатом калия зависит от природы окисляемого вещества.

В связи с выше сказанным, целью работы было ознакомиться с понятиями «цветение» и эвтрофирование, изучить современное состояние фитопланктона водоёмов.

Материалом для исследования послужили пробы фитопланктона, которые были отобраны в июне в городе Донецке в прудах Донецкого ботанического сада (ДБС) №4, №5 и №6.

Пруды Донецкого ботанического сада №4, №5 находятся на территории дендрария (заповедная зона) не принимают стоков предприятий, имеют приблизительно одинаковые размеры. Пруд ДБС №6 принимает шахтные воды, шахты им. Калинина. Вблизи прудов, а также на берегу расположены

зеленые насаждения, преимущественно древесные, в летнее время пруды имеют рекреационное значение, а также используются для ловли рыбы местным населением. Однако 6 пруд имеет большое количество прибрежной растительности (тросник, рогоз).

В результате проведенного органолептического анализа вод в прудах Донецкого ботанического сада было выявлено, что вода имеет, едва уловимое слабо – желтоватое окрашивание при наблюдении сверху, при этом градус цветности по платиново – кобальтовой шкале составляет порядка 10. Интенсивность запаха: очень слабая (1 балл). Запах не ощущается, но обнаруживается при лабораторном исследовании. Характер запаха: естественного происхождения, плесневый. На ряду с органолептическими исследованиями было определено количество растворенного кислорода в нормальных условиях при температуре 25°C и нормальном атмосферном давлении 760 мм.рт.ст. В пруду дендрария Донецкого ботанического сада № 4 количество кислорода составляет (8,58 мл/дм<sup>3</sup>), в пруду № 5 (11,2 мл/дм<sup>3</sup>) и в пруду №6 (11,38 мл/дм<sup>3</sup>). Также было установлена перманганатная окисляемость, в пруду №4 она составляет 11,6 мгО/дм<sup>3</sup>, в пруду №5 11,8 мгО/дм<sup>3</sup>, и для пруда №6 это показатель равен 14,5 мгО/дм<sup>3</sup>.

Таким образом, в ходе гидробиологического анализа мы определили, что в водоемах не проявляется активная вегетация водорослей, в связи по сравнению с предыдущими годами, а также малым количеством солнечных дней. Таким образом, уровень кислорода в норме и несколько завышен в прудах Донецкого ботанического сада № 5 и № 6.

### Список литературы

1. Сиренко Л. А., «Цветение» воды и евтрофирование (методы его ограничения и использование сестона). / Л. А. Сиренко, М. Я. Гавриленко. - Киев «наук. думка», 1978. – 232 с.
2. Лабораторный практикум по курсу «Гидробиология» (для студентов дневного и заочного отделения) / Борисюк М.В., Мирненко Э.И., Мирненко Н.С. – Донецк: ГОУ ВПО ДонНУ, 2017. – 34 с.
3. Михайлов В.Н., Гидробиология: Учебник для вузов/В.Н. Михайлов, А.Д. Добровольский, С.А. Добролюбов. – 3-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2008. – 463 с.

## **СПОРОВО-ПЫЛЬЦЕВОЙ МЕТОД В ДОНБАССЕ НА ОСНОВЕ НАУЧНЫХ РЕКОМЕНДАЦИЙ УЧЕНЫХ РОССИИ**

*Мирненко Н.С.,*

*Сафонов А.И.*, к.б.н., доцент

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*andrey\_safonov@mail.ru*

В работах сотрудников донецкой научной школы подчеркнута индикаторная роль растений в системе муниципальных служб населенных пунктов с повышенным уровнем антропоического воздействия [12-15], проведены скрининговые программы по анализу элементов диссеминации фитоиндикаторов техногенных нагрузок на эдафотопы Донбасса [14, 15], рассмотрены возможности проведения диагностики приземного слоя атмосферы в г. Донецке по спектру скульптур поверхности пыльцевых зерен доминирующих сорно-рудеральных видов растений [12], были предложены и опубликованы принципиально новые диагностические критерии и индексы для проведения комплексной фитоиндикационной оценки в Донбассе [14, 15].

Перечисленные исследования в Донецком регионе стали возможны при условии наличия научных разработок ученых России как в фундаментальном [1, 7-10, 16, 19-22], так и прикладном аспектах [2-6, 11, 17, 18].

С учетом многолетних разработок учеными кафедры ботаники и экологии Донецкого национального университета в сфере индикации экологического баланса в природных системах [12-15] и имеющегося опыта по изучению пыльцевого материала в натурном анализе представляется возможным проведение исследований по аэропалинологической диагностике разных участков жилых и рекреационных зон центральных районов г. Донецка.

Цель осуществляемой работы – в условиях сформированной сорно-рудеральной специфики урбанофлоры составить диагностические сезонные спектры пыльцевых рядов для селитебных экотопов Донецка. Достижение этой цели можно рассматривать как стартовую программу по разработке фундаментальных основ гигиенического менеджмента городской среды и как необходимый элемент реализации государственного экологического мониторинга в промышленном регионе.

Современные исследования в этом тематическом направлении реализованы либо для других регионов [1, 3, 5, 17, 18], что подтверждает их актуальность для территории центрального Донбасса, либо в историко-археологическом датировании былых эпох и палинографии [5, 7-10, 16, 18-22] с уже сравнительно давно (более 30–40 лет) составленным справочным

терминологическим, таксономическим и структурным аппаратом в палинологии [1, 3-9, 16, 19, 21, 22].

Для первой декады августа на лентах палиносорбов идентифицированы следующие виды: *Ambrosia artemisiifolia* L., *Artemisia vulgaris* L., *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen., *Atriplex patula* L., *Echium vulgare* L., *Chenopodium album* L., *Cichorium intybus* L., *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Plantago major* L., *Galinsoga parviflora* Cav., *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip., *Grindelia squarrosa* (Purch) Dunal, *Hyoscyamus niger* L., *Stenactis annua* Nees., *Lactuca tatarica* (L.) C. A. Mey., *Plantago lanceolata* L. и др.

Летние месяцы в г. Донецке характеризуются доминированием в палиносpectрах представителей семейства *Asteraceae*. Идентификация их связана со сложной скульптурой. В зависимости от глубины резкости и (или) положения пыльца в неизменном фиксировании относительно собственной оси залегания на плоскости могут получаться разные варианты строений поверхностей.

Доминантный палиносpectр первой декады сентября содержит следующие виды: *Ambrosia artemisiifolia* L., *Atriplex patens* (Litv.) Iljin, *Diplotaxis muralis* (L.) DC., *Artemisia vulgaris* L., *Chenopodium album* L., *Echium vulgare* L., *Sonchus arvensis* L., *Brassica campestris* L., *Stenactis annua* Nees. Такой спектр обусловлен осенней ревитализацией представителей некоторых видов убрanoфлоры, особенно семейства *Brassicaceae*.

Составленные палинологические спектры отражают видовую специфику местности, сезонно и локально-экологически стабильны, выгодны для диагностических задач и мониторинга загрязнения воздушных масс в промышленном мегаполисе.

### Список литературы

1. Аксорова Р. К. Палинология трибы Cichorieae (Compositae) // Морфология пыльца и спор современных растений. Ленинград: Наука, 1973. С. 33–36.
2. Барыкина Р.П., Веселова Т.Д., Девятков А.Г. Основы микроскопических исследований в ботанике. М.: Изд-во Моск. гос. ун-та, 2010. 158 с.
3. Евсеева Т.И., Гераськин С.А., Фролова Н.П., Храмова Е.С. Использование природных популяций *Taraxacum officinale* Wigg для оценки состояния техногенно нарушенных территорий // Экология. 2002. №5. С. 393–396.
4. Жинкина Н.А., Воронова О.Н. К методике окраски эмбриологических препаратов // Ботан. журн. 2000. Т. 85, №6. – С. 168-170.
5. Именитова А. С. Анализ таксономического состава и динамики аэропалинологического спектра Северо-Востока Русской равнины // Концепт. 2016. Т. 15. С. 871–875.
6. Камелина О.П., Проскурина О.Б., Жинкина Н.А. К методике окраски биологических препаратов // Ботан. журн. 1992. Т. 77, №4. С. 93-96.
7. Кремп Г.О.У. Палинологическая энциклопедия. М.: Мир, 1967. 411 с.
8. Куприянова Л. А. Пыльца двудольных растений флоры европейской части СССР / Л. А. Куприянова, Л. А. Алёшина. – Л.: Наука, 1978. 184 с.
9. Куприянова Л.А., Алёшина Л.А. Палинологическая терминология покрытосеменных растений. Л.: Наука, 1967. 84 с.

10. Палинография флоры Таджикской ССР / Под ред. Л. С. Рябковой. М.: Наука, 1982. 77 с.
11. Поддубная-Арнольди В.А. Характеристика семейств покрытосеменных растений по цитозембриологическим признакам. М.: Наука, 1982. 351 с.
12. 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. – Р. 18–24.
13. Сафонов А. И. Эколого-палинологический анализ некоторых аллергенов городской среды / А. И. Сафонов, П. С. Беломеря // Проблемы экологии. Донецк: ДонНТУ, 2007. № 1-2. – С. 79–85.
14. Сафонов А. И. Палинологический мониторинг урбанизированной среды / А. И. Сафонов, А. П. Харькова // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона: межвед. сб. науч. работ. – Донецк: ДонНУ, 2006. Вып. 6. С. 74–83.
15. Сафонов А. И. Индикаторная роль растений в системе управления городом в промышленном регионе // Экологическая ситуация в Донбассе: М.: Изд-во МНЭПУ, 2016. С. 288–294.
16. Сладков А.Н. Введение в спорово-пыльцевой анализ. М.: Наука, 1967. 270 с.
17. Способ определения фертильности пыльцы цветковых растений: А.с. (11) 906456 СССР, МКИ А 01 Н 1/02, А 01 G 7/00./ Н.В. Смиронова-Гараева (СССР). – №4638941/30-13; Заявл. 14.12.88; Оpubл. 07.09.90, Бюл. №33. – 13 с.
18. Цаценко Л.В., Филипчук О.Д. Фитотестирование загрязнения агроландшафта // Вестник Рос. акад. с.-х. наук., 1997. №3. С. 39–41.
19. Эмбриология цветковых растений. Терминология и концепции / под ред. Т. Б. Батыгиной. Генеративные органы цветка. Санкт-Петербург: Мир и семья, 1994. Т. 1. 320 с.
20. Эмбриология цветковых растений. Терминология и концепции / под ред. Т. Б. Батыгиной. Семя. Санкт-Петербург: Мир и семья, 1997. Т. 2. 823 с.
21. Эмбриология цветковых растений. Терминология и концепции / под ред. Т. Б. Батыгиной. – Системы репродукции. Санкт-Петербург: Мир и семья, 2000. Т. 3. 640 с.
22. Эрдтман Г. Мофология пыльцы и систематика растений. Введение в палинологию: Покрытосеменные. М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1956. 486 с.

## **ВИДОВОЙ СОСТАВ, ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗРАСТАНИЯ И МОРФОМЕТРИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МХОВ- ИНДИКАТОРОВ Г. МАКЕЕВКИ**

*Морозова Е.И.,*

*Сафонов А.И.*, к.б.н., доцент

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*andrey\_safonov@mail.ru*

Мохообразные являются неотъемлемым компонентом большинства экосистем. Способные переносить резкие колебания температуры, избыточное увлажнение или жестокие засухи, приспособленные к жизни на бедных субстратах, мохообразные образуют сообщества в таких местах, где высшие сосудистые растения были бы угнетены или вовсе не смогли бы существовать. Мохообразные обычно входят в состав первичных растительных группировок на поверхности скал и камней, они часто являются пионерами зарастания углублений, заполненных водой, и обнаженных почв. Постепенно отмирая, пионерные виды мохообразных подготавливают субстрат для поселения других видов мхов или сосудистых растений. По литературным данным известно [1-5], что мхи можно использовать в качестве индикаторов состояния окружающей среды. Данное направление научной деятельности является особенно перспективным для Донбасса. Поскольку флора мохообразных Донбасса изучена не полностью, возникла потребность в изучении видового состава и анализе особенностей распространения мхов в данном регионе, а изменения, происходящие в морфологическом и анатомическом строении мхов, дают возможность выявить уровень загрязнения территории. Это делает актуальным изучение мохообразных, произрастающих на антропогенно нарушенных территориях.

Цель данной работы – провести биомониторинг загрязнения среды с применением мохообразных на территории г. Макеевки.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи: определение видового состава мохообразных г. Макеевки, а также проведение анализа их местопроизрастания на данной территории; проведение анализа биоморфологической структуры мохообразных; определение реакций трансплантатов мохообразных на изменения загрязнения окружающей среды, а также установление зависимости между морфометрическими показателями трансплантатов и степенью загрязнения территории; изучение анатомо-морфологических особенностей строения эпигейных мхов на примере вида *Bryum argenteum* Hedw., произрастающего на данной территории.

Был определен видовой состав бриофлоры г. Макеевки в количестве 17 видов мохообразных, которые относятся к 13 родам, 9 семействам, 6 порядкам, 1 классу, 1 отделу.

Доминирующими субстратами для произрастания мохообразных на территории г. Макеевки являются каменистый субстрат, бетон, почва и основание дерева. В средней степени заселены субстраты ствол дерева, асфальт, тротуар, стены зданий, крыш и отвалы угольных шахт. Наименее заселенным оказался субстрат гнилая древесина.

В ходе исследования были выделены 3 космополитных вида – *Ceratodon purpureus*, *Bryum argenteum* и *Bryum caespiticium*, которые являются типичными представителями бриофлоры.

Анализ спектра жизненных форм бриофитов показал, что в составе бриофлоры города Макеевки преобладают такие жизненные формы, как плоский ковер – 5 видов и плотная дерновина – 3 вида. В одинаковом количестве представлены подушковидная дерновина – 2 вида и рыхлая дерновина – 2 вида. В наименьшей степени представлена экобиоморфа малая подушка – 1 вид.

Реакции мха *Pylaisia polyantha* (Hedw.) Schimp. на изменение состояния окружающей среды проявились в возникновении хлорозов и некрозов на поверхности листа, а также ассиметрии листовой пластинки. Установлено, что реакцией эпигейного вида мха *Bryum argenteum* Hedw. на изменение состояния окружающей среды, является уменьшение морфометрических показателей листовой пластинки, а также образование хлорозов и некрозов на поверхности листа.

#### Список литературы

1. Богданов П.Л. Определитель споровых лесных растений травянистого и мохового покрова / П.Л. Богданов. Москва: Гослесбумиздат, 1951. 32 с.
2. Гарибова Л.В. Водоросли, лишайники и мохообразные СССР / Л.В. Гарибова, Ю.К. Дундин, Т.Ф. Коптяева. Москва: Мысль, 1978. 365 с.
3. Железнова Г.В. Видовой состав мхов техногенно нарушенных ландшафтов республики Коми / Г.В. Железнова, Т.П. Шубин // Бот. журнал. – 2005. Т.90, №2. С. 215-222.
4. Игнатов М.С. Флора мхов средней части европейской России. Том 1. *Sphagnaceae – Hedwigiaceae* / М.С. Игнатов, Е.А. Игнатова. М.: КМК, 2003 – 608 с. Том 2. 2003. С. 608–994
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.

## ЗАВИСИМОСТЬ ПРИРОСТА БИОМАССЫ ОТ МЕТРИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ ЛИСТОВЫХ ПЛАСТИНОК РАСТЕНИЙ ШПИНАТА (*SPINACIA OLERACEA* L.)

*Мудрецова К.В.<sup>1</sup>, Стрельников И.И.<sup>1</sup>,  
Приходько С.А.<sup>2</sup>, к.б.н., доц., Глухов А.З.<sup>2</sup>, д.б.н., член-кор. НАНУ*

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

*donnu.bio@mail.ru*

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

*db.sad17@gmail.com*

В практике растениеводства защищенного грунта особую актуальность имеют вопросы энергосбережения в технологических процессах, что подразумевает оптимизацию светокультуры, как одного из наиболее энергоемких элементов тепличного производства. Основная проблема заключается в низкой эффективности поглощения и трансформации световой энергии листовым аппаратом растений. С учетом активного развития осветительных технологий, светокультура также требует постоянного процесса оптимизации методов дополнительного освещения. Основным критерием эффективности является оценка продукции сухой массы растений на единицу затрачиваемой световой энергии. При этом, классические методы анализа прироста биомассы, например, оценка относительной скорости роста, являются деструктивными, то есть требуют удаление растения из субстрата. Такие методы исследования требуют организацию трудоемких опытов с большим количеством повторности. Данная проблема может быть решена через разработку не деструктивных методов оценки сухой массы растений, что требует поиска количественных характеристик растений, хорошо коррелирующей с биомассой.

Целью исследования стала оценка возможности аппроксимации сухой массы растений в динамике через метрических характеристики листьев: длина и площадь.

Опыт проводился на 100 растениях *Spinacia oleracea* L. в тепличной культуре (оранжерейный комплекс ГУ «Донецкий ботанический сад»). Растения выращивали в контейнерах объемом 250 мл с дополнительным освещением от натриевых ламп низкого давления. Светопериод составлял 12 ч, при средней освещенности в 20 кЛк. Раз в неделю, начиная с третьей недели после прорастания, из общей выборки случайным образом выбирали 20 растений. Таким образом, сформировали 5 разновозрастных выборок. Проводили отмывку корневой системы, после чего растения разделяли на подземную и надземную части. Сырые листья (с 1-го по 12-й настоящий лист) сканировали для дальнейшего определения длины и площади. Все



части растения высушивали при 70 С° в течение 48 ч. Массу отдельных листьев, и целого растения определяли взвешиванием с точностью до 0.1 мг. Длину и площадь листьев определяли через анализ цифровых изображений с известным масштабом. Для этого применяли программный комплекс FIJI. Анализ связи между сухой массой целого растения и размерами отдельных листьев проводили с применением общих аддитивных моделей (GAM) в среде языка программирования R 3.4.1.

В результате проведения опыта установили сухую массу 96 растений и массу, площадь и длину 750 отдельных листьев. Предварительная статистическая оценка показала высокую вариабельность сухой массы целых растений, особенно у полностью развившихся растений (начиная с 6 недели после прорастания). В этом возрасте средняя масса растений составляла 0.382 мг, со стандартным отклонением 0.091 мг.

При построении общей аддитивной модели, зависимой переменной выступала масса растения. В базовой модели предикторами служили возраст растения и шесть генераций листьев с 1-го по 6-й. Далее отбирали оптимальную комбинацию генераций листьев, которая обеспечивала наилучшую прогностическую силу модели. Для сравнения использовали информационный критерий Акаике. Установили, что наилучшим образом сухая масса растений может быть описана через возраст и длину 5-го листа. При этом оба предиктора оказывают статистически значимое влияние на зависимую переменную (с р-значениями  $2 \cdot 10^{-16}$  и  $4.22 \cdot 10^{-14}$ , соответственно). В таком варианте модели доля объясненной дисперсии составила 80.8 %, что свидетельствует об относительно низкой точности. Все же, с учетом очень высокой собственной вариабельностью показателя массы растения, такая прогностическая сила модели может быть принята, как достаточная для практического применения.

В результате выполнения работы установлено, что сухая масса растения шпината, может быть с достаточной точностью определена основываясь на данных о возрасте растения и длине его 5-го настоящего листа. При этом следует учитывать высокую вариабельность значений сухой массы растений, особенно у взрослых растений, которая может потребовать увеличения размеров выборки.

## ПРЕЕМСТВЕННОСТЬ ИНТРОДУКЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВИДОВ *P. PASSIFLORA L.* В ГУ «ДОНЕЦКИЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД»

**Никулина Я.Ю.,**

**Демьяненко Т.В.,** к.б.н., доцент

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*уана081213@mail.ru*

Для людей, которые длительное время находятся в изолированной от живой природы среде, необходимо проводить оздоровление микроклимата закрытых помещений. В связи с этим, осуществляется интродукция из тропической и субтропической растительных зон, с последующим отбором наиболее устойчивых видов и внедрения их в интерьеры разных типов.

Наиболее подходящими для использования в озеленении жилых, учебных и производственных помещений являются красивоцветущие тропические и субтропические лиановидные растения семейства *Passifloraceae* Juss. ex Roussel. Некоторые виды этого семейства удерживаются в условиях защищенного грунта Государственного учреждения «Донецкий ботанический сад» (ГУ ДБС), и поскольку им приходится приспосабливаться к различным условиям среды, установление адаптивных признаков и их интродукционная оценка имеют не только теоретическое, но и практическое значение.

Известно, что основные работы по интродукции видов *p. Passiflora L.* на постсоветском пространстве проводили советские ученые в 1960-1963 гг. во влажных субтропиках интродукционного питомника Грузии и в оранжереях Закавказской ЗОС ВИЛАРа. Кроме того географические испытания проводили в Батумском ботаническом саду АН Грузии, в Тбилиси и в ряде пунктов влажных субтропиков Абхазии и Краснодарского края.

Исследователей всегда привлекали виды *p. Passiflora*, как растения с очень красивыми, необычными и ароматными цветками. Пассифлора — вечнозеленая красивоцветущая лиана с одревесневающим стеблем, прикрепляющаяся к опоре усиками на стеблях. Следует отметить, что виды названного рода обладают лекарственными свойствами. Так, еще в 1960 году Фармакологический комитет Министерства Здравоохранения бывшего СССР разрешил к широкому применению в медицинской практике препарат «Экстракт пассифлоры, жидкий» (1:2). Пропись и технологический регламент на препарат были разработаны М.Б. Волынской, зав. лабораторией биохимии Закавказской опытной станции [1].

Одним из показателей адаптации растений к новым условиям произрастания являются прохождение растением всего ритма развития.

Работниками защищенного грунта ГУ ДБС проводилась и ведется фиксация сроков следующих основных фенологических периодов: медленная

и интенсивная вегетация, бутонизация и цветение у следующих видов: *P. caerulea* L., *P. foetida* L., *P. suberosa* L., *P. sp* [2].

Период цветения включает следующие фенофазы:

начало бутонизации. Как известно *Passiflora* наиболее декоративна в период цветения, поэтому в нашей работе именно этой фенофазе уделено наибольшее внимание. Так, наиболее раннее появление бутонов отмечено у *P. caerulea* - 11 июн., а наиболее позднее – у *P. foetida* - 3 авг.;

начало цветения. Самое раннее начало цветения в среднем характерно для *P. caerulea* - 13 июн., а самое позднее – для *P. foetida* - 15 авг. У *P. sp.* бутонизация и цветение не отмечены;

окончание бутонизации. Наиболее раннее окончание бутонизации отмечено у *P. foetida* - 25 февр., а наиболее позднее – у *P. caerulea* - 4 авг.;

окончание цветения. Самое раннее окончание цветения характерно для *P. foetida* - 23 февр., а самое позднее – для *P. caerulea* - 1 авг.

В результате установлено, что наименее продолжительная первичная медленная вегетация характерна для *P. sp.* - 51 день, а наиболее продолжительная - у *P. suberosa* - 103 дня. Самая короткая вторичная медленная вегетация в среднем характерна для *P. foetida* – 45 дней, а самая длинная – для *P. caerulea* - 82 дня.

Самая короткая интенсивная вегетация наблюдается у *P. foetida* –150 дней, а самая длинная – у *P. caerulea* - 216 дней. Продолжительность вторичной интенсивной вегетации не отмечена.

Наименее продолжительная бутонизация характерна для *P. foetida* – всего 15 дней, а наиболее продолжительная - *P. caerulea* - 69 дней. Самый короткий период цветения отмечен у *P. foetida* -32 дня, а самый длинный – у *P. caerulea* - 92 дня [3].

Таким образом, установлено, что в условиях защищенного грунта ГУ ДБС названные виды проходят полный цикл развития. При этом для каждого вида характерна определенная средняя продолжительность вегетации и генеративного периода. Изученные виды хорошо зарекомендовали себя в интродукции, и могут быть использованы в озеленении закрытых помещений.

### Список литературы

1. Семенихин И. Д. Энциклопедия лекарственных растений, возделываемых в России / И. Д. Семенихин, В. И. Семенихин. - Москва: б. и., Т. 1: Ботаническое описание. Биологические особенности. Ареал и ресурсы. Возделывание. Качество сырья. Применение. - 2013. - 208 с.
2. Никулина Я. Ю., Демьяненко Т. В. Особенности сезонных ритмов развития лиановидных растений на примере видов рода *Passiflora* L. в условиях защищенного грунта ГУ Донецкий ботанический сад // Сборник докладов X Международной конференции аспирантов и студентов / Ред. кол. Маренич К. Н., Кочина Е. В., Шаповалов В. В., Булавин А. В. – Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2016. – 434 с.

## РАЗНООБРАЗИЕ ДЕКОРАТИВНЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ В ЗЕЛЕНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

*Печенкина Л.В.,*

*Демьяненко Т.В.*, к.б.н., доцент

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*donnu.bio@mail.ru*

Актуальность данной работы заключается в том, что в промышленном регионе к которому относится и г. Донецк, остро стоит проблема ухудшения здоровья в связи загрязненностью окружающей среды. Поэтому создание садов и парков не только в декоративных целях, но и в оздоровительных, поспособствует улучшению состояния здоровья населения.

В мировой практике все большее значение приобретает терапевтическое садоводство или гарденотерапия. Наиболее широко оно представлено в Великобритании, Канаде и США, где существует Американская Ассоциация садовой терапии. Одним из наиболее крупных представителей этого направления в постсоветских странах выступает ГБС им. Цицина РАН (г. Москва). В нашем промышленном регионе одним из крупнейших центров по развитию этого направления и подбора ассортимента является ГУ «Донецкий Ботанический Сад».

Наиболее часто используемыми в садах такого плана выступают эфиромасличные и пряно-ароматические растения. Так как все они содержат эфирные масла и смолистые вещества, которые особенно активно выделяются в теплом, защищенном от ветра месте. Современные исследования подтвердили, что эфирные масла мягко воздействуют на организм человека, обладают высоким бактерицидным действием и способностью укреплять иммунитет. Совместное применение разных эфирных масел усиливает эффективность их действия и повышает бактерицидную активность. Дикорастущие или культурные виды пряно-ароматических или эфиромасличных растений обладают богатым биохимическим составом сырья [2]. Растительные эфирные масла обладают эффективным биоэнергетическим действием и благотворно влияют на психо-эмоциональное и физическое состояние человека. Поэтому использование в саду эфирномасличных и пряно-ароматических растений – это наиболее доступный способ поддержания здоровья, профилактики различных заболеваний и придания повседневной жизни яркости [1].

Среди всего разнообразия флоры Северного Приазовья только 22 вида являются декоративными лекарственными растениями и используются в зеленом строительстве.

В озеленении их наиболее часто используют для декора водоемов (*Nymphaea lutea* (L.) Smith.), для декора садов и парков (*Chrysanthemum*

*vernalis* (Z.) Holub., *Berberis vulgaris* L., *Hyssopus officinalis* L., *Xeranthemum annuum* L.).

В хозяйстве их используют в качестве кормовых добавок (*Thalictrum minus* L.), как приправы (*Thymus vulgaris* L.), так же они являются хорошими медоносами (*Xeranthemum annuum* L., *Centaurea cyanus* L., *Ajuga genevensis* L.).

Кроме того находят лекарственное применение - это хорошие противогрибковые средства (*Thymus x citriodorus* (Pers.) Schreb. и др.), применяют при сердечно-сосудистых заболеваниях (*Humulus lupulus* L.) и как мочегонные средства.

Установлено, что наиболее многочисленными по количеству видов являются семейства Яснотковые и Астровые.

### Список литературы

1. Глухов А.З., Эфиромасличные и пряно-ароматические растения (интродукция, адаптивная стратегия, оценка перспектив выращивания) / А.З. Глухов.- Донецк, 2013.- 238с.
2. Машанов В.И. Пряно-ароматические растения.- М.: Агропромиздат, 1991.- 287с.

УДК 582.4(662.632)

## ОЦЕНКА ЖИЗНЕННОГО СОСТОЯНИЯ ДРЕВЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПРИШКОЛЬНОГО УЧАСТКА

**Прохоров К.А.,  
Данильченко О.В.**

Муниципальное общеобразовательное учреждение  
«Школа № 97», г. Донецк  
*donschool97@yandex.ru*

В современных городах создаются неблагоприятные условия, влияющие на здоровье человека. Поэтому главную роль в оздоровлении окружающей среды отводят древесным насаждениям.

Целью наших исследований было изучение состояния древесной растительности пришкольного участка. В задачи исследования входило: проведение инвентаризации древесных насаждений с определением таксономической принадлежности; анализ количественного участия отдельных пород древесных насаждений и оценка их состояния; изучение дополнительной литературы о каждом виде древесной растительности, особенностях строения и вредителях; разработка предложений по улучшению состояния насаждений обследуемых объектов. Объектом

исследований являются древесные растения пришкольного участка. Предмет исследования – изучение состояния древесных насаждений.

Проводился сплошной пересчет растений с определением систематической принадлежности вида, его количественное участие, выполнялась оценка состояния деревьев. Для каждого вида обследованных древесных насаждений была составлена инвентаризационная карточка, в которой указаны русское и латинское название вида, даны систематическая характеристика (определены семейство, порядок, класс и отдел), указаны природный ареал, жизненная форма, ботаническая характеристика, ориентировочный возраст, высота и диаметр растения (м), форма кроны, наличие биологического или механического повреждения, особенности развития, количество экземпляров и место расположения растений, принцип посадки.

Категория состояния каждого дерева оценивалась визуально по комплексу признаков: густоте и цвету кроны, размерам кроны, наличию и доле усохших ветвей в кроне, состоянию коры по пятибалльным шкалам.

Показатель жизненного состояния деревьев ( $L_n$ ) рассчитывался по методике, предложенной В.А. Алексеевым [1].

Доля участия древесных пород, отражающая количественно соотношение разных видов, рассчитана как отношение количества деревьев данного вида к общему числу обследованных деревьев.

Методом сплошного обследования деревьев проводилась визуальная оценка следующих диагностических признаков относительного жизненного состояния: густота кроны (в % от нормальной густоты), наличие на стволе мертвых сучьев (в% от общего количества сучьев на стволе) и степени повреждения листьев токсикантами, патогенами и насекомыми (средняя площадь некрозов, хлорозов и объеданий в % от площади листа) [2].

Пришкольный участок занимает 1га. В состав древесной растительности входят 14 видов деревьев из 8 семейств, среди которых к отделу голосеменные относятся – 3 дерева, к отделу покрытосеменные – 166 деревьев. Наибольшим числом видов характеризуются следующие семейства: Ивовые – 4 вида, Розовые – 3 вида.

В результате проведенного анализа установлено, что на территории школы преобладают насаждения из тополя пирамидального и тополя канадского, а также клена остролистного и конского каштана обыкновенного. Это свидетельствует о хорошей приживаемости данных видов в условиях города и засушливого климата Донбасса. Однако, было установлено, что насаждения всех объектов находятся в поврежденном (ослабленном) состоянии и это не зависит от сторон горизонта. А в пораженности листы и кроны растений прослеживается зависимость от сторон горизонта.

С целью безопасности жизнедеятельности людей необходима вырубка усохших деревьев, подрезка сухих ветвей. В связи с этим считаем целесообразным продолжение мониторинга состояния зеленых насаждений, вовлечение подростков к природоохранной деятельности.

## Список литературы

1. Алексеев В. А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев / В. А. Алексеев // Лесоведение. - 1989. - №4. - С. 51-57.
2. Кулагин А.А., Шагиева Б.А. Древесные растения и биологическая консервация промышленных загрязнителей. М.: Наука, 2005.
3. Полякова Е.В. Особенности развития и жизнеспособность древесных растений в условиях городской среды (на примере г. Владивостока): дис... канд. биол. наук: 03.00.05 / В.В. Полякова – М.: РГБ, 2004. – 157с.
4. Якубов Х.Г. Экологический мониторинг зеленых насаждений Москвы / Х.Г. Якубов - М.: ООО «Стагирит-Н», 2005. - 264с.
5. Е.М.Соколенко. Сквери й парки – легені планети. Науково-методичний журнал «Біологія», № 22-24 (358-360), 2012, вид. «Основа»

УДК 581.9 : 582.35 : 635.9

## ПЕРВИЧНАЯ ОЦЕНКА ЭСТЕТИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ВИДОВ ПРИРОДНОЙ ФЛОРЫ В АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННОЙ СРЕДЕ

*Пчеленко О.В.,*

*Сафонов А.И., к.б.н., доцент*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*andrey\_safonov@mail.ru*

Помимо возможности уменьшать техногенное давление на окружающую среду растения имеют эстетическое значение. Декоративные растения нуждаются в постоянном уходе и далеко не всегда выдерживают неблагоприятные условия среды. Альтернативой высокодекоративным растениям может быть группа сорно-рудеральных видов. Для них характерен быстрый рост и расселение, быстрая приспособляемость, устойчивость к стрессовым условиям [1-3]. В результате антропогенного воздействия на биологические объекты и природные экосистемы в промышленных регионах происходят необратимые изменения факторов среды. Техническая и технологическая деятельность человека выступает мощным фактором, под влиянием которого возникают антропогенные экотопы [1, 4].

Схема маршрутных исследований включала селебитные экотопы, экотопы путей сообщения, экотопы с полностью преобразованными эдафотопами, собственно техногенные экотопы. По данным маршрутам был собран первичный материал. На основе проведенного анализа источников литературы по данной теме, экологического и эстетического подходов, разрабатывается методика определения критериального показателя эстетической ценности видов природной флоры в антропогенных экотопах.

Проведенная работа указывает на дальнейшую необходимость и целесообразность исследований устойчивых к техногенному напряжению растений, характеризующихся неординарными эстетическими свойствами.

## Список литературы

1. Бакланов В.И. Применение травянистых многолетних растений для восстановления ландшафтов, нарушенных угольной промышленностью Донбасса / В.И. Бакланов, А.Е. Мазур // Охрана и рациональное использование природы Донбасса. К.: Наука, 1976. С. 104-107.
2. Тератогенез растений на юго-востоке Украины / А. З. Глухов. – Донецкий ботанический сад. Донецк: Норд-пресс, 2005. 179 с.
3. Горышина Т.К. Растение в городе Л.: Изд-во ЛГУ, 1991. 152 с.
4. Байкова Е.В. Архитектурные модели и жизненные формы представителей рода *Begonia* (*Begoniaceae*) / Е.В. Байкова, Т.Д. Фершалова // Ботан. журн. 2007. Т. 92, № 8. С.1113-1127.

УДК 574.5

## ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ВОДОРОСЛЕЙ «ЦВЕТЕНИЯ» ПЕРВОГО И ВТОРОГО ГОРОДСКИХ ПРУДОВ ГОРОДА ДОНЕЦКА

*Садловская В.В.,  
Мирненко Н.С.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г.Донецк  
*vIkusen04ek@mail.ru*

Только 29 процентов, то есть меньше трети его общей площади, занимают материки и острова; остальные две трети поверхности Земли, точнее 71 процент, покрывают океаны, моря и озёра. Вода, солёность которой не превышает 0,1 %, даже в форме пара или льда называется пресной. Если задуматься над соотношением пресной и соленой воды на планете, то окажется, что пресной воды очень мало — менее трех процентов от общих мировых водных ресурсов. Небольшой процент пресной воды на Земле окажется еще меньшим, если учесть, что большая часть ее — это пресная вода в ледниках и подземных источниках. Та пресная вода, которая имеется в свободном доступе (это реки, озера и водохранилища) занимает не более одного процента от всей водной массы планеты. По данным ООН на начало 2000-х годов более 1,2 млрд людей живут в условиях постоянного дефицита пресной воды, около 2 млрд страдают от него регулярно. К середине XXI века численность живущих при постоянной нехватке воды превысит 4 млрд человек [1]. Поэтому так важно вести мониторинг и контролировать загрязнение пресных источников воды.

Учитывая восстановление и дальнейшее развитие промышленных предприятий Донбасса вопрос о сохранении и поддержании чистоты пресных водоемов стоит остро и, прежде всего, перед нами. Ведь основной причиной загрязнений – это антропогенная нагрузка на водоисточники. В связи с этим происходит усиленное развитие фитопланктона, которое является первым



ознаменованием нарушений в составе водной среды. Проявлением этого служит изменение цвета, запаха и других гидробиологических характеристик воды. Процесс быстрого развития фитопланктона с выходом на доминантное положение получил название «цветение».

Актуальность работы обусловлена тем, что «цветение», как фактор определяющий наличие жизни в водоеме, очень сильно загрязняет и разрушает все остальные живые организмы, находящиеся в нем, приводящий к нарушению и затруднению работы систем водоснабжения.

Целью работы было изучение фитопланктона Первого и Второго городских прудов города Донецка, для оценки состояния водоемов, как показателей всей экосистемы.

В связи с целью работы были поставлены следующие задачи:

1. определить видовой состав городских прудов;
2. выделить водоросли, вызывающие «цветение» водоемов.

Анализ проб Первого и Второго городского пруда проводились с 03.05.2016г. по 19.09.2017г. включительно. Пробы отбирали в двух прудах каждые две недели. Пробы отбирали в бутылки объемами 2 литра с последующим концентрированием на насосе Комовского до 30 мл.

Анализ альгофлоры показал, что в Первом и Втором городских прудах насчитываются 6 отделов водорослей: *Cyanoprocarota*, *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*, *Euglenophyta*, *Xantophyta*, *Charophyta*, из которых 3 доминирующие: *Cyanoprocarota*, *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*.

В Первом и Втором городских прудах были выделены 10 классов, 13 порядков, 23 семейства, 40 родов и 74 вида. Из них максимальное количество видов наблюдали в отделе *Bacillariophyta* – 30 видов.

По видовой представленности на первом месте семейства *Nitzschiaceae*, *Oscillatoriaceae*, *Selenastraceae* и *Fragilariaceae* составляющие суммарно 27%, на втором месте – семейство *Naviculaceae* – 21,6% всего состава альгофлоры. На третьем месте семейство *Scenedesmaceae* составляющее 14,85%. Эти семейства совокупно составляют 63,45% всей альгофлоры, таким образом они являются доминантами.

Из идентифицированной альгофлоры были определены виды, вызывающие «цветение» водоемов *Euglena viridis* Ehr., *Microcystis pulverea* (Wood), *Scenedesmus intermedius* Chodat, *Microcystis aeruginosa* Kütz., *Tribonema viride* Pasch, *Scenedesmus acutus* Meyen, *Scenedesmus acuminatus* (Lagerheim) Chodat, *Scenedesmus quadricauda* (Turpin) Brébisson, *Scenedesmus opoliensis* P.G.Richter. Эти виды принадлежат к отделам *Cyanoprocarota*, *Euglenophyta*, *Chlorophyta*.

Таким образом, была определена альгофлора для Первого и Второго городского прудов, на основании списка видов водорослей идентифицированы виды, вызывающие «цветение» в водоемах.

## Список литературы

1. WATER FOR PEOPLE, WATER FOR LIFE Executive Summary of the UN World Water Development Report The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), Paris, France © UNESCO WWAP 2002

## КРИТЕРИИ БОТАНИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА АЛЬПИНАРИЕВ Г. ДОНЕЦКА

*Сенина А.В.,*

*Сафонов А.И.*, к.б.н., доцент

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*andrey\_safonov@mail.ru*

Указанные в работе критерии составлены на основе работ российских фитодизайнеров и специалистов в области ландшафтного проектирования местности с помощью растений [1-10].

В ландшафтном дизайне используются в основном элементы, которые действуют через визуальное восприятие. В восприятии цвета человеком также имеются свои закономерности, вследствие чего линии композиции и её цветовое решение должны быть сбалансированы. Каменистая горка не должна выглядеть как случайное нагромождение камней и растений. Это динамичная, живая картина, меняющая краски в течение сезона. В любой момент в композиции должны быть яркие и привлекательные пятна.

Для того чтобы запланированный альпинарий гармонично вписывался в пространственное окружение, он должен быть соразмерным. В поисках удачной пропорции линейных размеров прибегают к принципу "золотого сечения". Это иррациональная величина, приблизительно равная отношению 1:1,6, которая большинством людей воспринимается, как гармоничная пропорция. Например, красиво смотрятся предметы, один из которых в 1,6 раз выше другого. Этому же принципу желательно следовать при подборе пропорций между альпинарием и окружающими предметами, а также планируя соразмерность террас в альпинарии, размер используемых камней и т.д.

Самые выигрышные и эффектные детали должны быть видны из точки преимущественного обзора, а при оптимальном варианте – из всех возможных точек. Общий принцип перспективы достаточно прост: высокие предметы должны располагаться на заднем плане, а низкие – ближе к зрителю (чаще такой метод используется для наклонной горки).

Важная задача – планировка перспективы, открытой с нескольких сторон. При этом высоким растениям уделяют больше места, окружив их низкими почвопокровными растениями, камнями, мульчей.

Течение линий создаёт особое настроение и новые зрительные акценты. Прямая линия меньше задерживает взгляд, а плавные изгибы линии заставляют разглядывать композицию более пристально. Одна из планировочных ошибок – дорожки, направлены прямо на композиции, – такой неудачный маневр быстро приводит к зрительному утомлению и дискомфорту.

Что касается композиционных линий растений и декоративных элементов внутри альпинария, то они имеют другой масштаб и другую протяженность. Все линии в композиции можно разделить на вертикальные, горизонтальные и ниспадающие. Вертикали создают отвесно установленные камни, листва ирисов, злаки, хвойные растения с пирамидальной формой и т.д. Горизонтальные линии – террасы и почвопокровные растения, можжевельники с горизонтальной формой роста и т.д. Примером ниспадающих линий является искусственный ручей, сухой поток из гальки, коряга со скрученными вниз сучьями, почвопокровники с ниспадающими побегами (флокс шиловидный, ясколка, мазус). В альпинарии вертикальные линии должны зрительно уравниваться горизонтальными и ниспадающими, гармонировать с общим силуэтом альпинария.

Помимо колористического контраста существует контраст других изобразительных средств. Например, контраст в размерах может подчеркнуть крупную деталь: одно крупное растение (акцент), окруженное низкорослыми видами, выглядит более эффектно.

Контраст в фактуре – приём, широко используемый в японском стиле сада камней. Сочетания окатанной гальки и щебня с острыми краями, щебня и керамзита выглядит очень эффектно. При этом контраст фактуры и размера используют одновременно. Для растений можно применить контраст по форме листовой пластинки. Виды с цельными и рассеченными листьями хорошо смотрятся на фоне друг друга. Контрастны растения с опушенными и гладкими блестящими листьями, широкой и узкой листвой и даже с различным направлением роста листьев.

Нюанс – едва уловимый переход – не подчеркивает, а позволяет спрятать какие-то детали. В то же время придает разнообразие на первый взгляд однородной композиции. К одной контрастной детали необходимо подобрать неоднородный фон похожих, но отличающихся в нюансах элементов.

Все растения можно разделить на две большие группы: декоративностабильные и декоративнолабильные. Декоративностабильные растения сохраняют декоративность в течение всего сезона. К ним можно отнести карликовые формы ели, можжевельника, рододендроны Смирнова, катанийский вереск. Проблематично же использование в альпинарии декоративно лабильных растений, которые декоративны лишь в период цветения, а после листья отмирают или образуются малопривлекательные сухие плоды. Самый короткий период вегетации у мелколуковичных растений (листья исчезают в июне – пролески, галантус, крокус, хохлатки и др.). Эти особенности необходимо предусмотреть заранее. Отмирающие вегетативные органы одних растений скрывают с помощью декоративностабильных растений или за крупными камнями. Хорошо зарекомендовали себя сочетания почвопокровных и луковичных.

Основное правило при выполнении декоративного критерия – верное размещение одновременно цветущих растений.

Растительный покров поверхности альпинария – второй важнейший аспект композиции, состоящий из так называемых растительных сообществ или локальных искусственных фитоценозов. Растения, составляющие сообщество каменистой горки, также находятся во взаимодействии и взаимозависимости друг с другом и с условиями местообитания. Характеризуя растительность Донбасса, можно констатировать факт преобладания степей, наличие таких фитоценологических образований, как лугов, болот, сообществ на каменистых обнажениях. При этом присутствует доминирование типчаково-ковыльных степей, мятликовых, овсянниковых, полевицевых лугов, чабрецовой растительности каменистых обнажений.

В результате проведенной эколого-эстетической оценки декоративности каменистых горок города Донецка сделаны следующие выводы: в озеленении антропогенно трансформированной, урбанизированной среды целесообразно использовать каменистые горки, функционально важные в первую очередь с эстетической точки зрения; основные показатели экологических режимов для объектов исследования соответствовали диапазонам значений (температурный, световой режимы), что позволило нам факториально оценить грамотность создания фитокомпозиций в аспекте подбора ассортимента; анализ видового состава каменистых горок в условиях городской среды позволяет выделить виды растений, успешно используемые в таких условиях, например, *Salvia splendens* Ker Gawl., *Berberis thunbergii* DC., *Tagetes erecta* L, *Gaillardia aristata* Pursh и другие; выбранная тема научных исследований важна для развития стратегических направлений биологического факультета Донецкого национального университета в профориентационной работе.

### Список литературы

1. Александрова М.С. Сто лучших растений для вашего сада. М.: Фитон+, 2011. 271 с.
2. Астахова Е.В. Ландшафтный дизайн: современные решения. Белгород: Книжный Клуб «Клуб Семейного Досуга», 2013. 317 с.
3. Барина М. Сад в природном стиле. М.: Фитон+, 2013. 208 с.
4. Бочкова И.Ю., Бондорина И., Данилина Н.Н. Справочник ландшафтного дизайнера и озеленителя. М.: Омега – Л, 2015. 64 с.
5. Воронова О.В. Сам себе ландшафтный дизайнер. Эксмо, 2016. 184 с.
6. Гарнизоненко Т.С. Справочник современного ландшафтного дизайнера. – Ростов н/Д.: Феникс, 2015. 313 с.
7. Забелина Е.В. Поиск новых форм в ландшафтной архитектуре. М.: Архитектура–С, 2015. 156 с.
8. Марковский Ю.Б. Альпинарии и каменистые горки. М.: ЗАО «Фитон», 2016. 64 с.
9. Немова Е. Дизайн садового участка. М.: Фитон+, 2014. 144 с.
10. Плотникова Л. Лучшие декоративные растения в дизайне сада. М.: Фитон+, 2014. 128 с.

**ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КРИТЕРИЯ ФИШЕРА ДЛЯ  
СРАВНЕНИЯ ВЕЛИЧИН ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ АСИММЕТРИИ  
ЛИСТЬЕВ *PLATANUS* × *ACERIFOLIA* (AITON) WILLD.**

**Слюсар А.М.<sup>1</sup>,  
Стрельников И.И.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г.Донецк  
*donnu.bio@mail.ru*

<sup>2</sup>ГУ «Донецкий ботанический сад», г. Донецк  
*db.sad17@gmail.com*

Флуктуирующая асимметрия (ФА) листьев древесных растений – широко используемый индикатор состояния атмосферного воздуха, используемый в современных экологических исследованиях. По определению ФА – это ненаправленные различия между правой и левой сторонами различных морфологических структур, в норме обладающих билатеральной симметрией. Ненаправленность отклонений подразумевает, что математическое ожидание величины асимметрии в популяции равно 0. При этом показателем величины асимметрии, фактически является вариация значений различий между правой и левой частями структуры. На практике, наиболее популярным методом сравнения ФА двух и более выборок является подход, в рамках которого величину различий берут по модулю, а затем сравнивают средние значения в выборках. Проблема этого подхода заключается в том, что полученное распределение не является нормальным, поэтому использование стандартных параметрических тестов (тест Стюдента, дисперсионный анализ), не подходят для сравнения средних [2]. Использование непараметрических тестов, как правило, приводит к уменьшению статистической мощности.

В связи с вышесказанным целью данной работы стала оценка пределов применимости непосредственного сравнения вариаций показателей асимметрии листьев платана кленолистного с помощью критерия Фишера. Задачи работы: оценить статистическую мощность теста при сравнении ФА двух выборок; определить необходимые размеры выборок для информативности применяемого метода; оценить возможность повышения статистической мощности при разных вариантах нормирования величины ФА.

Листья *Platanus* × *acerifolia* собирали в конце вегетационного периода (сентябрь 2016 г). Для сбора материала выбрали 2 участка: Парк культуры и отдыха им. А.С. Щербакова (условный контроль) и пересечение проспекта Ильича и улицы Постышева (точка с ожидаемо высоким уровнем загрязнения воздуха). Размер выборки для одной точки составил 50 листьев. Далее получали цифровые изображения листьев при помощи сканера

(разрешение сканирования 300 точек на дюйм). Изображения обрабатывали с помощью программного комплекса FIJI [1]. Асимметрию листа определяли через разницу между длинами первых от апекса правой и левой лопастей листа. Длину лопасти определяли, как расстояние апекса лопасти до места ответвления ее центральной жилки.

Показатель асимметрии, нормированный по длине и площади листа рассчитывали согласно [2] по следующим формулам:  $A_L = (L - R) / (L + R)$  и  $A_A = (L - R) / S_L$ , соответственно. Где  $A_L$  и  $A_A$  – показатель асимметрии, нормированный по длине и по площади листовой пластинки.  $L$  и  $R$  – длины правой и левой частей листовых пластинок.  $S_L$  – площадь листовой пластинки. Необходимый размер выборки определяли через оценку мощности F-теста. Для этого использовали бутстрап анализ [3]. Мощность рассчитывали для целевого показателя размеров выборок от 10 до 100 листьев с шагом 10 и для целевой разницы в выборочных стандартных отклонениях от 10 % до 22 0% с шагом в 10 % относительно стандартного отклонения контрольной выборки.

Анализ выборок с помощью теста Шапиро-Уилкокса показал, что все выборки имеют распределение не отличающееся от нормального. В обоих вариантах нормализации, вариация на тестовом участке была выше, чем в опытном. Показатели F-тест для нормализации по длине:  $df = 49$ ,  $F = 0.37416$ ,  $p$ -значение 0.0008. Показатели F-тест для нормализации по площади:  $df = 49$ ,  $F = 0.22135$ ,  $p$ -значение  $4.878 * 10^{-7}$ . Как следует из результатов F-теста, в случае нормализации по площади, вариация в тестовой выборке отличается более выражено. Можно заключить, что этот тип нормализации более подходит для практического применения в целях биоиндикации.

С целью определения размера выборки, необходимого для надежной фиксации различий между участками провели анализ мощности F-теста. Оценивали, как размер выборки влияет на вероятность статистически подтвердить отличия вариабельности тестовой выборки от контрольной если их реальные отличия составляют от 10 % до 220 % стандартных отклонений. Результаты анализа представлены на рисунке 1.

Согласно результатам анализа для размера выборки равной 50 листьев вероятность статистически подтвердить наличие различий между выборками в 80 % случаев достигается только если реальные вариации выборок отличаются не менее чем в полтора (150 %) раза. При отличиях в 1.3 раза, мощность составляет всего около 39 %. Увеличение размера выборки до 100 листьев также не обеспечивает значительного прироста мощности. Так при отличии между стандартными отклонениями равным 30 %, мощность F-теста составляет около 70 %.

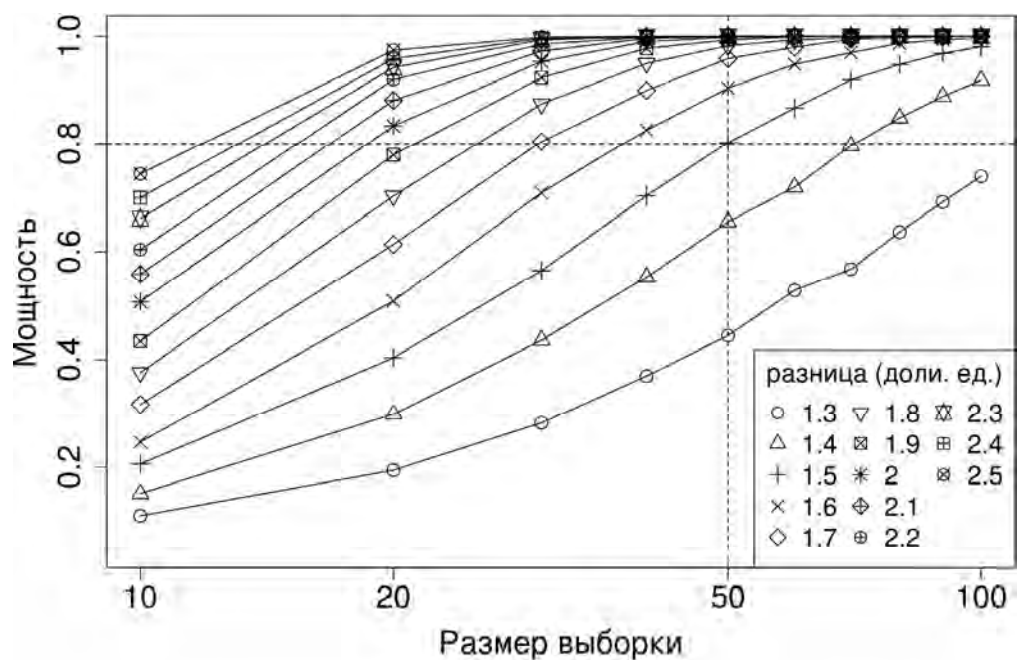


Рис. 1. Показатели мощности F-теста в зависимости от размера выборки и реальных различий в вариации выборок

В результате выполнения работы установлено, что размер выборки в 50 листьев обеспечивает мощность F-теста равную 80 % только для величины различий в вариациях выборок не меньше чем в 1.5 раза. Хотя такие различия действительно наблюдаются между контрольным и опытным участком, все же, для дальнейшей работы можно рекомендовать подбор более мощного статистического теста.

Анализ результатов показал, что нормализация показателя асимметрии по площади листовой пластинки обеспечивает более выраженные отличия в вариациях контрольной и опытной выборок. Поэтому такой метод нормализации можно рекомендовать для дальнейшей работы.

### Список литературы

1. *Eliceiri K.W. et al. Biological imaging software tools / Nature Methods, 2012, Vol. 9(7).– P. 697–710*
2. *Palmer A. R., Strobeck C. Fluctuating Asymmetry: Measurement, Analysis, Patterns / Ann. Rev. of Ecol. and Syst., 1986, Vol. 17.– P. 391-421*
3. *Krzywinski M., Altman N. Points of significance: Power and sample size / Nature Methods, 2013, Vol. 10.– P. 1139–1140*

## **ВЛИЯНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА ВОДОРОСЛИ ФИТОПЛАНКТОНА**

*Сурова А.В.,*

*Мирненко Э.И.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г.Донецк

*nastyu.ua.1996@mail.ru*

Среди веществ, загрязняющих биосферу, тяжелые металлы относятся к числу наиболее опасных, в значительной мере это связано с тем, что они обладают биологической активностью. На организм человека и животных физиологическое действие металлов различно, что зависит от самого металла, его концентрации и типа соединения, в котором он находится. Среди тяжелых металлов выделяют биогенные элементы, а также ксенобиотики, которые чужды организмам и могут нанести существенный вред. В трудах, приуроченных к вопросам загрязнения окружающей природной среды и экологического мониторинга, к тяжелым металлам относят более сорока элементов периодической системы Д.И. Менделеева с атомной массой свыше пятидесяти атомных единиц: V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, Cd, Sn, Hg, Pb, Bi и др. [1].

Актуальность работы состоит в том, что загрязнение водных ресурсов является глобальной экологической проблемой. Установлено, что даже эссенциальные металлы, такие как медь, никель, цинк, кобальт при накоплении в водной среде являются потенциальной угрозой для живых систем [2]. Такие химические элементы вызывают нарушение целостности физиологических и биохимических процессов, а также приводят к серьезным изменениям в метаболических реакциях у гидробионтов.

Целью работы является изучение влияния тяжелых металлов на фитопланктон прудов.

Естественными источниками поступления тяжелых металлов в водные экосистемы являются вулканическое извержение, растворение минералов и пород в почве в результате выпадения кислотных дождей. В качестве основных промышленных источников выделяют предприятия горнодобывающей и металлургической промышленности, тепловые электростанции, нефтеперерабатывающие предприятия. Соединения тяжелых металлов, поступивших в водную среду, немедленно вовлекаются в цепь разнообразных перемещений и превращений под влиянием многочисленных факторов. При этом происходят процессы физические, химические, биологические и геологические.

Пытаясь обеспечить защиту чувствительных компонентов от тяжелых металлов, клетка может выработать систему металлорезистентности. Степень устойчивости микроорганизма определяют несколько факторов: тип и



количество механизмов поглощения металлов; роль, которую каждый металл играет в нормальном метаболизме, и наличие генов, локализованных в плазидах, хромосомах или транспозонах, которые контролируют резистентность к металлам. В растении имеется несколько физиологических барьеров, которые препятствуют поступлению тяжелых металлов в клетки, и таким образом обеспечивают их устойчивость. На клеточном уровне – это прежде всего клеточная стенка и плазмалемма, которые ограничивают поступление металла в протопласт. Транспорт ионов металлов в микробные клетки ингибируется низкими температурами, метаболитными ингибиторами и в отсутствие источников энергии. На скорость поглощения влияют метаболическое состояние клетки и состав внешней среды. Многие механизмы транспорта ионов металлов основаны на действии электрохимического протонного градиента. В некоторых случаях внутриклеточное поглощение осуществляется посредством диффузии (когда под действием токсических веществ увеличивается мембранная проницаемость).

В водоемах Донбасса по данным литературы [3] идентифицировано 155 видов из них которые принадлежат к восьми отделам, (*Cyanoprocarota*, *Euglenophyta*, *Dinophyta*, *Chrysophyta*, *Xantophyta*, *Bacillaryophyta* и *Chlorophyta*), 36 семействам, 69 родам. Установлено, что сезонная динамика развития фитопланктона Донецких водохранилищ характеризуется интенсивным развитием водорослей в течение всего года с двумя максимумами: весенним "цветением" и летним "гиперцветением".

Таким образом, можно сделать вывод о том, что изучение проблемы содержания тяжелых металлов в водоемах является важнейшей задачей в оценке состояния окружающей среды. За последние несколько лет концентрация тяжелых металлов в воде резко увеличилась, что связано преимущественно с антропогенным влиянием. Для предотвращения и снижения процесса аккумуляции тяжелых металлов необходимо проведения экологического мониторинга, активное применение известных методов очистки вод, а также поиск и разработка новых методик в данной области.

### Список литературы

1. Третьякова Е.И., Папина Т.С. Особенности распределения тяжелых металлов по компонентам водоемов различной минерализации // Химия в интересах устойчивого развития. – 2000. – № 8. – С. 429-438.
2. Mason A.Z. Metal detoxification in aquatic organisms. / A.Z. Mason, K.D. Jenkins // Metal Speciation and Bioavailability in Aquatic Systems., UK, 1995.–P. 479–608.
3. Мирненко Э.И. Особенности «цветения» водоемов в городе Донецке / Э.И. Мирненко – LAP LAMBERT Academic Publishing is a trademark of: OmniScriptum GmbH & Co. KG 2015. – 93 с.

## ТРАДИЦИИ РУССКОГО ЛАНДШАФТНОГО ДИЗАЙНА В ЗЕЛЕНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ Г. ДОНЕЦКА

*Тараненко А.В.,*

*Сафонов А.И.,* к.б.н., доцент

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г.Донецк

*120eltoi\_safonov@mail.ru*

На протяжении всей истории развития градостроительства выдвигались самые разнообразные идеи по включению участков естественной природы в планировочную структуру города [2-5, 7, 9-12, 14, 18-22]. Некоторые из них не потеряли своей актуальности и в наше время.

В городах более 50 % территории, а в микрорайонах до 70 % общей площади отводится зеленым насаждениям, которые объединяют отдельные здания, сооружения и их группы в ансамбли микрорайона или квартала и вместе с обводнением территории, совершенствованием рельефа, инженерным благоустройством формируют современный город [1, 6, 8, 10, 11-13, 15-17, 21]. Быстрое развитие города по вертикали и горизонтали резко снижает привлекательность ландшафта местности. Интересные природные объекты – роции, живописные холмы, берега рек и озер, надпойменные террасы смогут играть существенную роль в формировании городской среды, если будут сохранены и органично включены в систему городских зеленых насаждений, а это значит и в архитектурно-планировочную структуру города.

Разнообразие применяемых систем озеленения города [3, 10, 15-17, 19, 21] обусловлено наличием конкретных градостроительных условий – местоположением города в системе группового расселения; народнохозяйственным профилем; величиной и принятой схемой зонирования территории; размещением общественных центров, жилой застройки, промышленности; архитектурно-планировочным решением территории; схемой транспортных магистралей; возможностью организации единой системы озелененных пространств города и его зеленого пояса, перспективой развития. Важная роль отводится природно-климатическим, санитарно-гигиеническим, ландшафтным, географическим и некоторым другим факторам [2, 9, 14, 16, 18-21]. Возникновение новых городов, как правило, связано с развитием промышленности, и их озеленение имеет свои особенности, определяемые спецификой конкретных технологических процессов, применяемых в данном производстве [1, 6-10, 13-18, 22].

Города с добывающей промышленностью, размещенные на территориях отработанных шахт, рудников, имеют зоны нарушенных земель (карьеры, выработки, отвалы, терриконы), которые используются для расширения территорий зеленых насаждений. Их озеленение

осуществляется газоустойчивыми, не требовательными к почве и влаге растениями [10, 17, 21].

Разнообразие приемов озеленения городов велико, имеет богатую историю, традиции и важно в организации современной среды для проживания и полноценной работы человека. Грамотное сочетание стилей разнообразит искусственно созданные территории, в том числе рекреационного назначения. В г. Донецке сформированы благородные традиции – создавать участки рекреационного назначения с повышенным процентом эстетизма и декоративного показателя. Историю эту нужно знать, чтобы в будущем и настоящем создавать и поддерживать такие элементы зеленой архитектуры на высоком эстетическом уровне.

Анализируя полученные данные, а также признаки основных ботанико-архитектурных стилей, нами установлено, что в Парке им А.С. Щербакова представлены следующие стили: регулярный, пейзажный, мавританский, постмодернизм, натургарден; а искусственные растительные сообщества бульвара им. А.С. Пушкина содержат композиции в регулярном, пейзажном, кантри, модерн, хай-тек, минимализм и натургарден стилях. Такое разнообразие подчеркивает успехи современных зеленых архитекторов города и создает повышенный декоративный эффект изученных рекреационных насаждений.

При квалифицированной экспертизе цветочно-декоративных видов растений в список рекомендованных к распространению на территории отнесены те виды, которые при оценке по онтогенетически-декоративному уровню получили не менее 60 баллов, а точнее следующие: *Viola odorata* L., *Sempervivum tectorum* L., *Sedum retroflexum* L., *Sempervivum ruthenicum* Koch., *Sedum spectabile* Boreau., *Sedum kamtchaticum* Fisch., *Sedum acre* L., *Muscari armeniacum* Leichtl ex Baker., *Mentha arvensis* L., *Iris pumila* L., *Heuchera x 121eltoi* hort., *Saxifraga caespitosa* L., *Festuca scoparia* Kerner et hack., *Euphorbia cyparissias* L., *Dianthus gratianopolitanus* Vill., *Crocus flavus* Weston., *Caltha palustris* L., *Armeria 121eltoi* (DC.) Wild., *Bergenia crassifolia* L., *Anemona sylvestris* L., *Alyssum pyrenaicum* Lapeyr., *Allium schoenoprasum* L.S. ampl. В то же время *Sagina subulata* C. Presl., *Phalaroides arundinacea* (L) Rausch., *Dianthus 121eltoids* L., не набравшие достаточное для рекомендованного уровня количества баллов, тем не менее на оптимальном уровне подчеркивают планировочные линии исследуемых ландшафтных композиций. В плане ландшафтного проектирования важно учитывать принцип гармоничных пропорций, количественную уравновешенность композиционных линий, а также соотношение горной породы с размерами самого объекта. Необходимо отметить, что для создания цветочно-декоративных композиций в условиях промышленного города, необходимо учитывать не только основные эколого-физиологические потребности растений, но и уровень их устойчивости к факторам дополнительного стресса, таких как токсичность среды, запыленность и загазованность воздуха, культурный уровень населения.

## Список литературы

1. Авадьяева Е.Н. Русский ландшафтный дизайн. – М.:ОЛМА-ПРЕСС, 2016. – 377 с.
2. Анронова Л. А. Вертикальное озеленение и рекомендуемый ассортимент растений. – М., 2015. – 450 с.
3. Астахова Е.В. Ландшафтный дизайн: современные решения. – Белгород: Книжный Клуб «Клуб Семейного Досуга», 2013. – 317 с.
4. Боговая И. О., Теодоронский В. С. Озеленение населённых мест. – М.: Б.и, 2015. – 200 с.
5. Брукс Д. Дизайн сада. – М.: ДиаД, 2012. – 250 с.
6. Барина М. Сад в природном стиле.– М.: Фитон+, 2015. – 208 с.
7. Бочкова И.Ю., Бондорина И., Данилина Н.Н. Справочник ландшафтного дизайнера и озеленителя. – М.: Омега – Л, 2015. – 64 с.
8. Воронова О.В. Сам себе ландшафтный дизайнер. Эксмо, 2016. 184 с.
9. Горохов В. А. Зеленая природа города. Садово-парковое искусство России. – М.: Архитектура-С,2015. – 150 с.
10. Горохов В.А., Лунц Л. Б., Росторгуев М.И. Инженерное благоустройство городских территорий. – М.,Стройиздат. – 2012. – 190 с.
11. Гарнизоненко Т.С. Справочник современного ландшафтного дизайнера. – Ростов н/Д.: Феникс, 2015. – 313 с.
12. Гарнизоненко Т.С. Каталог красивоцветущих и декоративнолиственных растений. – Ростов н/Д.: Феникс, 2015. – 317 с.
13. Дроздов А.В., Алексеенко Н.А. Ландшафтное планирование с элементами инженерной биологии. – М.: Технологии,2016. – 120с.
14. Доронина Н. Ландшафтный дизайн. – М.: Фитон+, 2014. – 144 с.
15. Крижановская Н.Я. Основы ландшафтного дизайна. – Ростов н/Д.: Феникс, 2015. – 204 с.
16. Мак-Кой П. Ивелей Т. Ландшафтный дизайн. Практическая энциклопедия. Планирование, проектирование и дизайн приусадебного участка. – М., 2001. – 415 с.
17. Николаев В.А. Ландшафтоведение. Эстетика и дизайн. – М.: Б.и., 2015. – 320 с.
18. Нехуженко Н.А. Основы ландшафтного проектирования и ландшафтной архитектуры. – СПб.: Нева, 2004. – 321 с.
19. Плотникова Л. Лучшие декоративные растения в дизайне сада. – М.: Фитон+, 2014. – 128 с.
20. Северин С. И. Комплексное озеленение в благоустройстве городов. – М.: 2015. – 200 с.
21. Теодоронский В. С., Боговая И. О. Объекты ландшафтной архитектуры. – М., 2013. – 472 с.
22. Чуб В.В. Ландшафтный дизайн. Секреты альпийских горок. – М.: Эксмо, 2012. – 272 с.

## РОЛЬ ПОВЕРХНОСНОГО СТОКА НА ФОРМИРОВАНИЕ ВОДОРΟΣЛЕЙ «ЦВЕТЕНИЯ»

*Черных А.А.,  
Мирненко Э.И.*

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

“Цветение” водоемов — развитие фитопланктона, вызывающее изменение цвета воды. Вызывается быстрым размножением водорослей в водоёме. Проблеме “цветения” водоемов уделяется много внимания, однако ввиду чрезвычайной сложности, в полной мере она не решена. Разработанные методы.

На возникновение «цветения» большую роль играет сток с почвенного горизонта. Некоторое количество влаги, поступившей на поверхность почвы, стекает по ней, образуя так называемый поверхностный сток. Это явление наблюдается особенно часто весной, во время таяния снега, а также осенью и летом при выпадении обильных дождей [1].

Величина поверхностного стока зависит от многих причин, в том числе от угла наклона поверхности, количества осадков, интенсивности поступления их на поверхность почвы (т. е. интенсивности дождя или снеготаяния), водопроницаемости почвы, которая в свою очередь зависит от физических свойств почвы, от ее влажности, а весной и от степени промерзания. Так как все эти условия могут изменяться в значительных пределах, то и величина поверхностного стока также может на одной и той же почве при одном и том же составе растительности значительно различаться. Так, например, на подзолистой суглинистой почве, при уклоне поверхности около 0,002 и наличии травянистой растительности средняя за 9 лет величина поверхностного стока оказалась равной 44 мм, а средний коэффициент стока — 52 % (коэффициентом стока называется отношение количества стекшей влаги к количеству выпавшей). В отдельные годы коэффициент весеннего стока колебался от величины, близкой к 100 %, до 0, т. е. в зависимости от сочетания метеорологических и иных условий в одни годы почти вся снеговая вода сбрасывалась поверхностным стоком, а в другие — целиком впитывалась в почву. В общем, чем меньше запас снега, тем сильнее промерзает почва и тем больше коэффициент стока. С участков, покрытых лесом, сток всегда значительно меньше, чем в безлесных (пахотных, луговых и т. п.) [3].

На безлесных площадях, находящихся в сельскохозяйственном пользовании, величина стока зависит от агротехники и состава культур. Огромное влияние на величину стока оказывает направление вспашки по отношению к направлению склона [2].

Почвенный сток представляет собой явление, широко распространенное в подзолистых почвах, которые обладают большой водопроницаемостью, содержащие повышенное количество тонких частиц, и минеральных коллоидных частиц. В периоды интенсивного поступления влаги (вовремя снегостояния или при обильном выпадении осадков летом или осенью) влага, быстро и легко просачивается через подстилку, гумусовый или подзолистый горизонты, обладающие высокой водопроницаемостью, дойдя до иллювиального горизонта, задерживается над ним. Здесь возникает водоносный горизонт, так называемый почвенной верховодкой. При наличии уклона почвенная вода, насыщенная микро–макро и биогенными элементами образует почвенный сток. Почвенный сток наблюдается в почвах лестной зоны почти каждую весну во время снеготаяния, реже осенью или летом.

Количество почвенной влаги просачивается в материнскую породу и образующейся в ней грунтовый сток.

В обогащении водоемов питательными веществами определенную роль играет сток минеральных и аллохтонных веществ из природных ландшафтов целинных и залежных земель, лугов, лесных массивов. Большое количество биогенов дает опад древесной и кустарниковой растительности прибрежной зоны [3].

Таким образом, было показана роль поверхностного стока на формирование водорослей «цветения».

### **Список литературы**

1. Константинов А.С. Общая гидробиология: учебное пособие / А.С. Константинов – М.: Высш. шк. 1986. – 465 с.
2. Угледов В.А. Региональные особенности сельскохозяйственного загрязнения окружающей среды в США // Вестник Моск. ун–та. География. – 1973.–№ 6.–С. 97–100.
3. Циганенко А.Ф. География почв. – Л.: ,1972. – 256 с.

## СТАНОВЛЕНИЕ ИНТРОДУКЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ СУККУЛЕНТНЫХ РАСТЕНИЙ В ПОСТСОВЕТСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ

*Чумакова И.В.,*

*Демьяненко Т.В.,* к.б.н., доцент

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г.Донецк

*chumakova\_95@mail.ua*

В настоящее время особо популярным направлением является создание миниатюрных композиций. Наиболее часто в создании композиций используют суккулентные растения, так как они лучше адаптируются в закрытых помещениях.

Благодаря оригинальному внешнему виду и неприхотливости суккуленты давно стали излюбленным объектом разведения и коллекционирования. Основная цель нашей работы заключалась в изучении биологических особенностей суккулентных растений, наиболее часто используемых в создании композиций.

По отношению к влаге они относятся к группе ксерофитов, произрастают в резко выраженном континентальном климате с продолжительным засушливым периодом. Это представители флоры пустынь, полупустынь Австралии, Южной Африки, Южной Америки и горных районов Европы, Восточной и Юго-восточной Азии, Северной и Южной Америки [1].

Интерес людей к суккулентным растениям проявился очень давно. Еще К. Линней в работе «Философия ботаники» в 1751 году выделял группу суккулентных растений из 25 родов и уже в 1753 году он выделил 33 вида в книге «Виды растений» [2]. Русские путешественники тоже не раз посещали Африку и дали много ценных сведений о ее природе. Одним из первых был А. С. Норов, в 1831 г. он совершил путешествие в Египет и в Нубию, и работал там четыре года. В 1848 г. Е. П. Ковалевский, А. В. Елисеев работали в Северной и Восточной Африке, изучая Сахару, долину Нила, Восточный Судан. Богатые естественно-исторические коллекции суккулентов собрал русский ботаник Л. С. Ценковский (1848).

В России в 30-х годах XVIII в. в ботаническом саду Петра Великого в Санкт-Петербурге наряду с тропическими растениями выращивали и виды суккулентов. Еще Э. Л. Регель, возглавлявший в то время ботанический сад, описал несколько видов этих растений. В середине XIX в. коллекция растений из засушливых областей в Ботаническом саду Санкт-Петербурга состояла уже из 550 наименований. К концу XIX в. (1897 г.) она насчитывала 1700 таксонов (видов, разновидностей и культиваров). Коллекцию удалось сохранить и в годы революции и в годы Великой Отечественной войны.

В настоящее время ботаники продолжают работу по сбору, описанию и систематике суккулентных растений, а также выявляют растениеводческие ресурсы разных частей Африки. Отсюда и приобретают ботанические сады Европы и Азии новые виды, разновидности, пополняя свои коллекции и тем самым расширяя ассортимент для озеленения и научно-исследовательских целей. Наиболее богатая коллекция суккулентных растений собрана в ботанических садах Стелленбоса и Кирстенбоша (Южная Африка). В Европе обширные коллекции суккулентных растений имеются в г. Кью (Англия), в Ботаническом саду г. Киля (ФРГ). Здесь проводил исследования доктор Герман Якобсен, автор известного труда («Handbuch der sukkulenten Pflanzen», 1954, 1955). В ботанических садах Москвы, а именно главный ботанический сад имени Н.В. Цицина, Ленинграда, Одессы, Киева, Риги, Минска также имеются хорошие коллекции суккулентных растений[2].

Наиболее крупным научно-исследовательским центром северо-восточного Причерноморья является ГУ Донецкий ботанический сад, в котором имеется коллекция суккулентных растений, которые собраны в отдельную экспозицию - «Аридные и засушливые районы земли». На сегодня эта коллекция растений закрытого грунта насчитывает 1652 таксона различного ранга (виды, разновидности, формы, культивары).

### **Список литературы**

1. Жукова И.Н. Самые неприхотливые комнатные растения // Домашняя энциклопедия. — Ростов на Дону, 2007. — 288 с.
2. История развития ботанических коллекций суккулентов в Европе. URL: <http://www.nopal.ru/succulent/general/istoriya-razvitiya-botanicheskikh-kollekciy-sukkulentov-v-evrope>



## ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ЭКОТОПЫ ПО ДАННЫМ СТРУКТУРНОГО ФИТОМОНИТОРИНГА

*Шульгина Н.С.,*

*Сафонов А.И.*, к.б.н., доцент

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*andrey\_safonov@mail.ru*

Особенно остро стоит проблема неблагоприятного влияния антропогенного фактора на процессы жизнедеятельности в условиях промышленно загрязнённого Донбасса. Основными методическими подходами изучения этой проблемы являются биоэкологический мониторинг и биоиндикация, как вариант – фитоиндикация [1, 2, 4, 5].

Цель работы – установить индикаторную значимость тест-видов: горец птичий (*Polygonum aviculare* L.), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.), икотник серо-зелёный (*Berteroa incana* (L.) DC.), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* F.H. Wigg.) в условиях мониторинговой сетки г. Селидово.

Многие методы фитоиндикации загрязнения окружающей среды требуют дополнительной обработки и апробации. Необходимо постоянно совершенствовать дифференцированную по составу загрязнителей и уровням хронического загрязнения систему критериев, позволяющих по показателям состояния растений и экосистем надежно оценивать уровни загрязнения (или дисбаланса) воздуха, почв и, – наоборот. Это позволит повысить эффективность биоиндикационных работ и заложить научные основы для экологического прогнозирования и экспертизы.

Оценка состояния растений по морфометрическим показателям в условиях загрязнения представляет многомерную задачу, которая включает физиологические изменения, связанные с возрастом растений, и сам фактор загрязнения [3, 5]. В г. Селидово сложилась ситуация экологического дисбаланса и формирование территорий повышенной антропогенной нагрузки, где показатели загрязнения среды превышают допустимые значения. Эти условия рассмотрены как обоснование для проведения необходимого фитоиндикационного мониторинга на территории города – как доступного и востребованного в санитарно-эпидемиологических службах метода оценки среды. На обследуемой территории разработан маршрут сборов и сформирована стратегически важная для города мониторинговая сетка для сбора материала по важным принципам и встречаемости видов-индикаторов в Донбассе. *Polygonum aviculare* L., *Achillea millefolium* L., *Berteroa incana* (L.) DC., *Taraxacum officinale* F.H. Wigg. – виды растений с широкой экологической амплитудой, о чем свидетельствует специфика их регистрации в природных и техногенных экотопах на территории

центральных улиц г. Селидово. Отмечен высокий научно-прикладной интерес к данным видам в экологических исследованиях и представлено обоснование необходимости фитоиндикационной апробации для экотопов Донецкой области. Природный структурный полиморфизм и гетерогенность строения в контрастных геохимических условиях произрастания видов существенно различаются, что является основанием к рекомендации апробации этих видов в фитоиндикационных мониторинговых исследованиях в Донецкой области. В числе информативных показателей, которые апробированы для фитоиндикационной оценки урбанистических экотопов г. Селидово нами были выделены следующие структурные показатели листовой пластинки (коэффициент асимметрии верхушки листовой пластинки, ее площадь, устьичный индекс).

Составлены фитоиндикационные шкалы: на основании полученных данных и существующих принципов шкалообразования для определения экологической пластичности вида и экологических режимов мест произрастаний растений, нами была разработана унифицированная интегральная шкала индикационной значимости тест-видов с учетом коэффициентов: асимметрии верхушки листовой пластинки, удлиненности листовой пластинки, а так же устьичного индекса. Шкала позволяет, установив несколько показателей изменения структуры видов, определить состояние исследуемого эдафотопы. При необходимости аддитивности шкала может быть переформатирована в 10 и 100-балльные варианты. Эти данные при наличии знаний о специфике промышленной и антропогенной нагрузки можно использовать и при реализации программ сопряженного альтернативного мониторинга, расширенного по времени сбора материала, а также при дифференцированном подходе при оценке специфики антропопрессии на природные урбанистические территории.

### Список литературы

1. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование / О.П. Мелехова, Е.И. Егорова, Т.И. Евсеева и др.; под ред. О.П. Мелеховой и Е.И. Егоровой. М.: «Академия», 2014. 288 с.
2. Сафонов А.И. Методические рекомендации для проведения полевой практики по ботанике / А.И. Сафонов. – Донецк: ДонНУ, 2014. – 308 с.
3. Тарасов В.В. Мониторинг атмосферного воздуха: учеб. пособие / В.В. Тарасов, И.О. Тихонов, Н.Е. Кручинина. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2014. 128 с.
4. Шульгина Н.А., Сафонов А.И. Некоторые фитоиндикационные характеристики в экологическом мониторинге. – Мат. Междунар. конф. "Донецкие чтения. Образование, наука и вызовы современности". – Донецк: ДонНУ, 2016. С. 37–39.
5. Safonov A. I. Phytoindicational monitoring in Donetsk // A science. Thought: Scientific journal. 2016, № 4. P. 58–70.

## АПОМИКСИС В РОДЕ *FICUS* L. В УСЛОВИЯХ ОРАНЖЕРЕЙНОГО КОМПЛЕКСА ДОНЕЦКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА

*Яворская Е.С.,*

*Николаева А.В., к.б.н.*

ГУ «Донецкий ботанический сад», г.Донецк

*nikolaeva-alexandra@yandex.ru*

При интродукции растений важным показателем ее успешности является развитие репродуктивных органов. Соцветия фикусов – сиконии – характерны только для этого рода, они имеют вид полой внутри ягоды округлой или грушевидной формы, нередко ярко окрашенной. Цветки расположены внутри сикониев. Они бывают трех типов: мужские, женские галловые (короткостолбиковые) и женские плодущие (длинностолбиковые). Виды фикус могут быть однодомными и двудомными. В зависимости от этого цветки всех типов находятся либо в одних и тех же сикониях на одном растении (при однодомности), либо мужские и галловые в одних сикониях на мужских экземплярах, а плодущие – в других сикониях на женских растениях (при двудомности) [1, 2, 3]. Фикусы – энтомофильные растения опыляются осами-агаонидами [4], что указывает на невозможность опыления растений в условиях защищенного грунта умеренных широт. После опыления и созревания плодов, сиконии становятся зачастую сочными и ярко окрашенными.

В условиях оранжерей Донецкого ботанического сада (ДБС) не смотря на отсутствие опыления и завязывания плодов, сиконии увеличиваются в размерах и приобретают яркую окраску. По всей видимости, это генетически закрепленный признак. В роде *Ficus* имеются апомиктичные виды [5]. В условиях ДБС также зарегистрированы случаи апомиксиса у трех образцов коллекции. У однодомных *F. benjamina* L. и *F. elastica* Roxb. ex Hornem. развиваются семена, в которых имеются зародышевые мешки с недоразвившимися зародышами. Семена этих видов невсхожие. У партенокарпического *F. carica* cv. Podarok Oktyabryu семена имеют только лабораторную всхожесть 50 %. При сравнении генеративных органов интродуцентов *F. benjamina* и *F. elastica* с генеративными органами этих же видов, произрастающих в Индии [6], пришли к выводу, что в оранжереях ДБС в генеративной сфере у фикусов наблюдаются редукции, что характерно при апомиксисе вообще. У *F. benjamina* в ряде случаев наблюдается редукция мужских цветков, что напрямую связано с увеличением количества формирующихся апомиктичным способом семян. Также иногда имеет место редукция галловых цветков (табл. 1). У *F. elastica* отметили уменьшение числа чашелистиков у мужских цветков и редукцию, в ряде случаев, галловых цветков (табл. 2).

Таблица 1

Сравнительная характеристика цветков внутри сикония у *F. benjamina* L

Пункт исследования	Характеристика цветков		
	мужских	женских галловых	женских плодущих
Места естественного произрастания	Всего несколько в сиконии, разбросаны, на ножках; 2 чашелистика плоские большие	На ножках; 3-4 чашелистика, длинные с широкими закругленными концами; завязь яйцевидная	Сидячие либо на ножках; чашелистики со слегка закругленными концами; завязь овальная, длиннее, чем столбик
Донецкий ботанический сад	Единичные либо отсутствуют, разбросаны, на ножках; 2 чашелистика плоские большие, пыльник сидячий	Единичные, либо редуцированы, на ножках; 3 чашелистика, длинные с широкими закругленными концами; завязь яйцевидная; столбик короткий, расположен на конце завязи	Сидячие либо на ножках; чашелистики со слегка закругленными концами; завязь овальная, длиннее, чем столбик

Таблица 2

Сравнительная характеристика цветков внутри сикония у *F. elastica* Roxb. ex Hornem

Пункт исследования	Характеристика цветков		
	мужских	женских галловых	женских плодущих
Места естественного произрастания	Много в сиконии, разбросаны, на ножках; 4 чашелистика овальные; пыльник овальный сидячий	4 чашелистика; завязь гладкая; столбик расположен почти на конце, загнут крючком	Сидячие; завязь овальная; столбик длинный. Рыльце большое
Донецкий ботанический сад	Много в сиконии, разбросаны, на ножках; 2 чашелистика овальные; пыльник овальный сидячий	Единичные либо редуцированы; 4 чашелистика; завязь овальная; столбик короткий, расположен на конце, загнут крючком	Единичные сидячие; завязь овальная; столбик длинный, рыльце большое

Отмечено, что у ряда видов выражена склонность к апомиксису в условиях интродукционного пункта. У растений *F. bengalensis* L. имеются в сикониях многочисленные мужские цветки, женские галловые редуцированы, а женские плодущие с деформированным столбиком рыльца, выражена тенденция к увеличению завязи. У *F. retusa* L. в сикониях мужских цветков очень мало, иногда они вообще редуцированы; женские галловые, как правило, редуцированы, а у плодущих увеличенная завязь. Подобная картина наблюдается у *F. laurifolia* L., отличие лишь в том, что галловые цветки не редуцируются. У остальных видов коллекции на момент опадения сикониев отмечена различная степень развития цветков.

Апомиксис рассматривается нами как один из путей адаптивных реакций фикусов-интродуцентов на условия защищенного грунта умеренных широт, где у энтомофильных видов отсутствует возможность опыления. Можно отметить, что в условиях ДБС у видов рода уже наметилась стратегия развития в данном направлении. Начальные этапы апомиксиса либо предрасположенность к нему наблюдается, в основном, у представителей подрода *Urostigma* (Gasp.) Miq., которые в условиях оранжерей ДБС проявляют достаточно высокий уровень пластичности.

#### Список литературы

1. Грудзинская И.А. Семейство тутовые (Moraceae) Жизнь растений. Под ред. А.Л. Тахтаджяна. – М.: Просвящение, 1980. – Т.V(I) – С. 268-279.
2. Эзау К. Анатомия семенных растений: в 2-х кн. – М.: Мир. 1980. – Кн. 1. – 218 с. – Кн. 2. – 258 с.
3. Berg C.C. Classification and distribution of *Ficus* // *Experientia*. – 1989/ - Vol. 45. - № 7. – P. 605-611.
4. Verkerke W. Anatomy of *Ficus ottoniifolia* (Moraceae) syconia and its role in the fig – fig wasp symbiosis // *Proc. Kon. Ned. Akad. wetensch.* – 1986. – Vol. 89. - № 4. – P. 443-469.
5. Хохлов С.С., Зайцева М.И., Куприянов П.Г. Выявление апомиктических форм во флоре цветковых растений СССР. Программа, методика, результаты. – Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1978. – 224 с.
6. Hooker J.D. *Flora of British India. Chenopodiaceae to Orchideae.* – 1890. – Vol.V. – 910 p.

УДК 595.789

**ФАУНА И ЭКОЛОГИЯ ДНЕВНЫХ БУЛАВОУСЫХ  
(LEPIDOPTERA: RHOPALOCERA) ПРОМЫШЛЕННОГО  
ГОРОДА НА ПРИМЕРЕ Г. МАКЕЕВКИ**

*Ковалева С.Ю.,*

*Савченко Е.Ю.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*lana.kovaleva.1995@mail.ru*

Булавоусые чешуекрылые (Rhopalocera) являются многочисленной группой насекомых, представителей которых нередко используют в качестве объекта зоологических исследований; также булавоусые играют важную ценотическую роль в сообществах в качестве гусениц-фитофагов и имаго-опылителей цветковых растений. Для территории Донецка и Макеевки в настоящее время приводятся сведения о 129 видах [2]. Согласно литературным данным и нашим исследованиям удалось подтвердить наличие в Макеевке 58 видов булавоусых [1].

Целью данной работы является выявление видового разнообразия булавоусых, их биологических и эколого-фаунистических характеристик в условиях промышленного города. Сбор материала проводился стандартными методиками с апреля по ноябрь 2016 г. на территории г. Макеевки; были исследованы 7 биотопов: ставок, парк, луг, лесопосадка, при заводская территория, огород, террикон. Было собрано 624 экземпляра булавоусых, относящихся к 2 надсемействам, 6 семействам, 31 роду и 48 видам; доминирующими по видовому обилию являются семейства Lycaenidae (19 видов) и Nymphalidae (13 видов). Биотопическое расселение булавоусых представлено на рис. 1.

Из 48 видов 14 были собраны на ставке, 25 в парке, 26 на лугу, 19 в лесопосадке, 18 на при заводской территории, 18 вблизи террикона, 21 вид на огороде.

Период лета булавоусых продолжается в течение теплого времени года. Анализ сезонной динамики лета (рис. 2) показал, что наибольшее число особей собрано в июле (133), а наименьшее – в апреле и октябре (по 7).

Кроме того, был проведен анализ распределения особей булавоусых по полу (рис. 3): обнаружено наличие 331 самки (53,1 %) и 293 самцов (46,9 %).

Сравнение показателей полового состава булавоусых за указанный период демонстрирует преобладание самок на 6,2% по сравнению с самцами.

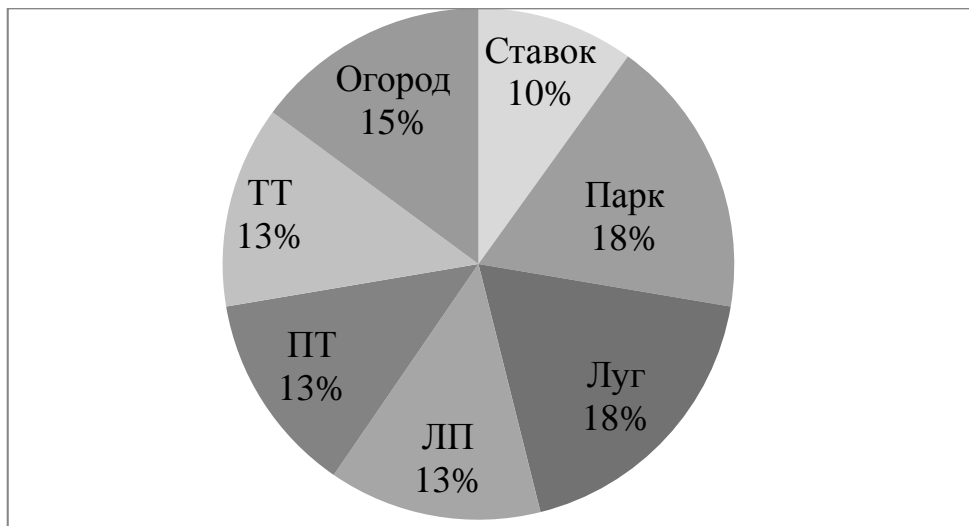


Рис. 1. Биотопическое расселение булавоусых

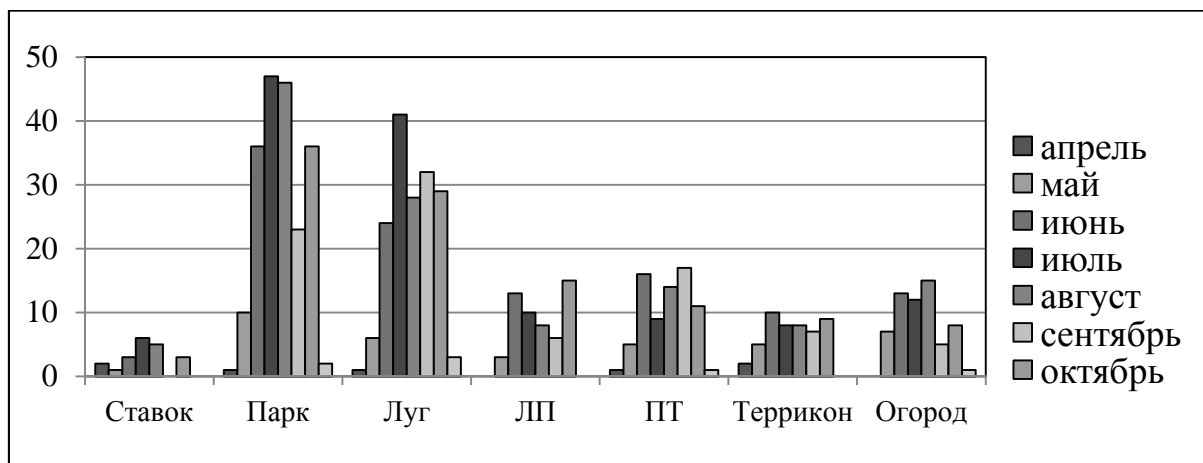


Рис. 2. Сезонная динамика лета булавоусых г. Макеевки

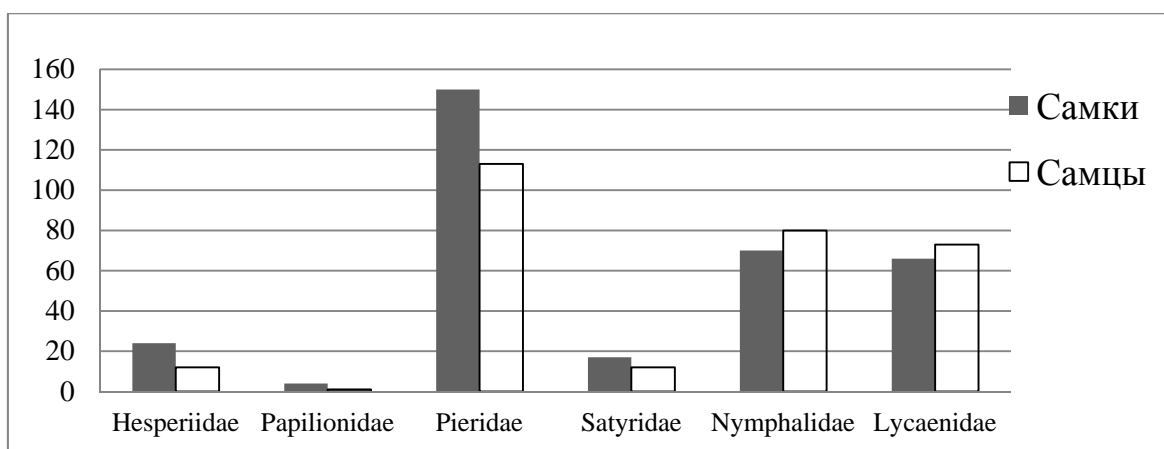


Рис. 3. Половое распределение особей чешуекрылых г. Макеевки

Подробные сведения о географическом распространении булавоусых, а также информация об их эколого-биологических характеристиках дали возможность детально проанализировать зоогеографическую структуру ропалоцерофауны Макеевки, которая включает представителей 11 ареалов. Анализ широтного состава ропалоцерофауны (рис. 4) показал, что среди булавоусых преобладают виды с температурными и неморальными ареалами.

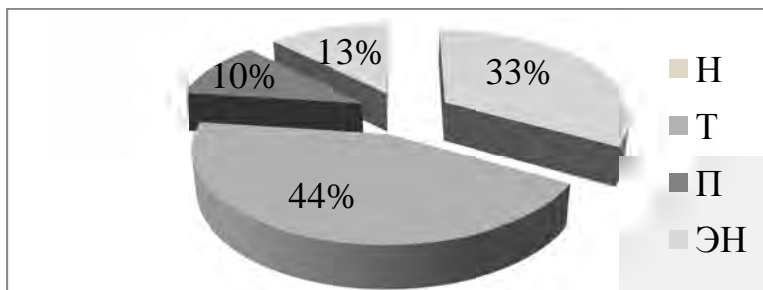


Рис. 4. Распределение видов по широтному составу ареалов: Н – неморальный ареал, Т – температурный ареал, П – полизональный ареал, ЭН – эунеморальный ареал

Исследования долготного состава ареалов булавоусых (рис. 5.) показали доминирование транспалеарктических, западнопалеарктических и голарктических элементов.

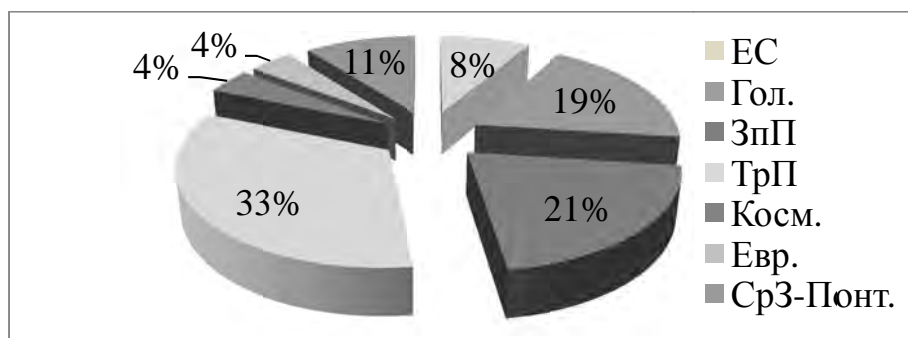


Рис. 5. Распределение видов по долготному составу ареалов: ЕС – европейско-сибирский ареал, Гол. – голарктический, ЗпП – западнопалеарктический, ТрП – транспалеарктический, Косм. – космополиты, Евр. – европейский, СрЗ-Понт. – средиземноморско-пантийский ареал

### Список литературы

1. Ковалева С.Ю. Эколого-фаунистический обзор дневных булавоусых (Lepidoptera: Rhopalocera) промышленного города на примере г. Макеевки // Актуальные проблемы наук о Земле: сборник трудов II научной конференции студентов и молодых ученых с международным участием / Южный федеральный университет. Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2016. С. 358-359.
2. Плющ И.Г., Пак О.В. Аннотированный список булавоусых чешуекрылых (Lepidoptera: Hesperioidea, Papilionoidea) Донецкой области // Известия Харьковского энтомологического общества. Харьков, 2001-2002. Т. 9, Вып. 1-2. 90 с.



**ПАНЦИРНЫЕ КЛЕЩИ (ACARI: ORIBATIDA)  
ЗАПОВЕДНИКА «МЕОТИДА»**

*Колосова Ю. Е.,  
Штирц А. Д.,* к.б.н., доцент  
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г.Донецк  
*eco-1999@mail.ru*

Фауна панцирных клещей заповедных территорий Донбасса исследована достаточно полно [5], в то время как фауна орибатид прибрежной зоны Азовского моря изучена недостаточно. В литературе имеется только одна работа Н. Н. Ярошенко [7], посвященная орибатидам Азовского побережья Донецкой области. В 70 пробах им было обнаружено 1650 экз. панцирных клещей 44 видов, относящихся к 35 родам и 27 семействам.

В связи с недостаточной изученностью орибатид побережья Азовского моря в пределах заповедных территорий Донбасса нами была поставлена цель – установить видовой состав и исследовать особенности экологической структуры населения панцирных клещей на территории отделения «Меотида» БООПТРЗ «Хомутовская степь – Меотида» в окр. пос. Седово.

Сбор материала проводился в апреле 2016 г. в пяти биотопах: сосняк на берегу моря, лиман, сосняк у автотрассы «Новоазовск – Седово», лесополоса и степной участок. Всего было собрано 37 стандартных почвенных проб объемом 250 см<sup>3</sup>, из которых извлечено 758 экз. взрослых панцирных клещей, относящихся к 39 видам.

Отбор почвенных проб и выгонка клещей в термоэлектрорах проводились по общепринятой методике Е. М. Булановой-Захваткиной [1]. 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. Криволицкого [2, 3]. Для оценки экологического разнообразия сообществ панцирных клещей исследуемых биотопов использованы индексы Шеннона, Пиелу, Маргалефа, Менхиника, Симпсона и Бергера-Паркера [4]. Оценка состояния окружающей среды с использованием интегрального показателя сообществ панцирных клещей проведена в соответствии с методикой А. Д. Штирца [6]. Все расчеты проведены в MS Excel.

Анализ экологической структуры сообщества панцирных клещей включал в себя исследование параметров средней плотности населения, видового богатства и экологического разнообразия, структуры доминирования и соотношения жизненных форм. По результатам этого анализа проведена оценка состояния окружающей среды с использованием интегрального показателя сообществ панцирных клещей.

В результате проведенных исследований установлено, что в биотопах лиман, лесополоса, степь и сосняк у автотрассы средняя плотность населения панцирных клещей в среднем составляет 6–7 тыс. экз./м<sup>2</sup>, и только в сосняке у берега моря этот показатель достигает 14 тыс. экз./м<sup>2</sup> (в основном за счет высокой численности мелких видов *Discoppia cylindrica* (Perez-Inigo, 1964) и *Microppia minus* (Paoli, 1908)). Достаточно специфические эдафические условия (песчаные почвы) в исследуемых биотопах отразились на низких показателях средней плотности населения панцирных клещей.

Видовое богатство орибатид было минимальным в лимане (отмечено всего 4 вида) и в сосняке у автотрассы – 8 видов. В сосняке у берега моря обнаружено 15 видов, максимальные показатели были отмечены в лесополосе (18 видов) и на степном участке (24 вида).

Анализ индексов экологического разнообразия показал, что по большинству индексов максимальные показатели отмечены на степном участке, а по индексу Пиелу и Бергера-Паркера – и в лесополосе. Минимальные показатели по большинству индексов зарегистрированы в сосняке у автотрассы, а по индексам видового богатства (Маргалёфа и Менхиника) – в лимане. Максимальные показатели одного из наиболее показательных индексов – Шеннона составили в лесополосе – 2,3, на степном участке – 2,5, что свидетельствует о высоком экологическом разнообразии исследуемых сообществ. Напротив, в лимане и в сосняке у автотрассы эти показатели не превышают 0,6, что свидетельствует о нарушении структуры сообществ. Та же тенденция прослеживается и по другим индексам.

Анализ структуры доминирования панцирных клещей в сосняке у берега моря показал, что более половины численности всего населения составляет вид *D. cylindrica*. На долю другого доминанта *M. minus* приходится почти 25%. Тем не менее, в сообществе присутствовали рецеденты и субрецеденты.

Эдафические условия лиманов Кривой Косы сказались на структуре доминирования сообщества панцирных клещей. Более 80 % от численности всех орибатид приходится на долю *M. minus*. К субдоминантам отнесены 2 вида, к субрецедентам – 1 вид.

В сосняке у автотрассы около 90 % от численности всего сообщества приходится на эудоминантный вид *M. minus*. Свыше 10 % населения составляют редкие виды (рецеденты и субрецеденты).

Структура доминирования на участке лесополосы характеризуется отсутствием эудоминантов. На долю трех доминантных видов приходится 56 %. К субдоминантам отнесены 4 вида, к редким – 10 видов.

На степном участке доминируют 2 вида – *Graptoppia foveolata* (Paoli, 1908) (27 %) и *D. cylindrica* (14 %), к субдоминантам отнесены 5, к рецедентам – 5, к субрецедентам – 12 видов. Таким образом, структура доминирования орибатид на степном участке в отделении «Меотида» близка к таковой на степных заповедных территориях Донбасса [5], хотя по численности населения значительно им уступает. Следует также отметить

явные нарушения структуры доминирования сообществ орибатид лимана и сосняков у автотрассы и у берега моря.

В исследуемых биотопах отмечены представители всех шести жизненных форм орибатид. Наибольшее разнообразие адаптивных типов зафиксировано в лесополосе, здесь же отмечены представители всех жизненных форм. В лесополосе соотношение между жизненными формами более выровнено, по сравнению с другими участками. На степном участке преобладают представители двух жизненных форм – вторично неспециализированные и обитатели мелких почвенных скважин. В лимане и в сосняках наблюдается явное преобладание обитателей мелких почвенных скважин (в основном за счет видов *D. cylindrica* и *M. minus*), на долю которых приходится 80–95 % всего населения. Первично и вторично неспециализированные формы здесь не вносят существенного вклада в общий характер распределения жизненных форм орибатид. Представители других адаптивных типов отсутствуют.

Анализируя интегральный показатель сообщества панцирных клещей [6] исследуемых биотопов заповедника «Меотида», следует отметить, что в лимане экологическое состояние окружающей среды характеризуется **значительным уровнем отклонения от нормы**, в сосняках у берега моря и у автотрассы – **средним уровнем отклонения от нормы**, а в лесополосе и на степном участке отмечены **незначительные отклонения от нормы**.

#### Список литературы

1. Буланова-Захваткина Е. М. Панцирные клещи – орибатиды / Е. М. Буланова-Захваткина. – М.: Высш. шк., 1967. – 254 с.
2. Криволицкий Д. А. Морфо-экологические типы панцирных клещей (Acariformes, Oribatei) / Д. А. Криволицкий // Зоол. журн. – 1965. – 44, № 8. – С. 1176-1189.
3. 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.
4. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение : пер. с англ. / Э. Мэгарран. – М. : Мир, 1992. – 184 с.
5. Штирц А. Д. Структура и динамика населения панцирных клещей заповедных степей юго-востока Украины / А. Д. Штирц, Н. Н. Ярошенко. – Донецк: Норд, 2003. – 269 с.
6. Штирц А. Д. Оценка влияния антропогенной нагрузки на экосистемы с использованием интегрального показателя сообществ панцирных клещей / А. Д. Штирц // Acta Biologica Sibirica. – 2015. – № 1 (1–2). – С. 51-66.
7. Ярошенко Н. Н. К фауне орибатид (Oribatida) побережья Азовского моря / Н. Н. Ярошенко // Вестник зоологии. – 1972. – № 1. – С. 81-82.
8. Engelmann H.-D. Zur Dominanzklassifizierung von Bodenarthropoden / H.-D. Engelmann // Pedobiologia. – 1978. – Bd. 18, Hf. 5/6. – S. 378-380.

**ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ПАРАЗИТИРОВАНИИ МУХИ  
*CACOXENUS INDAGATOR* (DIPTERA: DROSOPHILIDAE)  
 В ГНЕЗДАХ ПЧЕЛЫ *OSMIA CORNUTA* (HYMENOPTERA:  
 MEGASCHILIDAE) НА ПРИУСАДЕБНЫХ УЧАСТКАХ Г. ДОНЕЦКА  
 И Г. ХАРЦЫЗСКА**

*Кузичева Н.Н.,  
 Амолин А.В.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк  
*a.amolin@mail.ru*

Пчела *Osmia cornuta* (Latr.) (осмия рогатая) является общеизвестным опылителем плодовых и ягодных культур, перспективным видом для искусственного разведения. Среди известных гнездовых паразитов этого вида, существенный вред наносит муха *Cacoxenus indagator* Loew личинки которой питаются запасами пыльцы, запасаемой пчелами в своих гнездах для питания собственных личинок [1-2].

В рамках инициативной темы по апробации методики разведения пчелосмий для опыления энтомофильных сельскохозяйственных культур нами в 2017 году было проведено изучение гнездовых паразитов осмии рогатой на приусадебных участках г. Донецка и г. Харцызска с целью определения уровня зараженности гнезд осмии рогатой личинками мухи *Cacoxenus indagator*. Для анализа были взяты три выборки гнезд рогатой осмии отстроенных весной 2017 года в тростниковых пучках, установленных на приусадебных участках г. Донецка и г. Харцызска (табл.).

Таблица 1

Уровень зараженности гнезд рогатой осмии личинками мухи *Cacoxenus indagator*

№ выборки	Место размещения гнезд данной выборки	Объем выборки (количество гнезд и гнездовых ячеек)	Доля зараженных гнезд и гнездовых ячеек, %
1.	г. Донецк, пос. Калинкино	90 гнезд; 545 ячеек	64,4% гнезд; 17,9% ячеек
2.	г. Донецк, пос. Щегловка	23 гнезда; 81 ячейка	82,6% гнезд; 30,8% ячеек
3.	г. Харцызск	103 гнезда; 657 ячеек	70,8% гнезд; 35,3% ячеек

В результате анализа, как видно из табл., был установлен достаточно высокий уровень зараженности гнезд рогатой осмии личинками указанной мухи (суммарная доля зараженных ячеек во всех трех выборках составила 27,6 %), при этом были отмечены следующие факты и закономерности:

1. Максимальный лет мухи по времени совпадает с гнездостроительной активностью самок рогатой осмии (период цветения плодовых деревьев) и длится около 15 дней;
2. Откладка яиц самкой мухи происходит всегда во время отсутствия самки пчелы в строящемся гнезде;
3. Количество откладываемых яиц самками мухи в одну гнездовую ячейку пчелы варьирует от 1 до 19, при этом наиболее часто отмечено 1 или 2 яйца (55,7 % от всех отмеченных случаев);
4. Максимальная плодовитость одной самки мухи (по результатам вскрытия 11 особей) составляет 46 яиц;
5. Максимальное количество личинок мухи, отмеченное в одном гнезде, составило 39 штук из 6 зараженных ячеек десятиячейкового гнезда рогатой осмии;
6. Личинки данной мухи питаются только пыльцой (пыльцевым хлебцом);
7. Заражение личинками мухи гнездовых ячеек рогатой осмии в большинстве случаев приводит к гибели пчелы на стадии личинки младшего возраста, реже личинка пчелы достигает возраста имаго, при этом заметно уменьшаются размеры тела такой пчелы (карликовость).
8. В зараженных мухой гнездах рогатой осмии (n=56), наиболее часто заражены последние ячейки (самцовые) (57,1 %), реже срединные (19,6 %), ещё реже отмечено поражение только начальных ячеек (16,1 %);
9. Случаи стопроцентного заражения гнезд редки (6,9 %, n=129) и отмечены в основном только в одно и двухячейковых гнездах. Стопроцентная зараженность многоячейковых гнезд (10 и 11 ячеек) отмечена только в трех гнездах (2,3 %, n=129);
10. При соседнем расположении зараженных мухой гнездовых ячеек, личинки мух после полного уничтожения пыльцевых запасов находящихся в этих ячейках, объединяются в компактную зимовочную кучу, плотно прилегая к стенкам ячейки, при этом личинки могут переползать из одной ячейки в другую, прогрызая или проламывая отверстие в гнездовой перегородке.
11. Фиксатором, позволяющим личинкам мух образовывать плотные скопления и прикрепляться (точнее приклеиваться) к стенкам гнездовой ячейки являются липкие выделения личинок мух.

В ходе непосредственных наблюдений возле гнезд осмии рогатой нами установлены некоторые аспекты поведения паразитических мух, позволяющие им беспрепятственно проникать в гнезда пчел-осмий, а также получены данные об относительной плодовитости самок данной мухи путем подсчета яиц у отловленных возле гнезд и вскрытых мух. Полученные результаты носят предварительный характер и будут дополнены в ходе дальнейших исследований. Однако уже на данном этапе можно сделать следующие практически-значимые выводы:

- Муха *Cacozenus indagator* в условиях Донбасса является одним из наиболее опасных паразитов гнезд пчел-осмий;

- При искусственном разведении пчел-осмий, для опыления плодовых и тепличных культур на этапе стартового накопления коконов пчел, необходимо обязательно проводить извлечение коконов пчел из полученных в текущем году гнезд;
- В условиях приусадебных участков возле осмиевых ульев необходимо устанавливать специальные ловушки для паразитической мухи *Cacoxenus indagator*.

#### Список литературы

1. Гукало В.М. Природні вороги осмій (*Osmia rufa* L. і *O. cornuta* Latr.) (Hymenoptera, Megachilidae) й боротьба з ними // Известия Харьковского энтомологического общества. – 1998. – С. 135-136.
2. Coutin R., Chenon R.D. de. Biologie et comportement de *Cacoxenus indagator* Loew (Dipt., Drosophilidae) cleptoparasite d'*Osmia cornuta* Latr. (Hym., Megachilidae) // Apidologie. – 1983 – Vol. 14 (3). – P. 233-240.

УДК 574.21

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ШЕЛКОВИЧНОГО ШЕЛКОПРЯДА ДЛЯ БИОИНДИКАЦИИ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

*Куликова Н.П., Симакова А.А.*

ГПОУ «Донецкий электрометаллургический техникум», г. Донецк  
*alena.pavlyuchenko.89@mail.ru*

Высокая концентрация промышленного производства, транспортной инфраструктуры в г. Донецке со значительной плотностью населения создали огромную нагрузку на окружающую среду. Отмечается высокий уровень загрязнения подземных и поверхностных вод, воздушного бассейна, почв. Поэтому на территории Донецкой Народной Республики актуальным является направленное развитие биоиндикации. В качестве биоиндикатора предлагаем рассмотреть шелковичного шелкопряда.

Цель проведенного исследования – определение экологического состояния окружающей среды в г. Донецке с использованием в качестве биоиндикатора шелковичного шелкопряда.

При выборе оптимального объекта для проведения биоиндикации мы руководствовались следующими факторами: у шелковичного шелкопряда хорошо изучены особенности биологии, физиологии, экологии; достаточная доступность разведения и выкормки в практически любой местности; использование гусениц шелковичного шелкопряда не требует поддержки культуры, так как данный биоматериал доступен в течение всего года, а гусеницы способны жить без еды 3-4 суток (довольно достаточное время для

определения наличия токсиканта в изучаемом объекте); повышенная чувствительность шелковичного шелкопряда к токсическим соединениям; быстрое получение результатов. Рассмотренные характеристики дают основание для рекомендации использования шелковичного шелкопряда в качестве надежного биоиндикатора загрязнения окружающей среды.

В течение мая – июня 2017 года определяли уровень техногенного загрязнения атмосферы в четырех районах г. Донецка. При проведении опытов использовали гусениц шелковичного шелкопряда после выхода из грены как наиболее чувствительную стадию к действию загрязнителей. Для проведения каждого опыта использовали 1 г грены (то есть 60 гусениц). При проведении данного экологического исследования в помещении поддерживали температуру 25 °С, уровень влажности воздуха 75%, аэрацию, свет. Для сравнения уровня техногенного загрязнения в разных районах г. Донецка брали листья с деревьев шелковицы, растущих вдоль дорог с интенсивным движением автотранспорта. Для разового кормления гусениц шелковичного шелкопряда утром брали листья с шелковиц в следующих местах: ул. Артема (Ворошиловский район), ул. Батищева (Киевский район), ул. Петровского (Кировский район), ул. Ивана Ткаченко (Ленинский район).

Биоиндикацию проводили по экспресс – методу, предложенному Злотиным и др. (2008 г.). Наличие токсикантов определяли, сравнивая гибель гусениц с контрольным вариантом (без токсикантов) после разового кормления. В контроле использовали чистое листья шелковицы (предварительно тщательно вымытое кипяченной водой). В проведенном эксперименте шелковица использовалась в качестве растения – поглотителя солей тяжелых металлов, а шелковичный шелкопряд – фитофаг как тест – объект загрязнения окружающей среды.

Исследование показало, что в г. Донецке состояние техногенного загрязнения окружающей среды достаточно высокий и довольно неблагоприятный (гибель гусениц шелковичного шелкопряда составила 95% в первые два дня кормления):

Таблица 1

Биоиндикация состояния окружающей среды в г.Донецке с помощью шелковичного шелкопряда

Районы исследования	Количество гусениц (штук, что погибли после разового кормления листьям шелковицы)					Оценка состояния окружающей среды в баллах
	1 день	2 день	3 день	4 день	5 день	
ул. Артема (Ворошиловский район)	34	22	3	-	-	5 баллов (крайне неблагоприятный)
ул. Батищева (Киевский район)	22	21	16	-	-	4 балла (неблагоприятный)
ул. Петровского (Кировский район)	26	28	3	-	-	5 баллов (крайне неблагоприятный)
ул. Ивана Ткаченко (Ленинский район)	35	22	2	-	-	5 баллов (крайне неблагоприятный)
Контроль	0	0	0	4	21	-

Опыты показали высокую эффективность использования гусениц шелковичного шелкопряда для определения состояния техногенного загрязнения окружающей среды.

#### Список литературы

1. Злотин А.З. Использование шелковичного шелкопряда как биоиндикатора для определения остатков инсектицидов в окружающей среде: метод. рекомендации / А. З. Злотин. – Х.: Оригинал, 1996. – 32с.
2. Злотин А.З. Занимательное шелководство. Изд. 3-е и перераб. / А.З. Злотин. – К.: Урожай, 1992. – 144с.
3. Злотин А.З. Цитогенетика и шелководство / А. З. Злотин. – К.: Научная мысль, 1998. – 80с.
4. Энциклопедический словарь по шелководству / В. А. Головки, А. З. Злотин, И. А. Кириченко, И. Г. Плугару и др. – Харьков: РИП «Оригинал», 1995. – 221 с.

УДК 632.754.1

### ПОЛУЖЕСТКОКРЫЛЫЕ НАСЕКОМЫЕ НАДСЕМЕЙСТВА PENTATOMOIDEA (HETEROPTERA) В СОСТАВЕ ГЕРПЕТОБИЯ АГРОЦЕНОЗОВ ДОНЕЦКОГО КРЯЖА

*Левченко И.С.,  
Савченко Е.Ю.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк  
*inna\_levchenko@mail.ua*

Клопы-щитники (Heteroptera: Pentatomoidea) являются одним из наиболее хорошо изученных надсемейств полужесткокрылых [3]. Повышенный интерес исследователей к указанной группе объясняется в значительной мере тем, что в ее состав входит большое количество опасных вредителей сельскохозяйственных культур, таких как *Eurygaster integriceps* Puton, 1881; *Dolycoris baccarum* (Linnaeus, 1758), остроголовые клопы рода *Aelia* и др., биологии и мерам борьбы с которыми посвящена обширная библиография [1]. В то же время, установлению видового состава щитников, обитающих в агроценозах, в целом не уделялось должного внимания, поскольку большинство из них не проявляют себя в качестве вредителей сельского хозяйства, в связи с чем не являются объектами постоянного мониторинга. Не исключение и агроценозы Донецкого края, где осуществлялось наблюдение только за состоянием популяций опасных вредителей региона.

В задачи нашего исследования входило установление видового состава герпетобионтного комплекса щитников на посевах: 1) пшеницы, 2) ячменя,



3) кукурузы, 4) подсолнечника и 5) многолетних бобовых трав. Сбор материала проводили по единой методике почвенными ловушками Барбера в течение всего вегетационного сезона 2007-2008 гг. В качестве ловушек применялись пластиковые стаканчики емкостью 0,25 л и диаметром отверстия 65 мм, устанавливавшиеся по 20 шт. на каждом стационаре. Фиксатором служил 4 % раствор формалина. Исследования проводились в агроценозах, располагавшихся в окрестностях п. Пески Ясиноватского района и пгт. Нижняя Крынка (Советский район г. Макеевки).

В результате проведенных исследований было выявлено 14 видов щитников, относящихся к 11 родам и 3 семействам, таксономический список которых мы приводим ниже.

**Семейство Cydnidae** Billberg, 1820 (4): *Microporus nigrita* (Fabricius, 1794); *Canthophorus dubius* (Scopoli, 1763); *Legnotus limbosus* (Geoffroy, 1785); *Sehirus morio* (Linnaeus, 1761).

**Семейство Scutelleridae** Leach, 1815 (3): *Odontoscelis dorsalis* (Fabricius, 1798); *Odontoscelis fuliginosa* (Linnaeus, 1761) *Eurygaster integriceps* Puton, 1881.

**Семейство Pentatomidae** Leach, 1815 (7): *Aelia rostrata* Boheman, 1852; *Dolycoris baccarum* (Linnaeus, 1758); *Sciocoris homalonotus* Fieber, 1851; *Sciocoris cursitans cursitans* (Fabricius, 1794); *Sciocoris sulcatus* Fieber, 1851; *Eurydema ventralis* Kolenati, 1846; *Ventocoris trigonus* (Krynicky, 1871).

Важно отметить, что только 6 из указанных видов являются настоящими герпетобионтами, 3 вида, принадлежащие к семейству Cydnidae, относятся к группе гео-герпетобионтов. Остальные виды приурочены к травянистому ярусу и использовали поверхность почвы исключительно в качестве временной станции. По типу питания все указанные щитники являются широкими олигофитофагами (питаются на растениях, относящихся к разным родам одного семейства) (64 %) и полифитофагами (питаются растениями – представителями разных семейств) (36 %), что позволяет представителям надсемейства Pentatomoidea питаться на всех основных возделываемых культурах региона.

Таким образом, на полях кукурузы нами выявлено 8 видов щитников, на пшенице – 6 видов, на подсолнечнике – 5, на ячмене – 4, в агроценозах с посевами многолетних бобовых трав зарегистрировано 3 вида. К наиболее массовым видам можно отнести *Microporus nigrita*, *Sciocoris cursitans cursitans*, *Legnotus limbosus*, *Eurygaster integriceps*, *Sciocoris homalonotus*.

По результатам предыдущих исследований, всего в агроценозах региона было отмечено 12 видов щитников, трофически связанных с культурными растениями [2]. Данное исследование позволило дополнить список гемиптерофауны агроценозов еще 10 видами. Из 22 выявленных видов, в качестве вредителей культурных растений В.Г. Пучков [3] приводит 14 видов, особо опасным среди которых является вредная черепашка *Eurygaster integriceps*. Однако в связи с тем, что при возникновении благоприятных

условий многие виды способны преодолевать экономический порог вредоносности и переходить в категорию массовых вредителей, необходима организация регулярного мониторинга состояния популяций всех видов, встречающихся в агроценозах.

### Список литературы

1. Васильев В.П. Вредные нематоды, моллюски, членистоногие // Вредители сельскохозяйственных культур и лесных насаждений. К.: Урожай, 1987. 440 с.
2. Левченко И.С. Обзор щитников (Heteroptera: Pentatomoidea), трофически связанных с культурными растениями Амвросиевского района Донецкой области // Сборник статей I Междунар. науч.-практ. конф. «Современные экологические проблемы и пути их решения», посвященной юбилею Луганского национального аграрного университета, г. Луганск, 22-23 нояб. 2016. Луганск: ГОУ ЛНР ЛНАУ, 2016. С. 77-82.
3. Пучков В.Г. Щитники // Фауна України. Київ: Вид-во АН Української РСР, 1961. Т. 21, вип. 1. 338 с.

УДК 595.76

## ГЕРПЕТОБИОНТНЫЕ ЖЕСТКОКРЫЛЫЕ (INSECTA: COLEOPTERA) Г. МАКЕЕВКИ

*Семыкина О.А.,  
Савченко Е.Ю.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк  
*Olya.semykina@mail.ru*

Герпетобионтные жесткокрылые, то есть жуки, обитающие среди растительных остатков на поверхности почвы или в толще подстилки, являются обязательным компонентом фауны урбанизированных систем. Выявление изменений в составе сообществ почвенных насекомых позволяет оценивать состояние качества городской среды, т.е. использовать их в биоиндикационных целях. Применение герпетофауны для диагностики антропогенных воздействий связано, прежде всего, с быстротой реакции данной группы организмов на любые отклонения от нормы в окружающей среде изменением численности или сменой видового состава [1, 2].

В связи с этим целью нашей работы был сравнительный анализ численного соотношения, таксономической структуры, биотопического распределения наземных жесткокрылых как одного из наиболее многочисленных как в видовом, так и численном отношении отрядов мезофауны г. Макеевка.

Сбор материала осуществлялся в течение теплого сезона 2015- 2016 гг. при помощи почвенных ловушек Барбера.

В качестве стационаров нами были выбраны шесть участков в пределах Горняцкого района г. Макеевки: луговой участок, агроценоз, дачный участок, промышленная зона, плодовый сад и приусадебный участок.

Всего за период исследований отработано в сумме 2400 ловушко-суток и отловлено 3816 экземпляров насекомых из 8 отрядов. Для всех исследованных стационаров характерна высокая численность и видовое преобладание отряда Coleoptera, удельная доля которого составляет от 25 % и 23 % на участках с луговой растительностью и дачном участке до 39 % в промышленной зоне [3].

Несмотря на непосредственную близость стационаров, для каждого из них характерен свой ход сезонной динамики жесткокрылых.

Весенне-летняя активность Coleoptera наблюдалась в промышленной зоне. В плодовом саду и на дачном участке жесткокрылые наиболее активны весной, далее их активность снижается. На луговом участке пик сезонной активности приходится на июль, а в агроценозе на сентябрь. Жесткокрылые приусадебного участка не демонстрировали пиков активности в связи с их малой численностью.

В результате исследований нами было зарегистрировано 15 семейств Coleoptera. В доминантную группировку практически на всех участках входят два семейства наземных жесткокрылых Tenebrionidae и Carabidae. Удельная доля чернотелок колебалась от 4,8 % на участке с плодовыми деревьями до 93 % в агроценозе, а доля жуужелиц от 2,6 % в агроценозе до 67 % в промышленной зоне.

Комплекс жуужелиц и чернотелок – один из самых сложных компонентов наземной фауны, данные семейства являются хорошими модельными объектами для изучения изменений в экосистемах под воздействием различных антропогенных факторов как достаточно крупные и экологически разнообразные представители отряда жесткокрылых насекомых. Всего в результате исследований было выявлено 25 видов жуужелиц из 13 родов и 4 вида чернотелок из 4 родов. Максимальное видовое разнообразие жуужелиц среди исследованных стационаров отмечено на луговом участке и в агроценозе, а минимальное в промышленной зоне и на приусадебном участке.

Для сравнения между собой комплексов жуужелиц на исследуемых стационарах мы использовали индекс видового сходства Жаккара. Наибольший коэффициент видового сходства отмечался между промышленной зоной и приусадебным участком, промышленной зоной и дачным участком – 0,9.

На фоне высокого сходства видового состава для каждого из исследованных стационаров характерен свой комплекс доминантных видов. В состав доминантов входят 17 видов, численность которых составляет более 5 % хотя бы на одном участке. Остальные виды входили в состав рецедентов и субрецедентов.

Что касается семейства Tenebrionidae, то в агроценозе были выявлены все четыре вида, большая численность чернотелок на данном участке достигалась за счет одного вида – *Gonocephalum rugmaeum* (Steven, 1829) (89 %). Доля остальных видов не превышала на данном участке 10 %. На луговом участке удельная доля чернотелок составила от 44 % (*Gonocephalum rugmaeum*) до 56 % (*Opatrum sabulosum*, Linnaeus, 1761). Доля данных видов на дачном участке составила соответственно 58 % и 42 %. В плодовом саду был выявлен один вид, доля которого составила 4,8 %. В промышленной зоне и на приусадебном участке чернотелки выявлены не были. Наиболее полно и всесторонне характеризуют экологическую структуру животного населения и отражают специфику почвенно-растительных и микроклиматических условий в конкретных биогеоценозах спектры жизненных форм. На исследованных стационарах зарегистрированы два класса, четыре подкласса, десять групп жизненных форм жуужелиц.

В сумме за 2 года доминирующим является класс миксофитофагов. Наибольшей численности достигает группа стратохортобионтов, к которым относится такой вредитель как *Harpalus rufipes* (De Geer, 1774).

В результате наших исследований было зарегистрировано четыре хозяйственно значимых вида: *Gonocephalum rugmaeum*, *Opatrum sabulosum* – чернотелки, *Harpalus rufipes*, *Zabrus tenebrioides* (Goeze, 1777) – жуужелицы.

### Список литературы

1. Еланцева А.А. Насекомые-герпетобионты в городских насаждениях// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2015.- Т.17, № 4. – С. 134-140.
2. Майманакова И.Л. Роль лесных и степных экосистем Минусинской котловины в формировании комплексов жесткокрылых-герпетобионтов: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16. – Абакан, 2009. – 218 с.
3. Семькина О.А., Савченко Е.Ю. Видовое разнообразие и экология наземных жесткокрылых (Insecta, Coleoptera) г. Макеевки // Актуальные проблемы наук о Земле: сборник трудов II научной конференции студентов и молодых ученых с международным участием / Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2016. – С. 455-457.

## РЕДКИЕ ВИДЫ ПРЯМОКРЫЛЫХ (ORTHOPTERA) ДОНЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

*Терещенко Д.А.,*

*Ярошенко Н.Н.*, д.б.н., профессор

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*tda7\_27@mail.ru*

В исторических хрониках разного времени имеются упоминания об имевших особое значение для человека вредных саранчовых, распространенных в степной зоне Украины и в Приазовье. В нашем регионе, как и в других местах, эти опасные вредители земледелия потеряли свое значение по мере распашки земель и общего подъема сельского хозяйства; проблема массовых вспышек численности вредных саранчовых осталась в прошлом. В настоящее время, на фоне почти сплошной распашки и освоенности земель, незначительной площади и раздробленности сохранившихся естественных биотопов, встает вопрос о сохранении видового разнообразия прямокрылых местной фауны.

Изучение фауны прямокрылых с 2015-2017 гг. позволило выявить 8 редких видов, принадлежащим к 6 родам и 2 надсемействам. Эти виды встречаются локально в определенных местах, где биотопы и станции характеризуются наличием другой растительности, соответственно, отличаются иными микроклиматическими условиями на фоне растительных группировок антропогенно-трансформированных ландшафтов.

Один из редких видов был отмечен *Poecilimon brunneri* Friv. – луговой мезофил, приуроченный к весенне-раннелетнему периоду. В условиях типчаково-разнотравно-ковыльной степи встречается около берегов рек и прудов, где достаточно влажно и сохраняется оптимально невысокая температура. По последним литературным сводкам в Европе [1] угроза популяции этого вида вызывает наименьшие опасения. Однако вид не является типичным для сухих степей, а встречается он в условиях лугового высокотравья. В связи с высокой хозяйственной нагрузкой на луговые пастбища, возможно, вид находится в уязвимом положении на территории Донецкого региона.

*Poecilimon heroicus* Shchelk. – степной мезофил. Самый крупный кузнечик из р. *Poecilimon* нашего края. Как и предыдущий вид характерен для весенне-раннелетнего периода. Занесен в Красный список (КС) Международного союза охраны природы (МСОП) (категория NT – близок к уязвимому положению, а для юго-восточной Европы оценка численности не проводилась). В настоящее время распространен на территории Приазовской низменности и Донецкого Кряжа. Предпочитает густое разнотравье с участием бобовых, сложноцветных и злаковых растений. Как показали

наблюдения он уязвим к сенокосу и выпасу скота, т.к. встречается только на целинных участках и в местах не пригодных для хозяйственной деятельности.

*Poecilimon scythicus* Stschelk. – степной мезофил. Приурочен к весенне-летнему периоду. По области встречается в местах произрастания луговых растений. Отдельные особи (чаще самки) могут встречается до середины августа в понижениях вдоль берегов водоемов. Несмотря на то, что этот вид обычен, но как любая популяция бескрылых представителей кузнечиковых лишен возможности к активной миграции, т.е. он очень сильно уязвим к покосам, пожарам, чрезмерному выпасу скота и к стойким инсектицидам, которые смываются с полей или распыляются ветром на большие расстояния.

*Onconotus servillei* F.-W. – степной мезофил. Считается степным реликтом евразийских степей. Занесен в КС МСОП (EN – находится под угрозой исчезновения). Встречается на целинных участках степи.

*Saga pedo* Pall. – луговой мезофил. Занесен в КС МСОП под категорией LC – под наименьшей угрозой. Однако дыбка в большинстве областей сохраняет статус регионального редкого вида.

*Gampsocleis glabra* Hbst. представлен слабomezофильной степной формой. Имаго встречается с июня по август. Занесен в КС МСОП (NT – близок к уязвимому положению, для стран ЕС имеет категорию VU – уязвимый вид). Большая плотность особей встречается в степи с наличием высокотравья.

Среди саранчовых отмечено 2 вида, занесенные в международный Красный список.

*Paracinema tricolor* Thnb. – типичный гигрофил. Имаго встречается с августа по октябрь. Занесен в КС МСОП (NT – близок к уязвимому положению). Наблюдения за этим видом показало, что вид тесно связан с камышом р. *Scirpus*, который служит ему основным кормом. В свою очередь кобылки предпочитают хорошо освещенные солнцем места в течении всего дня. Вид уязвим при условии, если происходит уничтожение прибрежной растительности в местах его обитания.

*Stenobothrus eurasius* Zub. – стенобионт. Личинки появляются в мае, а имаго встречается в июне-июле. В 2016 г. в странах ЕС этому виду присвоили категорию EN – вымирающий вид.

На территории Донецкой области обнаружено 3 видов ортоптера, занесенные в международный Красный список МСОП, которые относятся к группе насекомых находящиеся под угрозой вымирания. Другие 5 видов можно отнести к регионально редким.

### Список литературы

1. Hochkirch A., Nieto A., Criado M. G. and etc. European Red List of Grasshoppers, Crickets and Bush-crickets. – Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2016. – 86 с.

УДК 57.044:577.15

**ЗАВИСИМОСТЬ МОЛОКОСВЕРТЫВАЮЩЕЙ АКТИВНОСТИ  
ШТАММА В-04 ГРИБА *IRPEX LACTEUS* FR. ОТ pH  
КУЛЬТУРАЛЬНОЙ СРЕДЫ**

*Бабанина Е. М.*<sup>1</sup>,  
*Загнитко Ю.П.*<sup>2</sup>

<sup>1</sup> МОУ «Многопрофильный лицей № 5 им. Н.П.Бойко», г. Донецк,

<sup>2</sup> ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», Донецк

*urzagnitko@mail.ru*

Актуальность исследований обусловлена возрастающим дефицитом сычужного фермента животного происхождения на мировом рынке производства сыра. Поэтому разработка технологии выращивания перспективных продуцентов таких ферментов и их препаратов имеет огромное значение для сыроварения [1]. Сейчас в качестве продуцентов молокосвертывающих ферментов в промышленности обычно используют различные группы микроорганизмов, а в последнее время и высшие грибы [3, 4, 5, 7].

Имеется достаточное количество работ и предложений по получению заменителей сычужного фермента на основе глубинных культур микроорганизмов. Но, учитывая некоторые особенности микробных заменителей сычужного фермента, их рекомендуют использовать для получения лишь отдельных сортов сыра и только для частичной замены сычужного фермента. Несовершенство микробных препаратов и дефицит животного сырья стимулировали интерес к базидиальным грибам как продуцентам ферментов молокосвертывающего действия [2, 6].

Исходя из выше сказанного, целью работы было исследование по подбору оптимального значения pH культуральной среды для максимального выхода протеиназ молокосвертывающего действия штамма В-04 *Irpex lacteus* Fr.

Во время проведения эксперимента использовали следующие методы: физиолого-биохимические – изучение молокосвертывающей активности, динамики накопления биомассы, кислотности питательной среды, содержания белка в культуральной жидкости; математико-статистические – для обработки и оценки достоверности полученных результатов.

Штамм выращивали на жидкой глюкозо-пептонной среде в термостатах при pH 3,5; 3,8; 4,1; 4,4; 4,7; 5,0. Исходное значение температуры 32°C. Результаты снимали на 5, 10, 15, 20, 25 сутки эксперимента. Количество вариантов опыта равнялось трем.

Полученные экспериментальные данные показали, что достоверно максимальный уровень МСА наблюдался на 15 сутки культивирования при рН культуральной среды 3,5.

Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что при исходном значении рН культуральной среды 3,5 штаммом В-04 *I. lacteus* синтезируются в большом количестве ферменты молокосвертывающего действия наряду с невысоким синтезом сопутствующих белков и ферментов.

Максимальный уровень накопления белка исследуемым штаммом отмечен на 25 сутки культивирования при значении рН 3,8. Максимальная концентрация белка для всех исследуемых рН приходилась на 25 сутки культивирования (фаза старения культуры).

Максимальный прирост сухой массы мицелия штамма В-04 *I. lacteus* наблюдался при уровне рН культуральной жидкости 3,8.

Показано, что в процессе культивирования на протяжении всего эксперимента происходит незначительное подщелачивание штаммом культуральной жидкости на среде с рН 3,5 и 3,8.

Таким образом, результаты проведенных экспериментов свидетельствуют о том, что для синтеза ферментов молокосвертывающего действия штаммом В-04 *I. lacteus* с целью получения ферментного препарата необходимо использовать питательную среду с исходным значением рН 3,5.

#### Список литературы

1. Бойко М.И., Стадничук В.М. Дереворазрушающие грибы – активные продуценты протеиназ молокосвертывающего и тромболитического действия // Успехи медицинской микологии. Под. общ. науч. редакцией Ю.В. Сергеева.– Т.1. – М.: Изд. «Национальная Академия Микологии». – 2001. – С. 237-238.
2. Даниляк Н.И., Семичаевский В.Д., Дудченко Л.Г. и др. Ферментные системы высших базидиомицетов. – К.: Наук. думка, 1989. – 279 с.
3. Денисова Н.П. Природа и биологическая роль протеиназ базидиальных грибов // Микология и фитопатология. – 1984. – Т. 18, № 2. – С. 116-121.
4. Денисова Н.П. Протеиназы высших базидиомицетов // Микология и фитопатология. – 1990. – Т. 24, № 6. – С. 478-485.
5. Дроздова Т.Н., Белова Н.В. Ферментный спектр некоторых грибов семейства *Polyporaceae* // Микология и фитопатология.– 1982. – Т. 16, №1. – С. 33-36.
6. Федорова Л.Н., Дроздова Т.Н., Гаврилова В.П. Биосинтез молокосвертывающего фермента базидиальным грибом *Russula dekolans* // Микология и фитопатология. – 1981. – Т. 15, №6. – С. 496-500.
7. Фізіологічно активні речовини: Зб. статей / Гол. рец. М. О. Лозинський. №1/31/2001. – Харків: НФАУ, 2001. – 88 с.



## **КУЛЬТИВИРОВАНИЕ ШТАММОВ ГРИБА *IRPEX LACTEUS* – ПРОДУЦЕНТОВ ПРОТЕИНАЗ МОЛОКОСВЕРТЫВАЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ НА СРЕДЕ С МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКОЙ**

**Белоенко А.В.,**

**Бойко М.И.**, д.б.н., профессор

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*donnu.bio@mail.ru*

Использование отходов пищевой промышленности и сельскохозяйственного производства для культивирования микроорганизмов и грибов с целью получения ферментных препаратов и биологически активных веществ является актуальной проблемой биотехнологии. С другой стороны, при накоплении большого количества отходов требуется их утилизация, что является важной проблемой для экологии.

Молочная сыворотка является нормальным побочным продуктом при производстве сыров, творога и молочно-белковых концентратов. Объемы получаемой молочной сыворотки достигают примерно 90 % перерабатываемого молока. В сыворотку переходят около 50 % сухих веществ молока. Молочная сыворотка является хорошей средой для культивирования микроорганизмов. Использование молочной сыворотки в качестве питательной среды способствовало большему выходу протеиназ сычужного действия у некоторых штаммов базидиальных грибов [2].

Целью нашей работы являлось провести сравнительную характеристику активности протеиназ молокосвертывающего действия культуральных фильтратов и накопления биомассы штаммов 2432 С-06 и 2433 СМ-1 ВФ гриба *Irpex lacteus*, произраставших на среде с молочной сывороткой.

Штаммы гриба *I. lacteus* культивировали на глюкозо-пептонной и пептонно-сывороточной средах при температуре 28<sup>0</sup> в термостате ТС-80М-2. Вторая питательная среда отличалась от первой тем, что вместо глюкозы взята молочная сыворотка, концентрация которой составляла 10 %. Штаммы культивировали в течение 20 суток, через каждые 5 суток определяли молокосвертывающую активность культуральных фильтратов [4] и накопление биомассы весовым методом [3] продуцентами. Полученные данные подвергались статистической обработке с использованием t-критерия Стьюдента [1].

Полученные результаты после статистической обработки показывают, что образование биомассы штаммами 2432 С-06 и 2433 СМ-1 ВФ *I. lacteus* в процессе роста на глюкозо-пептонной и пептонно-сывороточной средах осуществлялся с различной скоростью. Так, например, в накоплении сухого вещества штаммом 2432 С-06 на 5-е сутки на указанных питательных средах

достоверного отличия не выявлено, так как вычисленный коэффициент достоверности ( $t_d = 0,58$ ) меньше стандартного значения ( $t_{st} = 2,78$ ). На 10-е, 15-е и 20-е сутки культивирования этот штамм гриба накапливал достоверно больше биомассы на глюкозо-пептонной среде, чем на пептонно-сывороточной, о чем свидетельствуют вычисленные коэффициенты достоверности ( $t_{d10} = 11,40$ ,  $t_{d15} = 6,83$  и  $t_{d20} = 6,50$  при  $t_{st} = 2,78$ ). Достоверно высшая активность молокосвертывающего фермента культурального фильтрата штамма 2432 С-06 обнаружена только на 10-е сутки роста на пептонно-сывороточной среде (0,69 мин), тогда как на глюкозо-пептонной среде она составила (1,15 мин). На 5-е, 15-е и 20-е сутки культивирования этого штамма на глюкозо-пептонной и пептонно-сывороточной средах достоверного отличия в активности сычужного фермента не выявлено.

В свою очередь, штамм 2433 СМ-1 ВФ достоверно большее количество сухого вещества образовывал только на 5-е сутки культивирования на пептонно-сывороточной среде. На 5-е, 10-е и 20-е сутки роста штамма 2433 СМ-1 ВФ на глюкозо-пептонной и пептонно-сывороточной средах в накоплении биомассы различия не обнаружено. Что касается активности сычужного фермента культуральных фильтратов этого штамма гриба, то можно отметить следующее. Уже на 5-е сутки культивирования штамма 2433 СМ-1 ВФ наблюдалась тенденция увеличения активности энзима на пептонно-сывороточной среде. На 10-е, 15-е и 20-е сутки роста продуцента на пептонно-сывороточной среде установлена достоверно высшая активность молокосвертывающего фермента, чем на глюкозо-пептонной.

Таким образом, полученные нами результаты свидетельствуют о том, что молочная сыворотка может успешно использоваться для приготовления питательных сред для культивирования дереворазрушающих грибов – продуцентов ферментов сычужного действия.

### Список литературы

1. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высш. шк., 1980. – 291 с.
2. Нікітіна О.О. Регуляція активності екзопроїєїназ молокозсідальної дії штамів *Hirschioporus laricinus* (Karst) Руv.: Автореф. дис. ...канд. біол. наук: 03.00.04 спец. Біохімія / Київ, 1999. – 19 с.
3. Петербургский А.В. Практикум по агрономической химии. – М.: Колос, 1968. – 469 с.
4. Kawai M., Mukai N. Studies on milk clotting enzymes produced by *Basidiomycetes*. I. Screening test of *Basidiomycetes* for the production of milk clotting enzymes //Agric. Biol. Chem. – 1970. – V.34, № 2. – P. 159-163.

## **ВЛИЯНИЕ КОРНЯ ИМБИРЯ НА ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЯСНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ**

*Бобрышев Б.В.,  
Красногрудов А.В. к.т.н*

ГОУ ЛНР «Луганский Национальный Аграрный университет», г. Луганск

В нашем регионе изделия из мясного фарша, полностью приготовленные к кулинарной обработке, пользуется широким спросом. Такие продукты называют рублеными мясными полуфабрикатами. Основной заслугой популярности полуфабрикатов является экономия времени и средств т.к. купить замороженные п/ф дешевле чем приобрести сырье и приготовить их самому. Купив такие продукты можно их употреблять в пищу уже через несколько минут термообработки. Благодаря таким факторам полуфабрикаты востребованы у населения.

Не благоприятные экологические и климатические факторы плохо сказывается на здоровье граждан. С целью поддержания здорового состояния населения и профилактики во времена обострений сезонных заболеваний, предлагаем вносить растительное сырьё в полуфабрикаты, в частности фрикадельки, тефтели и котлеты. Благодаря высокой популярности полуфабрикатов они будут актуальными на протяжении длительного времени а также приносить прибыль предприятию.

В качестве растительного сырья предлагаем вносить корень имбиря.

Имбирь – отличный антиоксидант, он укрепляет иммунитет, успокаивает нервную систему, повышает остроту ума и зрения, улучшает память и концентрацию внимания. Это хорошее тонизирующее средство, полезное при умственной, эмоциональной и физической усталости. С его помощью можно преодолеть стресс и восстановить силы[1].

На основании априорных данных нами были выведены следующие доли внесения имбиря: 0,1 %, 0,3 %, 0,5 % к массе сырого фарша котлет «Подомашнему».

Была проведена органолептическая оценка полученного продукта. Определение внешнего вида, цвета, запаха, консистенции, вкуса, проводилось посредством органов чувств. Также определяли состояние поверхности, плотность, рыхлость, нежность, жесткость, крошливость, упругость устанавливали путем надавливания вилкой на готовый продукт. Цвет, вид и рисунок на разрезе, структуру и распределение ингредиентов определяли визуально на только что сделанных поперечном и продольном разрезах продукции; запах, вкус и сочность оценивали дегустацией готовых изделий, нарезанных на ломтики. При этом выделяли специфический запах, аромат и вкус; отсутствие или наличие постороннего запаха, привкуса; соленость [2].

Повторность опыта была пятикратной с использованием средств математической статистики. После обработки полученных данных нами была построена профилограмма отражающая среднее значение наиболее важных показателей, которая представлена на рис. 1.

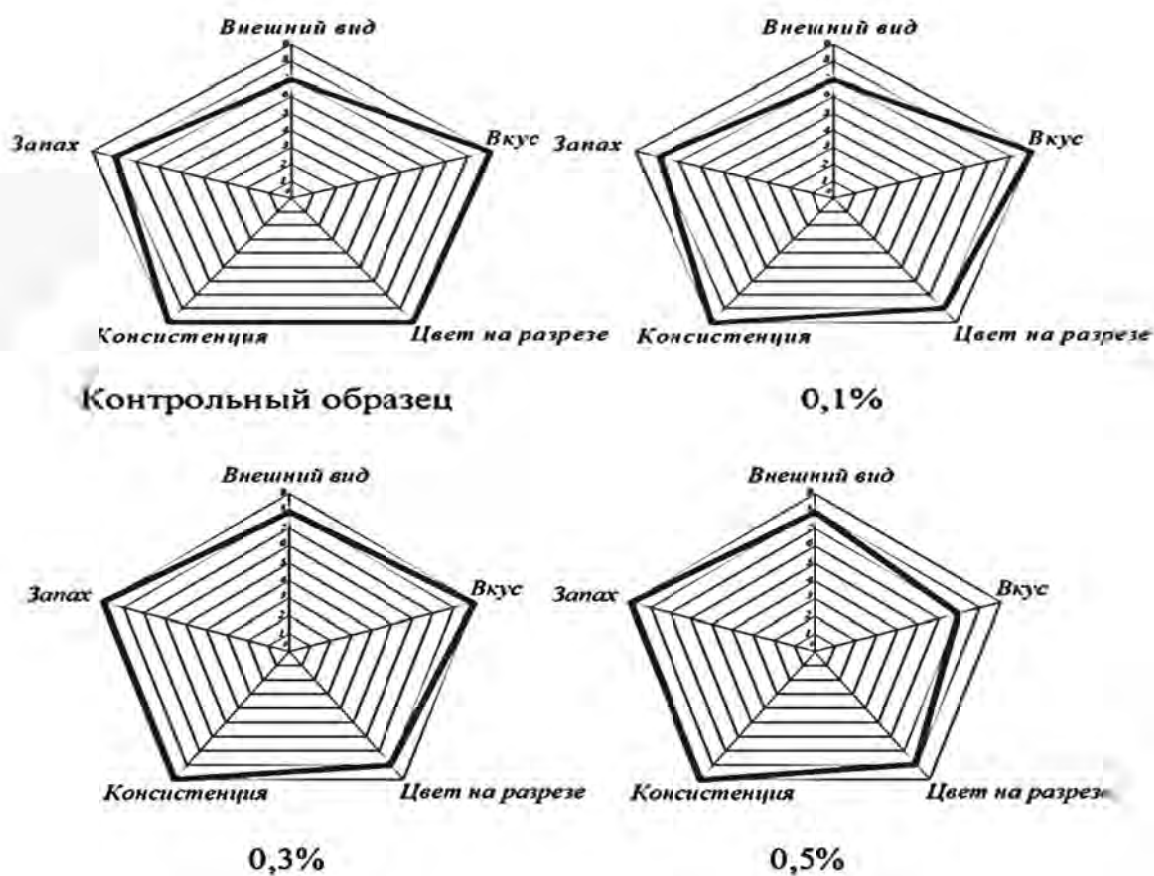


Рис. 1. Профилограммы органолептических показателей котлет «по-домашнему» с внесением измельченного корня имбиря

Нами было исследовано влияния внесения измельченного корня имбиря на органолептические показатели котлет «По-домашнему», в количестве 0,1 %, 0,3 %, 0,5 % к массе сырого фарша. На основании полученных данных были построены профилограммы из которых видно, что по вкусовым качествам наиболее приемлемо внесение имбиря в количестве 0,3 %. При внесении 0,5% вкус был достаточно специфическим. При внесении 0,1 % вкус не отличается от контрольного образца.

В дальнейшем планируем изучить влияния имбиря на антиоксидантные и микробиологические свойства продукта.

### Список литературы

1. Куликова В. Н. Имбирь – универсальный домашний доктор // Здоровый образ жизни и долголетие. 2011. N1. С. 9.
2. ГОСТ 9959-2015 Мясо и мясные продукты. Общие условия проведения органолептической оценки

## ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОФЛОРЫ ВОЗДУХА ПОМЕЩЕНИЙ БИОЛОГИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА

*Голубова Я.В.,*

*Ветрова Е.В.*, к.б.н., доцент

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*donnu.bio@mail.ru*

Количество микробов в закрытых помещениях находится в тесной связи с санитарно-гигиеническим режимом помещения: его размером, условиями освещения, качеством уборки, частотой проветривания и пр. При скоплении людей, плохой вентиляции, неправильной и нерегулярной уборке микробное число увеличивается. Микробиологический анализ воздуха закрытых помещений проводят с целью изучения условий воздушной среды и разработки комплекса гигиенических мероприятий, направленных на предупреждение распространения воздушно-капельных инфекций.

На биологическом факультете ДонНУ работает более 50 преподавателей и сотрудников, и учится около 600 студентов дневной и заочной форм обучения.

Целью нашей работы было исследование количественного и качественного состава микрофлоры воздуха учебных и рабочих помещений биологического факультета.

Микробное число (содержание общего числа микроорганизмов в 1 м<sup>3</sup> воздуха) определяли седиментационным методом (методом Коха) [1]. За единицу измерения принимали число колониеобразующих единиц в кубическом метре воздуха (КОЕ/м<sup>3</sup>). Объектами исследований были учебные аудитории, лаборатории, рабочие кабинеты, коридоры, холлы, туалеты. Описание колоний микроорганизмов проводили по общепринятым методикам. Окрашивали бактерии методом Грама. Исследования проводили в трехкратной повторности.

В зимний период времени (декабрь) в воздухе помещений факультета было обнаружено от 127 до 2547 КОЕ/м<sup>3</sup>. Наибольшее количество бактерий отмечалось в наклонных аудиториях и в холле первого этажа, где проходит больше всего людей. Наименьшее количество микроорганизмов отмечается в аудиториях, часто проветриваемых, с большим количеством цветов и малой численностью студентов. Согласно критериям для санитарной оценки воздуха жилых помещений в зимний период времени чистым считается воздух, в кубическом метре которого содержится менее 4500 бактерий [2]. Следовательно, микробиологические нормы воздуха помещений биофака соответствуют требованиям. Это говорит о качественной уборке помещений.

В летний период времени (июнь) в воздухе помещений было обнаружено от 127 до 3269 КОЕ/м<sup>3</sup>. Согласно критериям для санитарной

оценки воздуха жилых помещений в летний период времени чистым считается воздух, в кубическом метре которого содержится менее 1500 бактерий. Превышение нормы отмечалось только в туалете второго этажа.

Качественный анализ микроорганизмов показал, что микрофлора была представлена 60 видами бактерий. Наиболее распространенными были споровые бактерии рода *Bacillus*, пигментированные сапрофитные бактерии рода *Micrococcus* и неспороносные слегка изогнутые палочки рода *Flavobacterium*. В меньшей степени представлены роды *Streptococcus* и *Staphylococcus*, сарцины [3]. Подавляющее большинство бактерий – грамположительные кокки и палочки.

Бациллы на мясо-пептонном агаре образовывали морщинистые серые или бежевые колонии с волнистым краем диаметром 3-5 мм. Клетки картофельной палочки (*Bacillus mycoides*) прямые, подвижные, с центральным размещением спор, на среде формируют характерные колонии ризоидной формы.

Микрококки на среде образовывали мелкие (диаметром 1-3 мм) глянцевые или матовые, гладкие или морщинистые, выпуклые, зернистые колонии пастообразной или слизистой консистенции. По цвету встречались белые, серые, розовые или красные. Клетки неподвижные, неспороносные, грамположительные.

Колонии флавобактерин были мелкие (диаметром 2-3 мм), преимущественно гладкие прозрачные или желтого цвета, глянцевые или морщинистые [4].

Кроме бактерий в воздухе помещений факультета были обнаружены и плесневые грибы, дрожжи, актиномицеты. Наиболее распространенные роды грибов *Penicillium* и *Aspergillus*. Это типичные представители микрофлоры воздуха.

Представляет особый интерес исследование числа санитарно-показательных бактерий – количества гемолитических стафилококков и стрептококков в кубическом метре воздуха.

### Список литературы

1. Прудникова С.В., Сарматова И. И., Реммель Н.Н. и др. Методы микрoэкологического исследования наземных, водных и воздушных экосистем. Учеб. пособие. – Красноярск: СФУ, 2007. – 152 с.
2. СанПиН 2.4.2.2821-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях». – № 189. – 29.12.2010.
3. Санитарная микробиология. Справочник. – СПб.: ГМА, 2010. – 230 с.
4. Векірчик К.М. Практикум з мікробіології. – К.: Либідь, 2001. – 144 с.

**ДИНАМИКА АКТИВНОСТИ ВНЕКЛЕТОЧНЫХ ПЕРОКСИДАЗ  
У ПРИРОДНЫХ ШТАММОВ ГРИБА  
*PLEUROTUS OSTREATUS* (JACQ: FR.) KUMM.**

*Грановский И.А.,*

*Демченко С.И.*, к. б. н, доцент

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*sdemch5@mail.ru*

Дереворазрушающий гриб *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm. (вешенка обыкновенная) обладает уникальным комплексом внеклеточных окислительных ферментов, способных изменять структуру и состояние лигниновой компоненты древесины и другого лигноцеллюлозного сырья. Среди этих ферментов важная роль отводится пероксидазам – лигнинпероксидазе, Mn-зависимой пероксидазе, гибридной пероксидазе, секреторной пероксидазе растительного типа. По мнению многих авторов, пероксидазы могут участвовать в разрушении лигнина путем его окисления пероксидом водорода, детоксикации образующихся продуктов деградации посредством их дальнейшего окисления или вторичной полимеризации [2-4].

Целью настоящей работы было изучение динамики активности внеклеточных пероксидаз у природных штаммов *P. ostreatus* при поверхностном культивировании на жидкой питательной среде.

Объектами исследования служили 5 природных штаммов *P. ostreatus* (РЛВН, МА, ИЛ, ОТ-12, ЛЯ), которые на протяжении 10, 15 и 20 суток культивировали на жидкой питательной среде следующего состава [1]:  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  – 0.2 г,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  – 0,06 г,  $\text{K}_2\text{HPO}_4 \times 3\text{H}_2\text{O}$  – 0.04 г,  $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$  – 0.05 г, измельченная лузга семян подсолнечника – 1.0 г, вода дистиллированная – 100 мл.

Активность внеклеточных пероксидаз определяли фотоэлектроколориметрическим методом [2], который основан на измерении оптической плотности продуктов реакции, образовавшихся при окислении о-дианизидина в присутствии перекиси водорода за определённый промежуток времени.

Анализ экспериментальных данных показал, что у большинства исследуемых штаммов *P. ostreatus* наблюдалось возрастание удельной активности внеклеточных пероксидаз с увеличением продолжительности культивирования мицелиальных культур. Максимальные значения активности ферментов обнаружены на 20-е сутки роста вегетативного тела гриба.

При сравнении природных штаммов вешенки обыкновенной по удельной активности внеклеточных пероксидаз с эталонным штаммом НК-35 (гибрид венгерской селекции) нами установлено, что на 10-е сутки роста удельная активность исследуемых энзимов у штамма РЛВН была достоверно выше, чем у

гибрида НК-35. У всех остальных штаммов активность внеклеточных пероксидаз находилась на одном уровне с контрольным штаммом.

На 15-е сутки роста активность ферментов у штаммов РЛВН, ОТ-12 и ЛЯ была достоверно выше исследуемого показателя у эталонного штамма НК-35. Штаммы МА и ИЛ по активности внеклеточных пероксидаз достоверно не отличались от контрольного штамма.

На 20-е сутки роста удельная активность внеклеточных пероксидаз у всех природных штаммов была достоверно выше, чем у гибрида НК-35.

С помощью кластерного анализа природные штаммы вешенки обыкновенной были распределены в 3 условные группы по удельной активности внеклеточных пероксидаз. На 10-е и 20-е сутки роста в кластер с высокой активностью энзимов был отнесен лишь один штамм РЛВН. Этот штамм на 15-е сутки роста входил в кластер со средней удельной активностью исследуемых ферментов. На данном этапе роста мицелия кластер с высокой активностью внеклеточных пероксидаз составили два других штамма – ОТ-12 и ЛЯ, входившие на 10-е и 20-е сутки роста в кластер со средней удельной активностью энзимов. Самые низкие показатели удельной активности пероксидаз на протяжении всего периода культивирования наблюдались у штамма МА. Штамм ИЛ на 10-е и 20-е сутки роста входил вместе с штаммом МА в кластер с низкой пероксидазной активностью. На 15-е сутки роста данный штамм находился в кластере со средней активностью энзимов.

Таким образом, максимальные значения удельной активности внеклеточных пероксидаз в культуральном фильтрате штаммов вешенки обыкновенной зафиксированы на 20-е сутки роста мицелия. В этот период штаммы *P. ostreatus* выявили незначительную амплитуду изменчивости по активности исследуемых ферментов (CV=12 %). При поверхностном культивировании на жидкой питательной среде наибольшая активность внеклеточных пероксидаз обнаружена у штамма РЛВН.

### Список литературы

1. Бисько Н.А., Дудка И.А. Биология и культивирование съедобных грибов рода вешенка. – К.: Наукова думка, 1987. – 148 с.
2. Волошко Т.Е., Федотов О.В. Скрининг штаммов базидиомицетов – активных продуцентов пероксидазы // *Biotechnol. acta.* – 2013. – V. 6, № 5. – С.137-142. – URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/skrining-shtammov-bazidiomitsetov-aktivnyh-produtsentov-peroksidazy> (дата обращения: 04.06.2016).
3. Даниляк Н.И. Ферментные системы высших базидиомицетов. – К.: Наукова думка, 1989. – 280 с.
4. Кадималиев Д. А., Атыкян Н. А., Надежина О. С. Воздействие пероксидаз гриба и хрена на лигноуглеводный комплекс березы и сосны // *Вестник ОГУ.* – 2004. – №9. – С. 111-114. – URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/vozdeystvie-peroksidaz-griba-i-hrena-na-lignouglevodnyy-kompleks-berezy-i-sosny> (дата обращения: 04.06.2016).



## **РОСТ КАЛЕНДУЛЫ ЛЕКАРСТВЕННОЙ В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ ФТОРИДАМИ И СУЛЬФИТАМИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СТИМУЛЯТОРОВ**

*Гусак А.В.,  
Чайка А.В.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк  
*alexander.v.chaika@gmail.com*

В последние десятилетия отмечается заметное ухудшение экологической обстановки в результате активной промышленной и сельскохозяйственной деятельности человека.

Особое место среди загрязнителей окружающей среды нашего промышленного региона занимают предприятия угольной промышленности, металлургии, коксохимии и машиностроения. В результате этого выделяются загрязняющие атмосферный воздух вещества, такие как пыль, диоксид и оксид азота, диоксид серы, оксид углерода, формальдегид, фенол, аммиак, тяжелые металлы [1].

Ухудшение экологической обстановки оказывает негативное влияние на состояние растительности, в том числе и на лекарственные растения. Происходит накопление несвойственных для них химических веществ, либо веществ в несвойственных растениям концентрациях. Это может являться причиной снижения продуктивности растений [4].

В условиях задымления сернистыми соединениями у растений, произрастающих на почвах, удобренных сульфитами, может создаваться избыток последних, который тормозит рост растений и увеличивает возможность их повреждения. В условиях фторидного загрязнения обнаружено нарушение жизнедеятельности растений, угнетение их роста и гибель чувствительных видов [6].

Считается, что тяжесть стрессового воздействия на растения можно снизить посредством обработки синтетическими или природными регуляторами роста [2].

Целью работы было изучение роста календулы лекарственной в условиях загрязнения почвы фторидами и сульфитами при использовании стимуляторов.

Материалом исследования служили проростки календулы лекарственной (*Calendula officinalis*) семейства *Asteraceae* [5]. В опыте были использованы концентрации сульфита натрия в количестве 2 г/кг и фторида натрия в количестве 200 мг /кг почвы. За контроль была принята чистая почва без загрязнителей. Изучали влияние препаратов «Кемира-люкс» и «Циркон».

В ходе эксперимента определяли общую абсолютно сухую биомассу (АСБ) растений весовым методом [3].

В результате исследования было установлено влияние стимуляторов на накопление сухой биомассы календулы лекарственной. Так, в контрольном варианте без регуляторов роста и добавления загрязнителей, сухая масса растения составила  $19,71 \pm 0,85$  г/м<sup>2</sup>, но при добавлении в почву сульфитов АСБ растения повысилась до  $22,77 \pm 0,94$  г/м<sup>2</sup>. Таким образом, соединения серы в исследуемых концентрациях благоприятно воздействовали на ростовые процессы *Calendula officinalis*. Но в отличие сульфитов, на почве с фторидным засолением биомасса проростков снижалась до уровня  $14,15 \pm 0,25$  г/м<sup>2</sup>.

Использование препарата «Кемира-люкс» привело к увеличению биомассы растений *Calendula officinalis*: в среднем все показатели как на чистой, так и на загрязненных почвах, находились на уровне  $40,32$  г/м<sup>2</sup>  $\pm 0,73$ , что сравнительно с чистой почвой в 2 раза выше.

Использование препарата «Циркон» также положительно воздействовало на накопление биомассы. Так, на чистой почве и сульфитном загрязнении накопление сухой биомассы было  $28,25 \pm 0,41$  г/м<sup>2</sup> и  $29,00$  г/м<sup>2</sup>  $\pm 1,27$  соответственно. В почве с загрязнением фторидами показатель биомассы равнялся  $21,72 \pm 1,07$  г/м<sup>2</sup>, и был выше контроля (без стимуляторов) на  $7,57$  г/м<sup>2</sup>. А сравнительно с чистой почвой без использования стимулятора накопление АСБ достоверно повышалось на  $8,54$  г/м<sup>2</sup>.

Таким образом, в результате проведенного исследования установлено, что использование стимуляторов «Кемира-люкс» и «Циркон» уменьшает негативное действие загрязнения почвы фторидами и сульфитами на ростовые процессы календулы лекарственной *Calendula officinalis* и повышает биомассу растения.

### Список литературы

1. Барсукова В. С. Физиолого-генетические аспекты устойчивости растений к тяжелым металлам // Экология. Серия аналитических обзоров мировой литературы. – М., 1997. – № 47. – С. 1-67.
2. Вакуленко В.В. Регуляторы роста// Защита и карантин растений. – М., 2004. – С. 24.
3. Дудка И.А., Вассер С.П., Элланская И.А. Методы экспериментальной микологии. – К.: Наук. думка, 1982. – 550 с.
4. Ефремов А. А. и др. Влияние экологических факторов на химический состав некоторых дикорастущих растений Красноярского края //Химия растительного сырья. – 2002. – № 3. – С. 5-7.
5. Карпук В.В. Фармакогнозия. – Минск: БГУ, 2011. – С. 10-12.
6. Смит У. Х. Поглощение загрязняющих веществ растениями // Загрязнение воздуха и жизнь растений. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – С. 461-499.

**ВЛИЯНИЕ АЗОТСОДЕРЖАЩЕЙ ДОБАВКИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫЕ ПРИЗНАКИ ГРИБА *PLEUROTUS OSTREATUS* (JACQ.: FR.) KUMM.**

*Дейнеко О.И., Ткаченко Н.П.,  
Демченко С.И.*, к. б. н., доцент

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк  
*sdemch5@mail.ru*

Разведение грибов для пищевых целей имеет многовековую историю [2]. Широкое распространение получила культура вешенки, которая популярна во всем мире. Ее выращивают в странах Европы, Азии, США, России. Мировой объём её производства достиг до 1,5 млн. т в год [4]. В Донецком регионе масштабное промышленное производство вешенки отсутствует. Однако потенциал данной культуры, по мнению зарубежных и отечественных специалистов, достаточно высок, а при правильной организации производства и обеспечении технологии можно получать положительный экономический эффект [4].

Важнейшим элементом в технологическом процессе выращивания гриба *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm. (вешенка обыкновенная) является приготовление субстрата. Для культивирования вешенки используют субстраты, приготовленные на основе различных растительных материалов, представляющих собой отходы 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]. Однако эти субстраты бедны питательными веществами, особенно азотом, и поэтому мицелий гриба развивается медленно, что приводит к низкой урожайности плодовых тел. Для ускорения роста мицелия и повышения урожайности плодовых тел съедобного гриба *P. ostreatus* актуальным является оптимизация состава растительных субстратов с помощью обогащения их азотсодержащими добавками, например отходами растительного и животного происхождения (пивной дробинкой; пшеничными или рисовыми отрубями; соевым и подсолнечным шротом; рыбной, костной, мясокостной или кукурузной мукой и др.) [2, 4].

Целью работы было изучение влияния азотсодержащей добавки растительного происхождения на хозяйственно-ценные признаки гриба *P. ostreatus*.

Азотсодержащей добавкой растительного происхождения служила гранулированная травяная мука из люцерны (ЧП «АтлантикАгро», г. Харьков), измельченная до мелкодисперсного состояния. В качестве тест-культуры был выбран гибридный штамм НК-35 гриба *P. ostreatus* из коллекции мицелиальных культур базидиальных ксилотрофов кафедры физиологии растений ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Урожайность плодовых тел гриба *P. ostreatus* изучали в лабораторных условиях с использованием интенсивной технологии культивирования съедобных грибов [4]. Основным компонентом питательного субстрата для культивирования вешенки обыкновенной служила увлажненная лузга семян подсолнечника (влажность –  $65 \pm 1$  %, рН – 7,2). Азотсодержащую добавку растительного происхождения добавляли к основному компоненту субстрата в концентрациях 5, 10 и 15 %.

Во время вегетативной и репродуктивной фаз развития гриба учитывали скорость колонизации субстрата вегетативным мицелием, фиксировали формирование первых зачатков плодовых тел (ПТ) и подсчитывали количество сформированных ПТ в каждом субстратном блоке. Урожайность ПТ вешенки обыкновенной (г на 100 г абсолютно сухого субстрата) определяли в первую волну плодоношения весовым методом [3]. Габитус карпофоров гриба оценивали по средней массе одного ПТ (г), которую определяли весовым методом [4]. Сухой остаток (%) в плодовых телах определяли гравиметрическим методом [3].

Статистическую обработку полученных данных проводили при 5 % уровне значимости с использованием параметрических (дисперсионный анализ, множественное сравнение арифметических средних по критериям Дункана и Даннета) и непараметрических (критерий Уилкоксона) методов анализа статистических выборок [5].

Анализ экспериментальных данных позволил обнаружить, что обогащение питательного субстрата азотсодержащей добавкой растительного происхождения увеличивало урожайность и габитус плодовых тел *P. ostreatus*, но не оказывало достоверного влияния на продолжительность вегетативной и репродуктивной фаз развития гриба. При этом наибольший выход плодовых тел исследуемого штамма НК-35 наблюдался на питательном субстрате, содержащий травяную муку из люцерны в концентрациях 10 и 15 %. Азотсодержащая добавка растительного происхождения также улучшала качество плодовых тел вешенки обыкновенной, увеличивая содержание сухого остатка в 1,3-1,4 раза относительно контроля.

### 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. Методы экспериментальной микологии: справочник / Дудка И.А. [и др.]; под ред. В. И. Билай. – К.: Наукова думка, 1982. – 550 с.
4. Сычев П.А., Сычева Н.П. Грибы и грибоводство. – М.: ООО «Изд-во АСТ», Донецк: Изд-во «Сталкер», 2003. – 512 с.
5. Приседський Ю.Г. Статистична обробка результатів біологічних експериментів: навчальний посібник. – Донецьк: ТОВ «Норд Комп'ютер», 1999. – 210 с.

## **ЖИВАЯ И МЕРТВАЯ ВОДА - МИФ ИЛИ РЕАЛЬНОСТЬ?**

*Ильчишина М.Г.,*

*Бойко М.И.* д. б. н., профессор

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк  
*donnu.bio@mail.ru*

Причиной появления настоящей работы является то обстоятельство, что на данный момент времени существует много информации о целесообразности использования этих вод в сфере медицины и нормализации физиологических функций людей и очень мало об их использовании в быту, растениеводстве, сельском хозяйстве, технике и др. Но, и это крайне важно, отсутствуют надежные, достоверные и точные технологии получения живой и мертвой воды из взятой исходной воды.

В результате возникла спорная ситуация – какая из этих вод живее или мертвее и как это объективно доказать?

Исходя из этого, после достаточно долгих поисков и экспериментов мы пришли к заключению о том, что критерием отличия живой воды (ЖВ) от мёртвой воды (МВ) и контрольной воды (КВ), из которой они будут получены, является электроёмкость специального конденсатора, изменяющего свой номинал в сотни раз при его переносе из воздуха в воду, несмотря на то, что диэлектрическая проницаемость исходной воды равна всего 80. Особенность такого конденсатора выражается в том, что он является абсолютно несимметричным. Изготовить его очень просто из переменного конденсатора, неподвижные горизонтальные пластины которого в четном количестве зафиксированы, из подвижных пластин нечетного количества удаляются все крайние, а оставшаяся средняя пластина фиксируется в выведенном состоянии напротив двух неподвижных, т.е., в плоскости между двумя средними на минимальном от них расстоянии. Чувствительность такого конденсатора просто феноменальная – на некоторых частотах, будучи опущенным в воду, он фиксирует ёмкость до  $10^3$  раз больше (!), чем на воздухе. Очень важное значение при этом имеет частота, на которой конденсатор работает. Наши исследования показали, что максимальное изменение ёмкости происходит на очень малой частоте – 8 Гц. Знаменательным является тот факт, что эта частота соответствует длине инфразвуковой волны с максимальной скоростью распространения в воде по результатам литературных данных [1, 2].

Таким образом, можно констатировать тот факт, что мы разработали уникальный, быстрый, простой и, главное, очень дешёвый технологический способ получения сравнительной информации о физико-химическом состоянии двух или более объёмов вод, а величины этих объёмов определяются размером конденсатора и составляют  $40 \text{ см}^3$ .

Далее, опишем уникальный способ разделения воды (мы использовали объем 2л) на порции по 40 мл. Для этого замораживали эту воду в двухлитровой, покрытой теплоизолирующим экраном, пластмассовой бутылке, в морозильной камере бытового холодильника в течение 10 часов. Затем переворачивали бутылку горловиной вниз и подставляли под нее поочередно небольшие пластмассовые ёмкости, в которые капала талая вода до объема 40мл. Такой процесс дозирования воды мы условно назвали «квантованием», т.е. специфическим разделением ее на равные порции с использованием технологии замораживания и последующего оттаивания. Затем, после отстоя и доведения воды каждого кванта до комнатной температуры строили зависимость  $C_n = f(n)$ , где  $n=1,2,\dots,50$ , а  $C_n$  - ёмкость конденсатора в воде кванта с индексом  $n$ .

На этом же графике откладывали значение  $C_k$  – величину емкости конденсатора в контрольной воде до замораживания. Из этой зависимости убирали те кванты, в которых  $C_n > C_k$ , объединяли их вместе и образовывали ту часть контрольной воды, которая является мертвой, т.е., такой, в которой находятся соли кальция, магния, железа и др., ранее растворенные в контрольной воде, где, по этой причине, отсутствует квазикристаллическая структура, и в которых вода замерзала последней, а таяла первой. Остальные кванты, где  $C_n < C_k$  (за исключением двух последних, включающих в себя тяжелую воду) объединяли и получали ту часть объема исходной воды, которая является ЖВ.

Для примера рассмотрим воду под условным названием «Парковая», которая затем будет использована нами для биологических экспериментов. Источник этой стабильной воды находится в парке им. Щербакова г.Донецка. Контрольная емкость конденсатора в ней  $C_k = 4,2$  мкФ, емкости  $C_1 = 34$  мкФ,  $C_2 = \dots$ ,  $C_3 = \dots$ ,  $C_4 = 4,6$  мкФ, т.е., эти четыре кванта образуют 160 мл МВ. Если к ним присовокупить два последних кванта –  $C_{49}$  и  $C_{50}$ , то в результате будет 200 мл, т.е., данная вода даёт после квантования 1,8 л ЖВ, что является очень хорошим показателем по сравнению с крановой водой, которая даёт примерно 50% ЖВ от исходной. При этом ёмкость конденсатора  $C_k$  для ЖВ «Парковая» (44 кванта) равна 2,2 мкФ, что почти в 2 раза меньше, чем  $C_k$  для контрольной воды. Накопив необходимое количество ЖВ и МВ мы провели эксперименты по выявлению различий в росте проростков ряда сельскохозяйственных растений, элитные семена которых были закуплены и отсортированы по известным методикам. В экспериментах использовали семена тыквы сорт «Сероволжская», семена огурца сорт «Водолей», семена кабачка сорт «Скворушка», семена фасоли сорт «Белая Донецкая», семена арбуза сорт «Крымсонсвет».

Из семян каждого сорта отбирали по 40 штук, которые замачивали в соответствующих водах (К-контроль, ЖВ и МВ) в течение суток и высаживали в почву – чернозем из парковых клумб.

Через интервал времени (3÷4) суток (для каждого сорта разный) проводили измерения веса стеблей, листьев, корней (где это было возможно),

длины стеблей. Полученные результаты подвергали статистической обработке с использованием t-критерия Стьюдента.

В связи с ограниченностью объема данного сообщения приведем только средние длины стеблей указанных растений для каждой из вод:

1. К –  $(10,6 \pm 0,4)$  см; ЖВ –  $(12,1 \pm 0,3)$  см,  $t_d=12,7$ : МВ –  $(9,5 \pm 0,3)$  см,  $t_d=6,7$
2. К –  $(10,4 \pm 0,3)$  см; ЖВ –  $(13,6 \pm 0,4)$  см,  $t_d=9,2$ : МВ –  $(8,1 \pm 0,4)$  см,  $t_d=4,4$
3. К –  $(11,2 \pm 0,6)$  см; ЖВ –  $(13,9 \pm 0,2)$  см,  $t_d=4,5$ : МВ –  $(6,8 \pm 0,2)$  см,  $t_d=6,8$
4. К –  $(12,6 \pm 0,3)$  см; ЖВ –  $(20,9 \pm 0,4)$  см,  $t_d=16,6$ : МВ –  $(8,1 \pm 0,1)$  см,  $t_d=15$
5. К –  $(9,5 \pm 0,3)$  см; ЖВ –  $(14,2 \pm 0,2)$  см,  $t_d=7,4$ : МВ –  $(8,3 \pm 0,3)$  см,  $t_d=6,6$

**Примечание:**  $t_d$  – вычисленный коэффициент достоверности при  $t_{st} = 2,5$ .

Из приведенных данных следует, что ЖВ и МВ не миф, а реальность, что технологическая методика их получения абсолютно верна и может быть предложена для практического использования.

Выводом по результатам настоящей работы может быть следующее утверждение: «Тот, кто научится управлять физико-химическим состоянием воды, тот будет управлять жизнеспособностью и здоровьем Биосферы в целом». Почему? Потому, что вода используется не только в сельском хозяйстве, медицине, но и в ЖКХ, горнодобывающей и металлургической промышленности и т.д.

#### Список литературы

1. Антонченко В.Я. и др. Основы физики воды. – Киев: Наукова думка. 1991. – 286 с.
2. Войткевич Г.В. Основы учения о биосфере. Учебное пособие для ВУЗов. – Ростов на Дону: Феникс, 1996. – 480 с.

УДК 582.284:57.063.8-026.8

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЩЕЙ ЦЕЛЛЮЛАЗНОЙ АКТИВНОСТИ НЕКОТОРЫХ ДЕРЕВОРАЗРУШАЮЩИХ ГРИБОВ

*Исак В.В., Пискунова А.А.,*

*Бойко М.И.*, д.б.н., профессор

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*prof\_bmi@mail.ru*

В последнее время во многих странах мира используются препараты ферментов различного происхождения для обработки растительного сырья с целью получения соответствующих продуктов. Например, для получения большего выхода хлорофилла, каротина используют препараты ферментов, полученных при культивировании культур рода *Trichoderma* [4]. Одной из наиболее перспективных технологий использования целлюлозолитических ферментов [1, 3, 6] является переработка растительного сырья и отходов для

получения экологически чистого биотоплива. Использование энзиматических препаратов, полученных при ферментации высших базидиальных грибов, представлено единичными сведениями [7, 2].

В этой связи поиск новых штаммов высших базидиальных грибов – активных продуцентов целлюлозолитических ферментов для гидролиза лигноцеллюлозных субстратов с целью получения кормовых, белково-витаминных продуктов, ферментов, топлива и др. является актуальной проблемой сегодняшнего дня.

Целью нашего исследования было провести сравнительную характеристику общей целлюлазной активности некоторых новых штаммов дереворазрушающих грибов для отбора более активных продуцентов и дальнейшего их изучения.

Для исследования целлюлозолитической активности грибы культивировали на жидкой минеральной среде Чапека следующего состава (г/л):  $\text{NaNO}_3$  – 2,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  – 1,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  – 0,5,  $\text{KCl}$  – 0,5,  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  – 0,01 в больших пробирках 200 x 20 мм, содержащих 15 мл питательной среды с рН 5,7. В качестве единственного источника углерода для грибов служила хроматографическая бумага марки «медленная» в виде полоски размером 6,5 x 1,5 см. Общую целлюлазную активность культуральных фильтратов грибов определяли по методу Шомодьи – Нельсона, в соответствии с требованиями, описанными д.х.н., профессором МГУ А.П. Синициным соавторами [5] по количеству образовавшихся редуцирующих сахаров в питательной среде в результате гидролиза хроматографической бумаги на 15, 20 и 30 сутки роста грибов. Исследовано 8 штаммов гриба *Irpex lacteus*, один штамм 1983 *Trametes hirsuta*, один штамм 2144 *Trametes versicolor* и один штамм ДП-15 - 2431 *Pleurotus ostreatus*.

Полученные результаты показывают, что исследуемые грибы существенно различаются по содержанию редуцирующих сахаров в их культуральных фильтратах. Различия наблюдаются не только между видами грибов, но и между штаммами одного вида. На 15-е сутки роста наиболее активно гидролизуют хроматографическую бумагу штаммы ДЧС-11.12 – 2436, С-06 – 2432 и 1080 гриба *I. lacteus*, что выражается в количестве образовавшихся редуцирующих сахаров: 35,77 мкг/мл, 24,84 мкг/мл и 21,40 мкг/мл соответственно. Остальные штаммы 1631, Ан-7 – 2437, 2130, СМ-1 ВФ 2433, А-Дон-02 – 2434 *I. lacteus* образуют достоверно меньшее количество восстанавливающих сахаров, которое равно 16,98 мкг/мл, 13,95 мкг/мл, 5,91 мкг/мл, 8,93 мкг/мл и 2,14 мкг/мл соответственно.

Другие виды грибов *Trametes hirsuta* – 1983, *Trametes versicolor* – 2144, *Pleurotus ostreatus* ДП-15 -2431 образуют редуцирующих сахаров на 15-е сутки культивирования значительно меньше, чем первые три штамма *I. lacteus*. Эти штаммы разных видов грибов по накоплению редуцирующих сахаров в культуральных фильтратах на 15-е сутки роста между собой не отличаются.

На 20-е сутки роста грибов наибольшее количество редуцирующих сахаров обнаружено в культуральных фильтратах *T. hirsuta* – 1983 – 49,99 мкг/мл, штаммов ДЧС-11.12 – 2436, С-06 – 2432 – 37,35 мкг/мл, 1080 –



25,29 мкг/мл, СМ-1 ВФ 2433 – 25,11 мкг/мл и Ан-7 – 2437 – 20,14 мкг/мл. В культуральных фильтратах штаммов С-06 -2432, 1631 и 2130 *I. lacteus* количество восстанавливающих сахаров оставалась на уровне 15-ти суточного возраста грибов. В свою очередь в культуральном фильтрате штамма А-Дон-02 – 2434 наблюдалось достоверное увеличение концентрации редуцирующих сахаров, а у штамма ДП-15 – 2431 *P. ostreatus* – снижение.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что дереворазрушающие грибы *T. hirsuta* – 1983, *I. lacteus* штаммы ДЧС- 11.12 – 2436, 1080 и Ан-7 – 2437 на 20-е сутки культивирования активно выделяют в питательную среду целлюлозолитические ферменты, которые гидролизуют хроматографическую бумагу с образованием редуцирующих сахаров.

На 30-е сутки культивирования грибов *I. lacteus* ДЧС-11.12 -2436, 1631, Ан-7-2437, *T. hirsuta* – 1983, *T. versicolor* – 2144, *P. ostreatus* – ДП-15 – 2431 содержание редуцирующих сахаров в культуральных фильтратах уменьшилось по сравнению с 15-суточным возрастом, а у штаммов С-06 – 2432, 1080, СМ-1 ВФ 2433 – осталось на уровне 15-ти суточного возраста, так как достоверного отличия не обнаружено. В свою очередь у штаммов 2130 и А-Дон-02 -2434 *I. lacteus* наблюдалось увеличение концентрации редуцирующих сахаров по сравнению с 15-ти суточным возрастом продуцентов.

Таким образом, на основании полученных результатов, характеризующих содержание редуцирующих сахаров в культуральных фильтратах исследованных дереворазрушающих грибов, можно предварительно выделить штаммы ДЧС-11.12 -2436, С-06 – 2432, 1080, СМ-1 ВФ 2433, Ан-7 – 2437 гриба *Irpex lacteus*, а также штамм *Trametes hirsute* – 1983, как активные продуценты ферментов целлюлозолитического действия для дальнейшего их исследования.

### Список литературы

1. Беловежец Л.А., Волчатова И.В., Медведева С.А. Деструкция модельных соединений лигнина пионерными штаммами грибов – колонизаторов древесных отходов //Химия в интересах устойчивого развития. – 2010. - №18. – С. 25 – 31.
2. Короткова О.Г. Получение целлюлазных комплексов с увеличенной осаживающей способностью на основе рекомбинантных штаммов *Penicillium verruculosum*: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. хим. наук: спец. 03.01.06 «Биотехнология (в том числе бионанотехнологии)» и спец. 02.0015 «кинетика и катализ» /О.Г. Короткова. – М., 2011. – 23 с.
3. Кухар В.П. Біоресурси – потенційна сировина для промислового органічного синтезу //Біотехнологія. – 2008. – Т., №1. – С.12-27.
4. Трутнева І. А., Дудченко Л.Г., Горова Т.Л. Ферментні препарати з вищих базидіальних грибів у біотехнологічних процесах //Фітотерапія. Часопис. – 2004. - №№. – С. 43 – 49.
5. Сеницын А.П., Черноглазов В.М., Гусаков А.В. Методы изучения и свойства целлюлозолитических ферментов // Итоги науки и техники. Сер. Биотехнология. – 1993. – Т. 25. – 152 с.
6. Сибірний А. Біопаливний етанол з лігноцелюлози (рослинної біомаси): досягнення, проблеми, перспективи // Вісник НАН України. – 2006. - №3. – С. 32 – 48.
7. Ферментные системы высших базидиомицетов /[Даниляк Н.И., Семичаевский В.Д., Дудченко Л.Г. и др.]; под ред. Е.Г. Судына, И.А. Дудка. – К.: Наукова думка, 1989. – 280с.

## ПЕРВИЧНЫЙ ОТБОР ШТАММОВ ДЕРЕВОРАЗРУШАЮЩИХ ГРИБОВ-ПРОДУЦЕНТОВ ПЕКТОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ ПО НАКОПЛЕНИЮ БИОМАССЫ НА СРЕДАХ С ПЕКТИНОМ

*Медяник Е.А.,*

*Бойко М.И.*, д.б.н., профессор

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет» г. Донецк,

*donnu.bio@mail.ru*

В последние годы грибы выступают как продуценты многих дефицитных белков животного, растительного или бактериального происхождения [4]. Одним из направлений экспериментальной микологии рассматривается использование грибов как продуцентов ферментов пектолитического действия. Эти энзимы находят широкое применение в фармацевтической промышленности для увеличения выхода биологически активных веществ из тканей растений, в текстильной промышленности при обработке льна, в консервной и виноделческой отраслях, целлюлозно-бумажной промышленности при изготовлении высококачественной бумаги, а также в клеточной биотехнологии для мацерации клеточных оболочек и получения протопластов [1, 2, 5]. Следует отметить, что пектолитические ферменты высших базидиальных грибов изучены крайне слабо.

Целью нашего исследования было провести первичный отбор штаммов дереворазрушающих грибов, продуцирующих экзоферменты пектолитического действия, по скорости накопления биомассы на питательных средах, содержащих яблочный и свекловичный пектины.

В эксперимент вовлечено 10 штаммов базидиальных дереворазрушающих грибов: 8 штаммов *Irpex lacteus* (2434 А-Дон-02, 2432 С-06, 2433 СМ-1 ВФ, 1080, 1631, 2436 ДЧС-11.12, Ч-03 и В-04), один штамм ЦМПМ Б-263 *Hirschioporus laricinus* и один штамм 1983 *Trametes hirsuta*.

Грибы культивировали на минеральной среде Чапека – Докса, где источником углерода служил пектин яблочный и свекловичный (0,5%). Приготовленную среду разливали по 50 мл в конические колбы на 100 мл и стерилизовали в автоклаве при 0,8 атм в течение 40 минут. Кислотность среды после стерилизации составляла 4,9 рН. Грибы культивировали при температуре 28<sup>0</sup>С в термостате ТС-80М-2 в течение 7 суток. Образовавшийся мицелий тщательно собирали в предварительно взвешенные металлические бюксы и высушивали в сушильном шкафу при 105<sup>0</sup>С. Полученные результаты подвергались статистической обработке с использованием t-критерия Стьюдента [3].

Полученные результаты представлены в таблице.

Из таблицы видно, что скорость накопления биомассы различна не только между видами исследованных грибов, но и между штаммами одного вида.

Таблица 1

Накопление сухой биомассы штаммами дереворазрушающих грибов на минеральной среде с разными пектинами

Штамм гриба	Биомасса, мг/50 мл питательной среды			
	Яблочный пектин М ± м	Свекловичный пектин М ± м	Вычисленный коэффициент достоверности t <sub>d</sub>	Стандартное значение коэффициента t <sub>st</sub>
2434 А-Дон-02	36,23±3,40	46,93±2,02	2,78	2,78
2432 С-06	58,57±3,09	56,63±4,12	0,37	2,78
2433 СМ-1 ВФ	47,73±3,72	27,65±2,13	4,68	2,78
1080	49,90±3,35	56,13±4,75	1,07	2,78
1631	49,00±2,87	53,17±3,34	0,94	2,78
Ч-03	31,37±5,15	23,72±2,12	1,37	2,78
2436 ДЧС-11.12	59,6±4,07	23,93±2,08	7,80	2,78
В-04	36,03±2,51	30,58±4,47	1,06	2,78
1983 <i>Tr. hirsuta</i>	35,57±1,79	23,78±1,40	5,19	2,78
ЦМПМ Б-263 М-81	83,07±6,39	55,53±5,96	3,15	2,78

При росте грибов на минеральной среде с яблочным пектином наибольшее количество сухой биомассы накапливал штамм Б-263 М-81 *Hirschioporus laricinus*, достоверно меньшее – штаммы Ч-03, В-04 и 2434 А-Дон-02 *I. lacteus* и штамм 1983 *Tr. hirsuta*. На питательной среде, содержащей 0,5% свекловичного пектина, образование биомассы грибами происходило также с различной скоростью. Достоверно больше накапливали сухой биомассы штаммы 2432 С-06, 1080, 1631, 2432 А-Дон-02 *I. lacteus* и штамм Б-263 М-81 *H. laricinus*, чем штаммы В-04, 2433 СМ-1 ВФ, Ч-03, 2436 ДЧС-11.12 *I. lacteus* и штамм 1983 *Tr. hirsuta*.

Наряду с этим материалы таблицы показывают, что штаммы 2433 СМ-1 ВФ, 2436 ДЧС-11.12 *I. lacteus*, штамм Б-263 *H. laricinus* и штамм 1983 *Tr. hirsuta* растут лучше на среде с яблочным пектином, чем на среде со свекловичным. Достоверного отличия в накоплении биомассы штаммов 2436 С-06, 1080, 1631, Ч-03 и В-04 *I. lacteus*, произраставших на питательных средах с яблочным и свекловичным пектином не выявлено, о чем свидетельствуют вычисленные коэффициенты достоверности. Только один штамм 2434 А-Дон-02 *I. lacteus* показал лучший рост на минеральной среде, содержащей свекловичный пектин.

Таким образом, лучший рост исследованных штаммов дереворазрушающих грибов, по-видимому, связан с активностью пектолитических ферментов, расщепляющих пектин до продуктов, которые используются продуцентами для образования биомассы. Для дальнейших исследований отобраны штаммы Б-263 М-81 *H. laricinus*, штаммы 2436 ДЧС-11.12, 2432 С-06, 1080, 1631 и 2434 А-Дон-02 *I. lacteus*.

## Список литературы

1. Бойко С.М., Филиппова Ю.О. Динамика изменения эндополигалактуроназной активности культур базидиальных грибов //Успехи медицинской микологии, Т.IX. // Матер. пятого Всерос. конгр. по мед. микологии. – М. – 2007. – С. 226-227.
2. Калашникова Н.А., Гребешова Р.Н., Купцова Г.Б. и др. Обработка плодово-ягодного сырья композициями ферментных препаратов. //Консервная и овощесушильная промышленность. – 1982. - №8. – С.1-3.
3. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высш. шк. 1980. – 291 с.
4. Лобанок А.Г., Бабицкая В.Г. Мицелиальные грибы как продуценты белковых веществ. – М.: Наука и техника, 1981. – 104 с.
5. Семенова М.В., Сеницына О.А., Морозова В.В., Федорова Е.А. Использование препарата грибной пектинлиазы в пищевой промышленности// Приклад. биохим. и микробиол. – 2006. – Т.42, №6. – С. 681-685.

УДК 582.28: 577.125

## АКТИВНОСТЬ ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ ШТАММОВ *TRAMETES HIRSUTA* TH-11 И TH-1938

*Молодцова Ю.А.,  
Чайка А.В.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк  
*alexander.v.chaika@gmail.com*

В связи с прогрессирующим давлением человека на окружающую природную среду, оценка и мониторинг ее состояния в настоящее время приобретает наибольшую актуальность. Мониторинг предусматривает постоянное наблюдение за процессами, происходящими в природе и техносфере с целью предвидения изменений их качества, ухудшения среды обитания человека, деградации биосферы. В этом отношении перспективным является использование биологических объектов для оценки качества среды, что дает возможность получения информации о биологических последствиях загрязнения.

Процесс перекисного окисления липидов (ПОЛ) чрезвычайно чувствителен к различным изменениям факторов внешней среды. Интерес к ПОЛ во многом объясняется причастностью этих реакций как к физиологическим, так и патологическим процессам и состояниям. Реакции ПОЛ являются свободнорадикальными, и постоянно происходят в организме. Продукты ПОЛ участвуют в синтезе биологически активных веществ. У ксилотрофных грибов с активностью ПОЛ связано функционирование лигнолитических ферментов [2]. Так как ксилотрофные грибы вовлечены в различные экологические биотехнологии, изучение прооксидантно-антиоксидантного равновесия культур этих грибов необходимо.

Целью работы была оценка активности свободнорадикального перекисного окисления липидов штаммов ксилотрофных грибов.

Материалом исследования был глубинный мицелий и культуральный фильтрат (КФ) штаммов *Trametes hirsuta* (Wulfen) Lloyd Th-11 и Th-1938. *Trametes hirsuta* относится к порядку *Polyporales* отдела *Basidiomycota*, является возбудителем белой гнили.

Штаммы культивировали глубинным методом на среде с глюкозой, лигносульфонатом, пептоном, Твином-80, раствором минеральных элементов Кирка [1, 4]. Культивирование проводили в течение 6-ти суток при температуре  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ .

Интенсивность процессов липидной перекисидации определяли модифицированным методом по содержанию продуктов ПОЛ, активных к тиобарбитуровой кислоте [3].

Повторность опытов была трехкратной. Полученные экспериментальные данные обрабатывали с использованием *Microsoft Excel* и пакета программ для проведения статистической обработки результатов биологических экспериментов.

В результате проведенных исследований выявлено, что интенсивность ПОЛ в мицелии штамма *T. hirsuta* Th-1938 выше, чем у штамма *T. hirsuta* Th-11.

Сравнивая уровень перекисного окисления липидов в мицелии штаммов *Trametes hirsuta* Th-11 и Th-1938 можно отметить, что во время культивирования уровень ПОЛ имеет тенденцию к снижению. Резкое снижение значений ПОЛ в мицелии наблюдается у обоих штаммов на 7-9-сутки.

Содержание продуктов ПОЛ в мицелии исследуемых штаммов находится в отрицательной зависимости от времени культивирования (коэффициенты корреляции составляют для штамма *T. hirsuta* Th-11  $r = -0,87 \pm 0,1$ , а *T. hirsuta* Th-1938  $r = -0,9 \pm 0,07$ ). Это может свидетельствовать об изменении физиологического состояния культур за счет накопления продуктов распада и истощения питательной среды.

Максимальные значения ПОЛ в КФ обоих штаммов зафиксированы на 8-е сутки культивирования.

Таким образом, в результате проведенного опыта выявлено значительное изменение интенсивности процессов свободнорадикального перекисного окисления липидов как в мицелии, так и в культуральном фильтрате штаммов *Trametes hirsuta* Th-11 и Th-1938.

### Список литературы

1. Дудка И.А., Вассер С.П., Элланская И.А. Методы экспериментальной микологии. – К.: Наук. думка, 1982. – 550 с.
2. Капич А.Н. Сопряжение перекисного окисления липидов с деградацией лигнина у дереворазрушающих базидиомицетов // Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты: сб. науч. тр. – 2011. – Т. 3. – С. 316–335.
3. Чайка О.В., Федотов О.В. Оцінка екологічного стану довкілля з використанням прооксидантно-антиоксидантної активності культур базидіомицетів // Біоресурси і природокористування, 2014. – 6, № 1-2. – С. 5-11.
4. Kirk T.K., Farrell R.L. Enzymatic "combustion": the microbial degradation of lignin // *Annal. Rev. Microbiol.* 1987. - V.41. – P. 465-505.

## О СОСТОЯНИИ ПРОБЛЕМЫ БОЛЕЗНЕЙ КАРТОФЕЛЯ

*Пашков Д. А.,*

*Ветрова Е.В.,* к.б.н., доцент

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк  
*donnu.bio@mail.ru*

Картофель – одна из самых популярных сельскохозяйственных культур, используемая как в свежем виде, так и для переработки на картофелепродукты, основные из которых чипсы, картофель-фри, пюре, крахмал, спирт, а также на кормовые цели. Суммарный годовой урожай картофеля в мире составляет 328 млн. т (в 2006 г.), из них в России производится 37 млн. т. Средняя урожайность картофеля в России (по данным 2007 г.) составляет около 12,8 т/га, хотя расчетная потенциальная продуктивность большинства сортов превышает 50 т с гектара. Одной из причин такой низкой урожайности является широкое распространение болезней, вредителей и сорняков [1].

По данным, опубликованным Организацией по сельскохозяйственным вопросам и продовольствию при ООН (ФАО), мировые потери урожая картофеля от болезней ежегодно составляют 88,9 млн. т на сумму 3,4 млрд. долларов, или 11,6% валового сбора, что в 2 раза превышает потери у зерновых культур, овощей и сахарной свеклы.

В России заболеваниями картофеля занимаются во многих институтах, например, в научном институте картофелеводства имени Лорха, во Всероссийском научно-исследовательском институте защиты растений. Большой вклад в это направление внесли Дьяков Ю. Т., Фоминых Т. С., Иванюк В. Г. и многие другие, как отечественные, так и зарубежные ученые.

Картофель может поражаться инфекционными и неинфекционными болезнями на всех этапах жизненного цикла: до появления всходов, во время вегетации и в период хранения. Многие патогены способны также накапливаться и длительно сохраняться в почве. Возбудителями инфекционных болезней могут быть грибы, оомицеты, актиномицеты, бактерии, вирусы, вироиды, фитоплазмы и нематоды [2, 3].

Наиболее распространенные инфекционные заболевания картофеля: фитофтороз, альтернариоз, стеблевая нематода, «черная ножка», различные виды гнили и парши, вирусные инфекции.

Современные тенденции развития защиты растений направлены на разработку экологически безопасных методов регулирования численности патогенов. В связи с этим первостепенное значение приобретают сорта, имеющие комплексный иммунитет к возбудителям болезней в сочетании с высокой урожайностью, возделывание которых позволило бы решать задачи энерго- и ресурсосбережения, охраны окружающей среды, управления

агроэкосистемами. Но сортов картофеля, полностью отвечающих требованиям в отношении почвенно-клубневых инфекций, нет, или отсутствуют результаты по их пораженности. Поэтому возникает необходимость изучения распространенности возбудителей почвенно-клубневых инфекций на рекомендованных к возделыванию в регионе сортах, а также изыскания наиболее приемлемых способов защиты вегетирующего картофеля и снижения его потерь при хранении.

Чтобы выбрать рациональный метод борьбы, важно точно определить, какое именно заболевание вредит урожаю, и своевременно принять карантинные или лечебные меры. Для эффективной защиты растений от инфекции необходима своевременная диагностика и применение профилактических и терапевтических мер борьбы. Против грибковых заболеваний эффективным будет обработка почвы и растения фунгицидами, скрупулезный отбор посевного материала с отбраковкой зараженных экземпляров, и обработка агротехникой полей перед посадкой.

Одним из важнейших способов борьбы с вирусными болезнями картофеля является получение здорового семенного материала и ускоренное его размножение на основе метода культуры тканей [1].

Очень важным элементом в защите картофеля от болезней является соблюдение севооборота, борьба с насекомыми-вредителями, и выращивание устойчивых сортов. Также необходимо придерживаться технологии выращивания картофеля, это способствует поддержанию иммунитета культуры.

Соблюдение оптимальных температур хранения, также благоприятно сказывается на сохранности клубней от поражений. Система мероприятий по защите картофеля от болезней и вредителей должна предусматривать включение всех методов защиты с преобладанием экологически безопасных и экономически выгодных операций. Добиться этого можно только с помощью рационального использования всех технологических приемов по выращиванию культуры [4].

Представляет интерес проведение исследований по выявлению болезней картофеля в нашем регионе.

### **Список литературы**

1. Анисимов Б.В. и др. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков. – М.: Картофелевод, 2009. – 272 с.
2. Ветрова Е. В. Болезни растений.– Донецк: ДонНУ, 2011. – С. 104-119.
3. Билай В.И. и др. Микроорганизмы-возбудители болезней растений: Справочник. – Киев, 1986. – 552 с.
4. Малигіна В.Д., Ветрова О.В., Рябченко М.О. та ін. Біопошкодження рослинних ресурсів і продовольчої сировини. Навчальний посібник. – К.:Кондор, 2009. – 246 с.

## ИЗМЕНЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ФОТОСИНТЕЗА У ПРОРОСТКОВ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ГАЗОННЫХ ТРАВ В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ ИОНАМИ КОБАЛЬТА И МАРГАНЦА

*Постникова Г.В., Жушман О.В.,  
Фрунзе О.В.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк  
*hromyh82@mail.ru*

Одним из отрицательных аспектов производственной деятельности человека является загрязнение окружающей среды органическими и неорганическими химическими соединениями, многие из которых являются токсическими и оказывают значительное отрицательное влияние на растительные организмы [1, 3].

Нарушение экологического равновесия приводит к обеднению флоры и фауны, необратимому изменению естественных ландшафтов. В сельском хозяйстве загрязнение окружающей среды вызывает снижение урожайности растений, ухудшает качество получаемой продукции. Поэтому проблема охраны и восстановления окружающей среды имеет сегодня большое значение. Для ее решения необходимый комплекс эффективных мер, которые должны охватывать все сферы хозяйственной деятельности человека. Значительный потенциал в очищении окружающей среды принадлежит растениям. Вместе с тем для выполнения этой функции растения должны иметь высокую устойчивость к экстремальным условиям окружающей среды. Однако механизмы такой устойчивости изучены недостаточно, поэтому цель работы состояла в изучении изменения интенсивности фотосинтеза некоторых видов газонных трав в условиях загрязнения почвы соединениями кобальта и марганца.

Как объекты исследования для проведения эксперимента были использованы проростки *Bromus arvensis* L., *Agrostis vulgaris* With., *Festuca rubra* L., *Poa pratensis* L.

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 12000 люкс, продолжительности светового дня 14 часов, температуре 20-22°C и влажности почвы около 70% полной влажности.

Интенсивность фотосинтеза определяли по изменению содержимого органического углерода в листьях растений [3].



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.

Проведенные исследования показали, что фотосинтетический аппарат растений весьма чувствителен к повышенному содержанию загрязнителей в почве, что проявляется в изменении многих структурно-функциональных параметров фотосинтеза. Даже незначительные дозы кобальта угнетали интенсивность фотосинтеза проростков *Agrostis vulgaris* With. на 33 %, а с увеличением концентрации загрязнителя интенсивность фотосинтеза снизилась на 63 %, по сравнению с проростками, растущими на незагрязненной почве. Внесение в почву марганца также оказывало негативное влияние на активность фотосинтеза, данный показатель уменьшился по сравнению с контролем на 33-48 %. Наибольший угнетающий эффект загрязнения почвы кобальтом и марганцем на фотосинтез был зафиксирован при совместном действии загрязнителей. Так, в варианте 8 данный показатель снизился на 69 %, а в варианте 9 – на 79 %, в сравнении с контролем. Таким образом, наиболее сильное влияние на проростки *Agrostis vulgaris* With. оказывает комплексное загрязнение с высоким содержанием марганца и обоих загрязнителей (вар. 8 и 9).

Внесение в почву 5 мг/кг кобальта не оказало достоверного влияния на интенсивность фотосинтеза проростков *Festuca rubra* L., а, на оборот, интенсивность фотосинтеза возросла на 7 %, по сравнению с контрольными растениями. Однако, при последующем увеличении концентрации кобальта до 10 мг/кг – интенсивность фотосинтеза резко снизилась на 54 %. Внесение ионов марганца не оказывало достоверного негативного влияния на активность фотосинтеза проростков, а в некоторых вариантах даже прослеживалось значительное увеличение данного показателя на 17 %, в сравнении с контролем. Наибольшее снижение интенсивности фотосинтеза было отмечено в вариантах комплексного внесения загрязнителей, особенно

при высоких концентрациях кобальта, где интенсивность фотосинтеза уменьшилась на 24 %.

Проведенные исследования показали, что даже незначительные концентрации кобальта угнетали интенсивность фотосинтеза проростков *Poa protensis* L. на 9 %, а с увеличением концентрации загрязнителя интенсивность фотосинтеза снизилась на 37 %, по сравнению с проростками, растущими на незагрязненной почве. Внесение в почву марганца также оказывало негативное влияние на активность фотосинтеза, данный показатель уменьшался по сравнению с контролем на 14-62 %. Наибольший угнетающий эффект загрязнения почвы кобальтом и марганцем на фотосинтез был зафиксирован при совместном действии загрязнителей.

Таким образом, загрязнение почвы кобальтом и марганцем оказывает значительное негативное влияние на интенсивность фотосинтеза проростков исследуемых видов растений. При комплексном внесении загрязнителей, негативное влияние загрязнения усиливается. Загрязнение почвы марганцем не влияет на интенсивность фотосинтеза проростков *Festuca rubra* L. и *Bromus arvensis* L., а в некоторых вариантах этот показатель возрастает в сравнении с растениями, которые выращивались на незагрязненной почве. Наибольшее отрицательное влияние совместного действия загрязнителей на интенсивность фотосинтеза наблюдается у проростков *Poa protensis* L. и *Agrostis vulgaris* With.

#### Список литературы

1. Аверина Н.Г. Изучение феофитинизации хлорофилла под действием хелаторов металлов пиридинового ряда / Н.Г. Аверина, Н.В. Шалыго, Н.Н. Линник // Физиология растений. – 1991. – Т. 38, № 6. – С. 1059-1066.
2. Амосова Н.В. Фито- и генотоксическое действие ионов железа, кобальта и никеля на физиологические показатели растений различных видов / Н.В. Амосова, И.А. Тазина, Б.И. Сынзыныс // Сельскохозяйственная биология. – 2003. – № 5. – С. 49-54.
3. Гуральчук Ж.З. Механизмы устойчивости растений к тяжелым металлам / Ж.З. Гуральчук // Физиология и биохимия культ. растений. – 1994. – 26, № 2. – С. 107-117.
4. Chaney Rufus L. Phytoremediation of soil metals / L. Chaney Rufus, Malik Minnie, Yin M. Li, et al. // Biotechnology. – 1997. – Vol. 8. – P. 279-284.

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ШТАММА ДП-15  
PLEUROTUS OSTREATUS (JACQ.:FR.) KUMM.**

*Прокопенко О.О., Ткаченко Н.П.,*

*Ветрова Е. В.,* к.б.н., доцент

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*donnu.bio@mail.ru*

В последнее время интерес к съедобным грибам неуклонно растет. Они используются как источник питания и являются ценными продуцентами ферментов, биологически активных веществ, белков, витаминов и пр. Производство грибов представляет быстроразвивающуюся, рентабельную, перспективную отрасль. Грибоводство проявляет большой интерес к изучению физиологии и биохимии промышленных объектов [1, 2].

Ксилотрофный гриб *Pleurotus ostreatus* (Jacq.:Fr.) Kumm. в настоящее время является основным объектом грибоводства в нашем регионе. Для промышленного производства *Pleurotus ostreatus* важны такие его качества как неприхотливость, устойчивость к различным факторам, экономичность, большая урожайность, возможность получения новых штаммов, выгодно отличающихся по ряду критериев [3].

Целью нашей работы было изучение штамма ДП-15 вешенки обыкновенной, выделенного из плодового тела, найденного на стволе осины в дроновском лесу Донецкой области. Штамм ДП-15 зарегистрирован в коллекции Института ботаники им. Н. Г. Холодного НАН Украины. Исследовали характер мицелия; скорость линейного роста при разных температурах; накопление биомассы; каталазную, пероксидазную и полифенолоксидазную активности мицелия; рН культурального фильтрата. Оценивалась продуктивность вешенки обыкновенной. Все показатели сравнивались с контрольным штаммом венгерской селекции НК-35.

Мицелий грибов для исследований культивировали на глюкозо-картофельной среде. Активность пероксидазы на 14-тый день развития мицелия определяли по А. Н. Бояркину; каталазы и полифенолоксидазы – йодометрическими методами [4]. Цифровые данные обработали статистически однофакторным дисперсионным анализом.

Получены следующие результаты. Мицелий штамма ДП-15 развился хорошо. Он белого цвета, воздушный и густой. На 14-тые сутки он полностью оброс всю поверхность чашки Петри. От места инокуляции мицелий развился радиально и равномерно. Поверхность его насыщенно белая однородная и густая. Мицелий НК-35 также белого цвета, густой и воздушный, но не такой пушистый, как у штамма ДП-15.

В диапазоне температур от 7° С до 28° С мицелий штамма ДП-15 растет лучше, чем контроль. Скорость линейного роста при 22° С мицелия штамма ДП-15 (6,3 мм/сут) превосходит штамм НК-35 (5,7 мм/сут). Данный

показатель важен, так как может коррелировать с интенсивностью образования примордиев и плодовых тел. Новый штамм оказался более теплолюбивым.

Для измерения рН культурального фильтрата использовали субстрат месячных и двухнедельных мицелиев. Мицелий двух штаммов развивался при слабокислой реакции среды, которая является оптимальной для вешенки обыкновенной. С 14-ти до 30-ти суток культивирования наблюдалось постепенное снижение кислотности культурального фильтрата от 6,3 до 6,1 у штамма НК-35 и от 6,6 до 5,9 у штамма ДП-15.

Активность пероксидазы 14-суточных мицелиев штаммов ДП-15 и НК-35 (187,33 и 185,33 у.е. соответственно) достоверно не отличалась. Близки исследуемые штаммы и по полифенолоксидазной активности (6,25 и 6,12 у.е. соответственно). А по активности каталазы штамм ДП-15 немного превосходил контрольный объект (170,33 у.е. и 165,33 у.е.).

Измерения накопленной биомассы штаммов ДП-15 и НК-35 вешенки обыкновенной проводили на тридцатый день развития мицелия. Изученные штаммы достоверно не отличаются по накопленной биомассе (2,75 и 2,60 г/л соответственно).

Для оценки продуктивности грибов чаще используют показатель биологической эффективности (БЭ). Он определяется как отношение массы сырых плодовых тел к массе использованного сухого субстрата.

Для сравнения штаммов по этому показателю их выращивали в литровых банках на лузге подсолнечника массой 100г, в течение четырех недель при постоянном увлажнении. Во всех вариантах опыта на третьей неделе появились плодовые тела. При этом у контроля и нового штамма примордии образовались одновременно, и в одинаковом количестве. У исследуемых штаммов появились в сростке в среднем по 4 плодовых тела светло-бежевого цвета, хорошо развитых, ухообразной формы. Общий вес сростка в среднем 26,1 г. Высокую биологическую эффективность имеют и промышленная культура НК-35 (79,19 %), и штамм ДП-15 (78,28 %).

Таким образом, штамм ДП-15 может конкурировать с контрольным штаммом по биологической эффективности, и в качестве продуцента многих биологически активных веществ, которые представляют научный интерес.

### Список литературы

1. Сычев П.А. Экофизиология высших грибов. – Донецк: Кассиопея, 2000. – 272 с.
2. Дорошкевич Н.В. Критерії відбору культур *Pleurotus ostreatus* (Jacq.:Fr.) Kumm. для вирощування в штучних умовах // Вісник Донецького університету. Природничі науки. – 2009. – Сер А, Вип. 1. – С. 290-293.
3. Дудка И.А., Бисько Н.А., Билай В. Т. Культивирование съедобных грибов. – К.: Урожай, 2009. – 56 с.
4. Бойко М.И., Ветрова Е.В., Приседский Ю.Г. Методические указания для выполнения лабораторных работ по теме «Белки, ферменты и витамины» спецкурса «Большой практикум». – Донецк: ДонНУ, 2013. – 75 с.

## ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ШТАММА 2433 СМ-1ВФ *IRPEX LACTEUS* – ПРОДУЦЕНТА ПРОТЕИНАЗ МОЛОКОСВЕРТЫВАЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ

*Рашевский В.В.,*

*Бойко М.И.*, д.б.н., профессор

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*vladislav.rashevskiy@gmail.com*

Процесс получения сырно-творожных продуктов уже давно известен человечеству. Однако ученым не так давно удалось изучить механизм створаживания молока. Процессы ферментации пользуются большим спросом во многих отраслях производства и занимают одно из ведущих направлений в научном мире. Молокосвертывающие ферменты растительного и животного происхождения очень хорошо себя зарекомендовали, однако получение этих энзимов является очень дорогостоящим и трудоемким процессом. В связи с этим широкое распространение получили ферменты грибного и микробного синтеза, а их изучение стало перспективной и актуальной задачей современной биотехнологии [1].

Известно, что изменение количества и соотношения компонентов питательной среды сильно влияет на рост и развитие микроорганизмов. Благодаря методам математического планирования эксперимента можно корректировать состав питательной среды с целью повышения выхода биомассы или накопления определенных продуктов микробного происхождения.

Целью эксперимента было оптимизировать состав питательной среды методом математического планирования эксперимента для культивирования штамма 2433 СМ-1ВФ *Irpex lacteus* – продуцента протеиназ молокосвертывающего действия.

Штамм 2433 СМ-1ВФ *I. lacteus* культивировали с использованием методов математического планирования эксперимента – полного факторного эксперимента – ПФЭ-2<sup>4</sup>, с помощью которого было рассчитано 17 питательных сред, одна из которых служила контролем, а 16 других имели разный состав, включающий следующие компоненты: глюкоза, пептон, КН<sub>2</sub>РО<sub>4</sub>, К<sub>2</sub>НРО<sub>4</sub>, MgSO<sub>4</sub>×7H<sub>2</sub>O, CaCl<sub>2</sub>, ZnSO<sub>4</sub>×7H<sub>2</sub>O, дистиллированная вода (таблица 1 и 2).

Культуру 2433 СМ-1ВФ *I. lacteus* выращивали в течении 15 суток при температуре 28°С. Молокосвертывающую активность культуральных фильтратов, накопление биомассы, и изменение кислотности сред

регистрировали на 15-е сутки культивирования. Определение молокосвертывающей активности (МСА) культурального фильтрата (КФ) осуществляли методом Kawai и Mukai (1970) [3]. Накопление биомассы определяли весовым методом [2]. Кислотность КФ измеряли потенциометрическим методом на анализаторе ионов AI-123 (Украина). Содержание белка в КФ определяли спектрофотометрическим методом [4].

Таблица 1

Единица варьирования ( $\lambda$ , г/л) и концентрация (г/л) компонентов сред на среднем (0), верхнем (+) и нижнем (-) уровнях

Компонент среды	Фактор	Средний уровень "0"	Нижний уровень "-"	Верхний уровень "+"	Единица варьирования, $\lambda$
Глюкоза	$\chi_1$	10	8	12	2
Пептон	$\chi_2$	3	1	5	2
CaCl <sub>2</sub>	$\chi_3$	0,05	0,03	0,07	0,02
MgSO <sub>4</sub> ×7H <sub>2</sub> O	$\chi_4$	0,5	0,3	0,7	0,2
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	Постоянный уровень – 0,4				
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	Постоянный уровень – 0,6				
ZnSO <sub>4</sub>	Постоянный уровень – 0,001				

Таблица 2

Матрица планирования для ПФЭ – 2<sup>4</sup>

№ среды	Кодированные переменные				Обозначение строк (факторы и их взаимодействия)
	$\chi_1$	$\chi_2$	$\chi_3$	$\chi_4$	
1	8	1	0,03	0,3	"1"
2	12	1	0,03	0,3	$\chi_1$
3	8	5	0,03	0,3	$\chi_2$
4	12	5	0,03	0,3	$\chi_1\chi_2$
5	8	1	0,07	0,3	$\chi_3$
6	12	1	0,07	0,3	$\chi_1\chi_3$
7	8	5	0,07	0,3	$\chi_2\chi_3$
8	12	5	0,07	0,3	$\chi_1\chi_2\chi_3$
9	8	1	0,03	0,7	$\chi_4$
10	12	1	0,03	0,7	$\chi_1\chi_4$
11	8	5	0,03	0,7	$\chi_2\chi_4$
12	12	5	0,03	0,7	$\chi_1\chi_2\chi_4$
13	8	1	0,07	0,7	$\chi_3\chi_4$
14	12	1	0,07	0,7	$\chi_1\chi_3\chi_4$
15	8	5	0,07	0,7	$\chi_2\chi_3\chi_4$
16	12	5	0,07	0,7	$\chi_1\chi_2\chi_3\chi_4$
17	10	3	0,05	0,5	«0»

Главным исследуемым показателем была молокосвертывающая активность штамма 2433 CM-1ВФ *I. lacteus*. Лучшие показатели были

зафиксированы в средах № 16 и № 12 и составляли 1418,61 у.е. и 1241,93 у.е. соответственно, худшие показатели были у сред № 13 и № 5, где уровень активности фермента составил 563,04 у.е. и 578,16 у.е. соответственно.

Полученные результаты, характеризующие содержание белка в культуральном фильтрате 2433 СМ-1ВФ *Irpex lacteus*, так же имели отличия. Так наибольшее количество белка находилось в КФ среды № 7 и составило 2,515 мг/мл, а наименьшее – в среде № 5 и составило всего 0,561 мг/мл. Данная питательная среда характеризовалась низким уровнем МСА.

Начальный показатель рН в ходе исследования составлял 4.5 ед., однако в дальнейшем уровень рН в средах варьировал. Так, например, в средах № 1 и № 2 наблюдалось значительное подкисление среды до 3,5 рН, а в средах № 11 и № 12 – подщелачивание.

Накопление биомассы штаммом – продуцентом сильно отличалось. Так, максимальный выход биомассы зафиксирован у среды № 16 (данная питательная среда характеризовалась высоким уровнем МСА) и составил 0,693 г/л, а минимальный выход биомассы отмечен для питательных сред № 1 и № 5 и составил 0,016 г/л и 0,019 г/л соответственно.

Таким образом, питательная среда № 16 с повышенным содержанием глюкозы, пептона и  $\text{CaCl}_2$  является более благоприятной для роста и развития штамма 2433 СМ-1ВФ *I. lacteus*, чем среды со средним или низким содержанием данных компонентов.

#### Список литературы

1. Верма И.С., Герке К.В. Ферментативная фаза свертывания молока сычужным ферментом // XV Международный конгресс по молочному делу. – М.: Пищепромиздат, 1961. – С.79-83.
2. Петербургский А.В. Практикум по агрономической химии. – М.: Колос, 1968. – 469 с.
3. Федорова Л.Н., Фалина Н.Н. Определение казеиназной, желатиназной, молокосвертывающей активности // Белки, ферменты и стерилы базидиальных грибов (Методы исследований). – Л.: Наука 1979. – 24 с. (статья опубликована в книге)
4. Кочетов Г. А. Практическое руководство по энзимологии. – М.: Высшая школа, 1980. – 272 с.

**АКТИВНОСТЬ ВНЕКЛЕТОЧНОЙ ЛАККАЗЫ  
У ШТАММОВ ГРИБА *PLEUROTUS OSTREATUS* (JACQ: FR.) KUMM.  
ПРИ РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ**

*Трофимова И.В., Кибкало С.В.,  
Демченко С.И.*, к. б. н, доцент

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк  
*sdemch5@mail.ru*

В настоящее время в промышленных биокаталитических процессах широко используются различные ферменты, такие как протеазы, липазы, гидролазы, оксидоредуктазы и другие [2]. Среди оксидоредуктаз особое место занимает лакказа, обладающая широкой субстратной специфичностью и высокой удельной активностью. Каталитические свойства лакказы позволяют ее широко использовать в целлюлозно-бумажной промышленности для делигнификации бумажной пульпы, в текстильной промышленности для отбеливания тканей, в пищевой и косметической промышленности, для детоксикации и обесцвечивания сточных вод, для биодegradации ксенобиотиков, для создания антимикробных композиций, при производстве моющих средств, при разработке катодов биотопливных элементов и в других областях [3].

В последнее время в качестве возможных продуцентов лакказ рассматриваются многие дереворазрушающие грибы белой гнили (представители рода *Hymenomycetes*, *Phanerochaete*, *Coriolus*, *Pleurotus*, *Polyporus*, *Phlebia*, *Panus*, *Trametes* и др.). Грибы белой гнили – наиболее распространенные разрушители древесины в природе. Это единственные организмы, способные разлагать лигнин (одну из главных составляющих древесины) до углекислого газа и воды [5]. Исходя из этого, поиск высокоактивных и экономически эффективных продуцентов энзимов лигнолитического действия среди базидиомицетов является одной из актуальных задач экспериментальной микологии.

Целью настоящей работы было изучение активности внеклеточной лакказы у штаммов гриба *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm. (вешенка обыкновенная) при разных условиях культивирования.

Объектами исследования служили 6 природных штаммов *P. ostreatus* из коллекции мицелиальных культур базидиальных грибов кафедры физиологии растений ГОУ ВПО «ДонНУ».

При исследовании ферментативной активности штаммы вешенки обыкновенной выращивали на жидкой питательной среде следующего состава [1]:  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  – 0.2 г,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  – 0,06 г,  $\text{K}_2\text{HPO}_4 \times 3\text{H}_2\text{O}$  – 0.04 г,  $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$  – 0.05 г, измельченная лузга семян подсолнечника – 1.0 г, вода



дистиллированная – 100 мл. Твердофазное культивирование штаммов *P. ostreatus* проводили на увлажненной лузге семян подсолнечника.

Активность внеклеточной лакказы определяли спектрофотометрическим методом [4], который основан на измерении оптической плотности продуктов реакции, образовавшихся при окислении пирокатехина за определённый промежуток времени.

Анализ полученных экспериментальных данных позволил обнаружить, что все исследуемые штаммы *P. ostreatus* за исследуемый период были способны к синтезу внеклеточной лакказы как при жидко-, так и твердофазном культивировании. Однако удельная активность исследуемого фермента у мицелиальных культур, выращенных на жидкой питательной среде, была достоверно выше, чем при культивировании на лузге семян подсолнечника.

Штаммы *P. ostreatus* проявили высокий уровень изменчивости по активности внеклеточной лакказы. Коэффициент вариации по данному показателю варьировал от 34 до 44 %.

Не обнаружена корреляционная зависимость между удельной активностью внеклеточной лакказы из жидких и твердофазных культур вешенки обыкновенной. Поэтому кластеры штаммов, отображающие уровень активности исследуемого фермента, существенно различались при разных условиях выращивания гриба. При выращивании на жидкой питательной среде к активным продуцентам фермента отнесены штаммы РЛВН, ОТ-12 и ЛЯ, при твердофазном культивировании – штамм ЛЯ.

Таким образом, исследуемые штаммы *P. ostreatus* способны активно синтезировать внеклеточную лакказу, активность которой выше при выращивании мицелиальных культур гриба на жидкой питательной среде.

### Список литературы

1. Бисько Н.А., Дудка И.А. Биология и культивирование съедобных грибов рода вешенка. – К.: Наукова думка, 1987. – 148 с.
2. Даниляк Н.И. Ферментные системы высших базидиомицетов. – К.: Наукова думка, 1989. – 280 с.
3. Королева О.В. Лакказы базидиомицетов: свойства, структура, механизм действия и практическое применение: Дис... др-а. биол. наук. – М., 2006. – 50 с.
4. Методы экспериментальной микологии: справочник / Дудка И.А. [и др.]; под ред. В. И. Билай. – К.: Наукова думка, 1982. – 550 с.
5. Jonsson L., Palmqvist E., Nilvebrant N., Hahn-Hagerdal B. Detoxification of wood hydrolysates with laccase and peroxidase from the white-rot fungus *Trametes versicolor* // Appl. Microbiol. Biotechnol. – 1998. – Vol. 49, № 6. – P. 691-697.

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СКОРОСТИ РОСТА ШТАММОВ *IRPEX LACTEUS* FR. ПРИ РАЗНЫХ ЗНАЧЕНИЯХ ТЕМПЕРАТУРЫ

**Федосенко О.И.,**

**Бойко М.И.** д.б.н., профессор

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*donnu.bio@mail.ru*

Температура – это важный экологический фактор, оказывающий влияние на рост и развитие грибов, в основе которых лежат скорости протекания различных биохимических реакций. Каждый вид гриба развивается лишь в определенных температурных границах и значениях рН среды [7, 2, 5, 9]. Многие дереворазрушающие грибы [4] в том числе и *Irpex lacteus* – активные продуценты протеиназ молокосвертывающего (сычужного) действия [8, 2], которые используются при изготовлении твердых сыров [10]. Поиск новых штаммов этого гриба – активного продуцента фермента является актуальной проблемой, в связи дефицитом и высокой стоимостью сычужного фермента (реннина) животного происхождения (цена 100 мг чистого фермента составляет 537 евро) [11], получаемого из желудков молочных телят до 10-ти дневного возраста, что экономически невыгодно для любого государства. В этой связи во многих странах мира ведутся поиски других источников сычужного фермента. Среди факторов, которые сильно влияют на организм-продуцент при его культивировании являются температура, рН питательной среды и ее компоненты. Одним из путей повышения биосинтетической способности продуцента является определение оптимальных значений температуры, рН среды и других факторов. Оптимизировав значения химических и физических факторов культивирования можно увеличить синтез целевого продукта продуцентами в несколько раз [1, 3].

Целью нашего исследования было определение оптимального значения температуры для роста трех штаммов *I. lacteus*, выделенных из плодовых тел, произраставших на стволе абрикоса обыкновенного (*Armeniaca vulgaris* (L.) Lam) в г. Донецке и ветке абрикоса раннего, сортового в с. Старомихайловка Донецкой области.

Штаммы гриба культивировали в пробирках на агаризированной глюкозо-пептонной среде в трехкратной повторности в термостатах ТС-80М-2 при 24, 26, 28, 32, 34, 38 и 40<sup>0</sup> С в течение 5 суток. Полученные результаты подвергались статистической обработке с использованием t-критерия Стьюдента [6].

Штамм Ан-5 м.п.т. *I. lacteus* выделен в чистую культуру с маленького, а штамм Ан-5 б.п.т. большого плодового тела, произраставшие на одном и том

же дереве в г. Донецке. Чистая культура штамма СМ-1 ВФ 2433 *I. lacteus* получена с плодового тела, произраставшего на сортовом, раннем абрикосе.

Установлено (рисунок), что штамм Ан-5 б.п.т. при культивировании при температурах 24, 26 и 28<sup>0</sup> С обладал достоверно большей скоростью роста, чем штамм Ан-5 м.п.т. Рост этих штаммов при 32, 34 и 38<sup>0</sup> С был одинаковым, так как вычисленные коэффициенты достоверности ( $t_d = 0,63; 0,37$  и  $2,52$  при  $t_{st} = 2,78$ ) ниже стандартного значения. Показатели роста вегетативного мицелия штамма Ан-5 б.п.т. при 40<sup>0</sup> С являются достоверно выше, чем штамма Ан-5 м.п.т. Оптимальной температурой для культивирования штаммов Ан-5 б.п.т. и Ан-5 м.п.т. *I. lacteus* с целью получения молокосвертывающего фермента является 32<sup>0</sup> С.

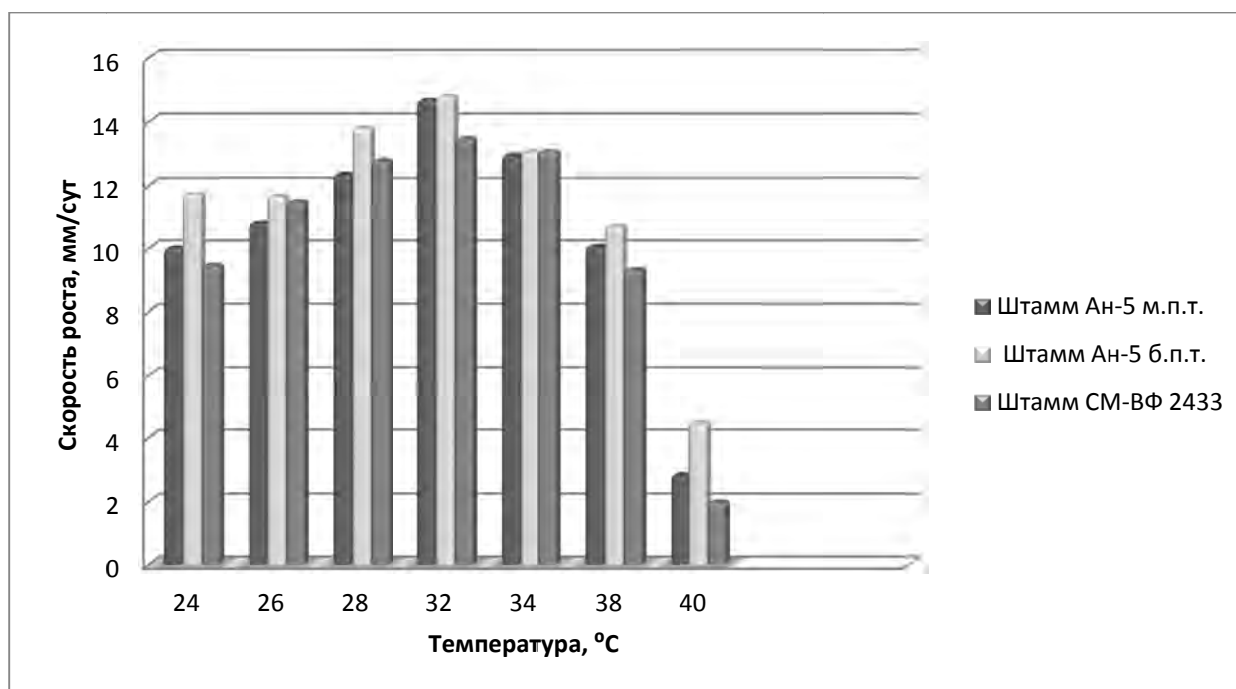


Рис.1. Скорость роста штаммов *I. lacteus* при разных значениях температуры

Штамм СМ-1ВФ 2433 *I. lacteus* по скорости роста мицелия при температурах 24, 28 и 34<sup>0</sup> С не отличался от штамма Ан-5 м.п.т. и от штамма Ан-5 б.п.т. при 26 и 34<sup>0</sup> С, о чем свидетельствуют вычисленные коэффициенты достоверности ( $t_d = 1,96; 1,23; 0,57$  и  $t_d = 1,88; t_d = 0,0$  соответственно). Штамм СМ-1ВФ 2433 только при 26<sup>0</sup> С преобладал скорость роста штамма Ан-5 м.п.т., а штамму Ан-5 б.п.т. уступал по этому показателю мицелия при 24, 28, 32, 38 и 40<sup>0</sup> С. Следующим отличительным свойством штамма СМ-1ВФ 2433 от штаммов Ан-5 м.п.т. и Ан-5 б.п.т. является широкий температурный оптимум для его роста – от 28 до 34<sup>0</sup> С.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о существовании физиологической неоднородности штаммов *I. lacteus*, произрастающих на одном и том же или разных растениях, что необходимо учитывать при отборе грибных культур для биотехнологических целей.

## Список літератури

1. Бойко М.І. Фізіолого-біохімічні особливості системи *Pinus sylvestris* L. – *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. і перспективи практичного використання екзометаболітів деяких дереворуйнівних грибів: автореф. дис. на здобуття наукового ступеня док. біол. наук: спец. 03.00.12 «Фізіологія рослин» і спец. 03.00.24 «Мікологія». – К., 1996. – 51 с.
2. Бойко С.М. Біологічні особливості штамів *Irpex lacteus* Fr.- продуцентів протеїназ молокозсідальної дії: 03.00.21 «Мікологія». – К., 2002. – 20 с.
3. Волова Т.Г. Биотехнология. – Новосибирск: Изд-во Сибирского отделения Рос. Ак. Наук, 1999. – 252 с.
4. Денисова Н.П. Протеолитическая активность культур высших грибов // Микол. и фитопатол. – 1982. – Т. 16, № 5. – С. 458-466.
5. Древаль К.Г. Біотехнологічні особливості базидіальних грибів – продуцентів целюлозолітичних ферментів: автореф. дис. На здобуття наукового ступеня канд. біол. наук: спец. 03.00.20 «Біотехнологія» / К.Г. Древаль. – Одеса, 2014. – 20 с.
6. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высш. шк., 1980. – 291 с.
7. Нікітіна О. А. Регуляція активності екзопроотеїназ молокозсідальної дії штамів *Hirschioporus laricinus* (Karst.) Ruv.: автореф. дис.. на здобуття наукового ступеня канд. біол. наук: 03.00.04 «Біохімія» /О.А. Нікітіна. – К., 1999. – 19 с.
8. Патент 60-130392 Япония, МКИ С 12 N 9/58, А 23 С 9/12. Treatment of milk-clotting enzyme capable of producing *Basidionycetes*:/Е. Kikuchi (Япония); Yukijirushi niyuugiyou К.К. - № 58-235044; Заявл. 15.12.83; Опубл. 11.07-85.
9. Чемеріс О.В. Адаптивні реакції проростків *Pinus sylvestris* L. *Pinus pallasiana* D. Don за інфікування грибом *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.: автореф. дис. На здобуття наукового ступеня канд. біол. наук: спец. 06.01.11 «Фітопатологія» /О.В. Чемеріс. – К., 2015.– 21 с.
10. Kobayashi H., Kusakabe I., Murakami K. Milk-clotting enzyme from *Irpex lacteus* as a calf rennet substitute for cheddar cheese manufacture //Agr. Biol. Chem. – 1985/ - Vol. 49, № 6. – P. 1605-1609.
11. [http://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/sigma/r4877?lang=en@ion=UA&cm\\_sp=Insit e\\_-\\_prodRecCold\\_xviews\\_-\\_prodRecCold10-4](http://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/sigma/r4877?lang=en@ion=UA&cm_sp=Insit e_-_prodRecCold_xviews_-_prodRecCold10-4)

## ИЗУЧЕНИЕ ОБЩЕЙ АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ РЯДА КСИЛОТРОФНЫХ БАЗИДИОМИЦЕТОВ

*Цымбал М.Ю.,*

*Чайка А.В.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*alexander.v.chaika@gmail.com*

Антиоксиданты – вещества, замедляющие или предотвращающие окисление органических соединений. Они защищают клетки от негативных воздействий свободных радикалов. Накапливаясь сверх меры в организме, радикалы начинают представлять опасность для живых существ. Антиоксидант соединяется со свободным радикалом и ставит заслон его разрушительному действию. Живые организмы имеют систему антиоксидантной защиты [2, 5].

Ксилотрофные базидиальные макромицеты – уникальная группа организмов, обеспечивающая мобилизацию в древесине углерода [3]. Эти грибы представляются весьма актуальными объектами исследования, так как являются источниками разнообразных биологически активных веществ. Биологическая активность высших базидиомицетов определяется присутствием в их плодовых телах, культуральном мицелии и культуральной жидкости активных компонентов, среди которых наибольшее значение имеют полисахариды, терпеноиды и иммуномодулирующие протеины (лектины) и др. [1]. Известно, что многие грибы содержат вещества, обладающие антиоксидантной активностью [3].

Исходя из вышеизложенного, целью работы было изучение общей антиоксидантной активности ряда ксилотрофных базидиомицетов.

Материалом исследования были глубинный мицелий и культуральный фильтрат (КФ) 15-ти штаммов 11-ти видов ксилотрофных грибов.

Штаммы культивировали глубинным методом на модифицированной глюкозо-пептонной среде с лигносульфонатом, твин-80 и минеральными элементами по Кирку [6]. Культивирование проводили в течение 11-ти суток при температуре  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ . Антиоксидантную активность (АОА) оценивали по интенсивности замедления накопления продуктов перекисного окисления в реакции окисления Твин-80 кислородом воздуха [4].

В результате проведенных исследований определено, что культуры ксилотрофных грибов характеризуются различной АОА. Наивысшая общая АОА мицелия установлена у штамма *Trametes hirsuta* Th-11. На втором месте находился штамм *Daedalea quercina* Dq-08. Наиболее низкая АОА характерна для глубинной культуры *Laetiporus sulphureus* Ls-1303. Также низкую антиоксидантную активность показали 2 штамма: *Ganoderma lucidum* ресап и *Laetiporus sulphureus* ТСЖ-4.

Результаты изучения общей антиоксидантной активности КФ культур исследуемых ксилотрофных грибов следующие. Наивысшая общая АОА КФ установлена у штамма *Laetiporus sulphureus* Ls-1303, этот показатель незначительно превышает АОА исходной среды. У остальных штаммов АОА КФ либо на одном уровне (*Pleurotus ostreatus* DC), либо ниже АОА исходной среды. Наиболее низкая АОА КФ характерна для глубинной культуры *Trametes gibbosa* Tg-1.

Такие различия в показателях АОА могут быть связаны с тем, что у некоторых штаммов в глубинной культуре окислительные процессы прогрессируют более активно, чем у других штаммов. Это приводит к сдвигу прооксидантно-антиоксидантного равновесия в сторону уменьшения количества антиоксидантов.

Таким образом, в качестве культуры-продуцента антиоксидантов можно рекомендовать штамм *Trametes hirsuta* Th-11, так как этот штамм показал самую высокую антиоксидантную активность мицелия.

### Список литературы

1. Бабицкая В.Г., Щерба В.В., Гвоздкова Т.С. Новые биологические активные добавки на основе глюиного мицелия базидиальных грибов // Успехи медицинской микологии. 2006. № 6. – С. 178-180.
2. Генкель П. А. Физиология растений. – М.: Просвещение, 1985. – 335с.
3. Ильина Г.В., Ильин Д.Ю., Иванов А.И., Блинохватов А.Ф. О роли базидиальных макромицетов в трансформации селена в экосистемах // Современная микология в России: сб. науч. тр. – М., 2002. – С. 297–298.
4. Чайка О.В., Пат. 114311 України. Спосіб визначення рівноваги прооксидантно-антиоксидантних процесів мікологічного матеріалу / Чайка О.В. Заявка № u201607936, від 18.07.2016, МПК (2006.01), кл. A01G 1/04, G01N 33/52. Бюл. № 5, від 10.03.2017.
5. Шишкина Л.Н., Капич А.Н. Антиоксидантная активность липидов ксилотрофных базидиомицетов // Успехи медицинской микологии. 2006. – № 7. – С. 262–263.
6. Kirk TK, Farrell RL. Enzymatic "combustion": the microbial degradation of lignin // Annu Rev Microbiol. 1987. – № 41. – P. 465-505.

## ВЛИЯНИЕ СПОСОБА КУЛЬТИВИРОВАНИЯ НА ФЕРМЕНТАТИВНУЮ АКТИВНОСТЬ ШТАММА *IRPEX LACTEUS* 2482

*Чемерис О.В.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк  
*chemeris.07@rambler.ru*

Базидиомицеты являются доступным источником биологически активных веществ и ферментов разных классов. Синтезируемые ими внеклеточные ферменты характеризуются высокой активностью и стабильностью. Создание необходимых условий, в частности способа культивирования, может обусловить значительное увеличение биосинтетических свойств гриба, и, соответственно, повышение выхода полезного продукта [1]. Гриб *Irpex lacteus* (Fr.) Fr. – активный продуцент протеиназ молокосвертывающего (сычужного) действия [2]. Штаммы гриба проявляют индивидуальные особенности синтеза протеиназ молокосвертывающего действия и требуют тщательного подбора условий культивирования [3].

Целью данного исследования было определить оптимальный способ культивирования штамма *I. lacteus* 2482 – перспективного продуцента сычужного (молокосвертывающего) фермента.

Объектом исследования служил штамм *I. lacteus* 2482. Данный штамм культивировали на жидкой глюкозо-пептонной питательной среде следующего состава [4] (г/л): глюкоза – 10, пептон – 3,  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  – 0,5,  $KH_2PO_4$  – 0,6,  $K_2HPO_4$  – 0,4,  $CaCl_2$  – 0,05,  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  – 0,001. Кислотность питательной среды доводили до значения pH 4,0 с помощью 10 %-го раствора HCl. После стерилизации питательную среду инокулировали кусочком 7-дневного мицелия размером 5×5 мм. Культивирование штамма осуществляли в колбах Эрленмейера объемом 100 мл с 50 мл питательной среды глубинным способом в статических и динамических условиях на роторной качалке АВУ-6-с (120 об/мин) при различных режимах: 1 ч : 1 ч – перемешивание в режиме 1 часа работы качалки, 1 час простоя; 1 ч : 23 ч – перемешивание в течение 1 часа в сутки, 1 ч : 23 ч+бусы – перемешивание в течение 1 часа в сутки со стеклянными бусами (для измельчения мицелия).

Определение молокосвертывающей активности (МСА) культуральной жидкости (КЖ) проводили по методу Kawai и Mukai [5]. За единицу молокосвертывающей активности принимали такое количество фермента, которое створаживает 100 мл молока за 40 минут при 35 °С. Полученные значения переводили в условные единицы согласно формуле [6, 7]. Уровень общей протеолитической активности (ПА) оценивали по методу, основанному на гидролизе казеиновых белков [6]. Содержание белка в

культуральной жидкости определяли спектрофотометрическим методом на спектрофотометре СФ-46 (ЛОМО) [8], используя формулу Лайне [9].

Все исследования проводили в трехкратной повторности. Статистическую обработку полученных данных осуществляли дисперсионным анализом, а сравнение средних арифметических величин – по критерию Дункана [10].

Установлено, что способ культивирования оказывает влияние на ферментативную активность культуральной жидкости штамма *I. lacteus* 2482. Так, при статическом способе культивирования максимальные значения МСА культуральной жидкости установлены на 7-12-е сутки в пределах 282-307 Е/мл. В тоже время протеолитическая активность КЖ в данный период постепенно снижалась с 0,33 Е/мл на 7-е сутки до 0,2 Е/мл на 10-е сутки культивирования. Соотношение МСА/ПА составило 705:1 и 830:1 соответственно. При культивировании данного штамма в режиме перемешивания 1 ч : 1 ч наблюдались два максимума выхода молокосвертывающего фермента в культуральную жидкость на 7-е и 12-е сутки и составляли 308 Е/мл и 284 Е/мл соответственно. При этом протеолитическая активность КЖ составляет 0,17-0,29 Е/мл. Соотношение МСА/ПА составило ~ 1100:1.

При культивировании штамма в режиме перемешивания 1 ч : 23 ч молокосвертывающая активность культуральной жидкости увеличивалась во времени с максимальными значениями 343 Е/мл на 12-е сутки. При данном режиме культивирования протеолитическая активность КЖ снижалась во времени с 0,7 Е/мл до 0,22 Е/мл. Соотношение МСА/ПА составило ~ 1070:1.

При культивировании штамма *I. lacteus* 2482 в режиме перемешивания 1 ч : 23 ч + бусы молокосвертывающая активность культуральной жидкости с 5-х по 12-е сутки находилась в пределах 175-245 Е/мл, а максимальные значения наблюдались на 15-е сутки – 332 Е/мл. Изменение протеолитической активности КЖ носило синусоидальный характер с минимальными значениями 0,23 Е/мл и максимальными значениями 0,47 Е/мл. Соотношение МСА/ПА было ~700:1.

Содержание белка в культуральной жидкости штамма *I. lacteus* 2482 при различных способах культивирования было ниже контрольного уровня, что свидетельствует об одновременных процессах поглощения белка из питательной среды для роста и развития мицелия и синтеза внеклеточных белков протеолитического и специфического молокосвертывающего действия.

Таким образом, способ культивирования оказывает влияние на ферментативную активность штамма *I. lacteus* 2482 – перспективного продуцента протеиназ молокосвертывающего действия. Наиболее благоприятными условиями культивирования являются динамические в режиме 1 ч:1 ч и 1 ч:23 ч. В данных условиях наблюдается основной критерий отбора продуцентов сычужного фермента – наличие высокой молокосвертывающей активности на фоне низкого уровня общего протеолиза.



## Список литературы

1. Дудка И. А. Высшие съедобные базидиомицеты в поверхностной и глубинной культуре. – К.: Наукова думка, 1983. – 313 с.
2. Бойко С.М. Біологічні особливості штамів *Irpex lacteus* Fr. – продуцентів протеїназ молокозсідальної дії: автореф. дис. ... канд. біол. наук: 03.00.21. – К. – 2002. – 20 с.
3. Чемерис О. В., Рашевский В. В., Галкова К. А., Бойко М. И. Штаммовая изменчивость синтеза специфических молокосвертывающих протеиназ у базидиального гриба *Irpex lacteus* // Вестник Московского университета. Сер. 16. Биология. – 2016. – № 4. – С. 45-49.
4. Федорова Л. Н., Шиврина А. Н. Протеазы сычужного действия в культурах высших грибов // Микология и фитопатология. – 1974. – Т. 8, № 1. – С. 22-25.
5. Kawai M., Mukai N. Studies on milk clotting enzymes produced by Basidiomycetes. I. Screening test of Basidiomycetes for the production of milk clotting enzymes // Agric. Biol. Chem. – 1970. – Vol. 34, № 2. – P. 159-163.
6. Белки, ферменты и стерины базидиальных грибов. Методы исследования / под ред. О. П. Низковской. Ленинград: Наука, 1979. – 72 с.
7. Типограф Д. Я., Петина Т. А. Условия культивирования гриба *Aspergillus candidus*, шт. 111 и его ферментативные комплексы // Прикл. биохимия и микробиология. – 1966. – Т. 2, № 4. – С. 417-424.
8. Кочетов Г. А. Практическое руководство по энзимологии. – М.: Высшая школа, 1980. – 272 с.
9. Layne E. Spectrophotometric and turbidimetric methods for measuring proteins // Methods Enzymol. – 1957. – Vol. 3. – P. 447-455.
10. Приседський Ю. Г. Статистична обробка результатів біологічних експериментів: навч. посібник. – Донецьк : Кассиопея, 1999. – 210 с.

УДК 635.82:577.15

## ШТАММОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ГРИБА *PLEUROTUS OSTREATUS* (JACQ: FR.) KUMM. ПО ЦЕЛЛЮЛОЗОЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ

*Швиндина Е.С.,*

*Демченко С.И.,* к. б. н, доцент

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*sdemch5@mail.ru*

Целлюлазный комплекс у ксилотрофа *Pleurotus ostreatus* – индуктивная ферментная система, которая образуется лишь при выращивании гриба на средах, которые содержат клетчатку как единственный источник углеродного питания [1]. В Донецком регионе для получения плодовых тел вешенки обыкновенной в промышленных условиях чаще всего используют отходы сельского хозяйства – пшеничную солому и подсолнечную лузгу, которые содержат целлюлозу от 23 до 40 % [2]. Поэтому нами была исследована ФБ-активность внеклеточных целлюлаз, синтезируемых дикариотическим

мицелием природных штаммов *P. ostreatus* при твердофазном культивировании на подсолнечной лузге.

Анализ экспериментальных данных показал, что все исследованные штаммы *P. ostreatus* были способны к синтезу целлюлозолитических ферментов при твердофазном культивировании. ФБ-активность внеклеточных целлюлаз у этих штаммов варьировала от 1,35 до 3,76 ед/мг белка. Природные штаммы гриба проявили высокую степень изменчивости по активности исследуемых ферментов: размах варьирования составил 2,41 ед/мг белка, а коэффициент вариации – 31 %.

В исследуемой выборке доминировали штаммы *P. ostreatus* со средней активностью ферментов целлюлозолитического комплекса. В эту группу вошли 4 штамма (Д-29, В-99, ВП, С-2000), у которых ФБ-активность внеклеточных целлюлаз варьировала от 2,26 до 2,56 ед/мг белка. Наибольшая активность исследуемых энзимов (3,67-3,76 ед/мг белка) была обнаружена у штаммов ДП-15 и РЛВН, а наименьшая (1,35-1,96 ед/мг белка) – у штаммов СА, ЯК и ЛЯ.

Таким образом, исследуемые мицелиальные культуры *P. ostreatus* проявили высокую степень штаммовой изменчивости по целлюлозолитической активности.

#### Список литературы

1. Даниляк Н.И. Ферментные системы высших базидиомицетов. – К.: Наукова думка, 1989. – 280 с.
2. Сычев П.А., Сычева Н.П. Грибы и грибоводство. – М.: ООО «Изд-во АСТ», Донецк: Изд-во «Сталкер», 2003. – 512 с.

УДК 582.28: 628.543.3/9

### ВЛИЯНИЕ СРОКА КУЛЬТИВИРОВАНИЯ КСИЛОТРОФНЫХ ГРИБОВ НА ОБЕСЦВЕЧИВАНИЕ РАСТВОРА METHYL ORANGE

*Шершень Д.В.,  
Чайка А.В.,*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк  
*alexander.v.chaika@gmail.com*

Любая производственная деятельность человека оказывает негативное влияние на окружающую природную среду, ее ресурсы и процессы. Примером может служить текстильная промышленность, в результате деятельности которой почва, водоемы и суша оказываются загрязненными синтетическими красителями. Они способны взаимодействовать между собой и окружающей средой, нанося вред не только растениям и животным,

но и человеку. К сожалению, большинство красителей устойчивы к обычным процессам очистки сточных вод, поверхности суши и сохраняются в окружающей среде [1].

В настоящее время в процессах очистки сточных вод перспективно применение метода биодеструкции, который заключается в том, что особые организмы способны разрушать проникшие в окружающую среду загрязнители. К таким организмам относятся ксилотрофные грибы, обладающие комплексом ферментов лигнолитического действия. В этот комплекс входят полифенолоксидазы (лакказа, катехолоксидаза, тирозиназа), различные пероксидазы (лигнинпероксидазы, марганец-пероксидазы, секреторные пероксидазы растительного типа), а также комплекс метаболитов, секретируемые этими грибами, в частности АФК [2]. Высокая окислительная способность ферментов ксилотрофных грибов открывает широкие возможности для использования как самих грибов-лигнинолитиков, так и их лигнолитических ферментов в системах детоксификации и деградации красителей, биоремедиации почв и вод [1, 4].

Важная часть изучения лигнолитического комплекса ксилотрофных грибов – определение факторов, наиболее благоприятных для увеличения активности ферментов, в частности, влияния состава питательной среды и времени культивирования.

Исходя из вышеизложенного, целью работы было изучение влияния срока культивирования на обесцвечивание раствора Methyl Orange ксилотрофными грибами.

В качестве объектов исследования были выбраны 2 штамма ксилотрофных грибов: *Pleurotus eryngii* (DC.) Quél. P-er и *Xylaria polymorpha* (Pers.) Grev. Xp-1301.

Штаммы культивировали глубинным методом на модифицированной глюкозо-пептонной среде с лигносульфонатом, твин-80 и минеральными элементами по Кирку [5]. Культивирование проводили в течение 11-ти суток при температуре  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ . Эффективность окислительной деструкции красителей (ЭД) оценивали по разрушению модельного соединения - красителя Methyl Orange культуральным фильтратом штаммов [3].

Анализ результатов исследований штамма *Pleurotus eryngii* P-er выявил повышение эффективности деградации Methyl Orange с увеличением срока культивирования. Так, на 11 сутки зафиксировано следующее значение – 39,80 усл. ед, что в 8 раз больше, чем на 2 сутки (4,77 усл. ед). Незначительное снижение наблюдалось на 9 сутки – 34,31 усл. ед.

Исследование штамма *X. polymorpha* Xp-1301 показало, что на начальных этапах культивирования интенсивность деструкции красителя находится практически на одном уровне. Начиная с 4-х суток, ЭД Methyl Orange повышалась и достигла максимального значения на 11 сутки 72,9 усл. ед.

Таким образом, установлено, что активность внеклеточных ферментов штаммов участвующих в обесцвечивании раствора Methyl Orange зависит от срока культивирования.

В дальнейшем предполагается изучение влияния состава питательной среды и значение рН для наиболее эффективной деструкции токсических красителей.

#### Список литературы

1. Коканина А.В. Разработка комплексного метода рекультивации нефтезагрязненных почв: Автореф. дис., канд. техн. наук. – М., 2012. – 20 с.
2. Королева О.В., Федорова Т.В., Лукина Н.В., Тебенькова Д.Н., Воробьев Р.А. Использование биокаталитических процессов лигниноцеллюлозного действия для комплексной переработки отходов целлюлозно-бумажной промышленности. Фундаментальные и прикладные аспекты // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5. – С. 24-48.
3. Чайка О.В. Ефективність біодеградації ксенобіотику Methyl Orange культурами ксилотрофів у залежності від концентрацій пептону та глюкози // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону. – 2013. – №1 – С. 201-208.
4. Частухин В.Я. Экологический анализ распада растительных остатков в еловых лесах // Почвоведение. – 1945. – №2. – С. 102-114.
5. Kirk TK, Farrell RL. Enzymatic "combustion": the microbial degradation of lignin // Annu Rev Microbiol. – 1987. – № 41. – P. 465-505.

УДК 581.198:632.915

### **ВЛИЯНИЕ САЛИЦИЛОВОЙ КИСЛОТЫ НА АКТИВНОСТЬ АСКОРБАТПЕРОКСИДАЗЫ В ПРОРОСТКАХ *PINUS SYLVESTRIS*, ИНФИЦИРОВАННЫХ ГРИБОМ *HETEROBASIDION ANNOSUM***

*Яворская К.А.,*

*Чемерис О.В.*, к. б. н.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*chemeris.07@rambler.ru*

Патогенез растений сопровождается усилением окислительных процессов, имеющих большое значение для реализации защитных реакций [1]. При взаимодействии растения и патогена происходят изменения в окислительных реакциях, что приводит к сверхпродукции активных форм кислорода (АФК), которые влияют на метаболические процессы и растения-хозяина и фитопатогена. С одной стороны, АФК приводят к развитию реакции сверхчувствительности и образованию некрозов. С другой стороны, защитные реакции связаны с деятельностью низкомолекулярных антиоксидантов (аскорбат, глутатион, пролин и др.) и антиоксидантных ферментов (супероксиддисмутаза, каталаза, пероксидаза). Именно ферментные системы синтеза и утилизации АФК определяют устойчивость растений к патогену. Однако патогены и элиситоры могут не только активировать, но и затормаживать экспрессию генов каталазы и аскорбатпероксидазы [2].

У сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) при инфицировании грибом *Heterobasidion annosum* нарушается нормальное протекание физиолого-биохимических процессов, возникают существенные изменения в активности антиоксидантных ферментов [3]. Важную роль в регуляции защитных механизмов растений при действии патогена играет салициловая кислота (СК). В научной литературе встречаются единичные данные о влиянии экзогенной СК на экспрессию генов дефензинов *PsDef1* и *PsDef2* *Pinus sylvestris* [4], что может свидетельствовать о вовлечении их в механизм защиты против патогенных грибов. Предварительная обработка раствором СК семян *Pinus sylvestris* и *Pinus pallasiana* приводит к изменениям активности антиоксидантных ферментов и способствует повышению устойчивости растений к грибу *H. annosum* [5]. Однако вопрос влияния экзогенной салициловой кислоты на устойчивость разных видов сосны к грибу *H. annosum*, возможности индуцирования салициловой кислотой защитных механизмов хвойных растений изучен недостаточно и требует проведения дополнительных исследований.

В связи с этим целью исследования было определить влияние салициловой кислоты на активность аскорбатпероксидазы в проростках *Pinus sylvestris*, инфицированных грибом *H. annosum*.

Семена *P. sylvestris* промывали под проточной водой 1,5-2 часа и стерилизовали 15% раствором перекиси водорода в течение 30 минут. Затем семена *P. sylvestris* замачивали в 2 мМ растворе салициловой кислоты в течение 1 часа (вариант СК-1), 3 часов (вариант СК-3) и 24 часов (вариант СК-24). После этого семена *P. sylvestris* высаживали на агаризированную питательную среду Чапека-Докса [6] с содержанием глюкозы 3 г/л [3] в пробирки 20×200 мм. Проростки инокулировали в возрасте 21 день мицелием штамма *H. annosum* НЦСГ. Активность аскорбатпероксидазы (ЕС 1.11.1.11) определяли на 4-й, 7-й и 10-й день инфицирования штаммом НЦСГ согласно методу, описанному Verma, Dubey [7], определяя скорость разложения перекиси водорода аскорбатпероксидазой исследуемых образцов с образованием воды и дегидроаскорбата. Для сравнения использовали необработанные СК и здоровые проростки *P. sylvestris*.

Опыты проводили в трех повторностях. Статистическую обработку полученных результатов проводили методом дисперсионного анализа качественных и количественных признаков, а множественное сравнение средних арифметических величин – методом Дункана [8].

Предварительная обработка СК семян вызывала снижение активности аскорбатпероксидазы проростков *P. sylvestris* от 1,5 до 2-х раз. Активность фермента составила 0,3-0,35 Е/г сырой массы.

Инфицирование растений, необработанных СК, штаммом НЦСГ вызывало снижение активности аскорбатпероксидазы на 4-е сутки, а затем на 7-е активность фермента повышалась до уровня здоровых проростков *P. sylvestris* и на 10-е сутки превышала контрольные значения более чем в 3 раза.

Инфицирование штаммом НЦСГ проростков *P. sylvestris*, предварительно обработанных раствором СК в течение 1-го и 24-х часов, на начальном этапе развития болезни вызывало снижение активности аскорбатпероксидазы более чем в три раза по сравнению со здоровыми растениями и с неинфицированными вариантами СК-1 и СК-24. Для варианта СК-3 инфицирование патогеном не вызвало изменений активности фермента.

На 7-е сутки инфицирования штаммом НЦСГ в обработанных СК растениях активность аскорбатпероксидазы повышалась до контрольных значений в вариантах СК-1 и СК3, а в варианте СК-24 – превышала их в 4 раза.

На 10-е сутки инфицирования штаммом НЦСГ активность аскорбатпероксидазы в обработанных СК в течение 3 и 24 часов растениях *P. sylvestris* продолжала повышаться. Для варианта СК-1 активность фермента находилась на уровне активности аскорбатпероксидазы обработанных СК, но не инфицированных проростков.

Таким образом, предварительная обработка салициловой кислотой оказывала влияние на активность аскорбатпероксидазы инфицированных штаммом НЦСГ проростков *P. sylvestris*. Характер изменения активности фермента в растениях зависел от времени их обработки салициловой кислотой, что может указывать на активацию разных сигнальных систем *P. sylvestris*, необходимых для формирования защитных реакций.

#### Список литературы

1. Neil S.J., Desikan R., Clarke A. et al. Hydrogen peroxide and nitric oxide as signaling molecules in plants // *Journal of Experimental Botany*. – 2002. – Vol. 53. – P. 1237-1247.
2. Mittler R., Cohen M. Post-transcriptional of cytosolic ascorbate oxidase expression during pathogen-induced programmed cell death in tobacco // *Plant Cell*. – 1998. – Vol. 10. – P. 461-473.
3. Бойко М. І. Фізіолого-біохімічні особливості системи *Pinus sylvestris* L. – *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. і перспективи практичного використання екзометаболітів деяких дереворуйнівних грибів: дис. ... доктора біол. наук: 03.00.12; 03.00.24. – Донецьк, 1996. – 461 с.
4. Гут Р.Т., Юсипович Ю.М., Ковальова В.А. Особливості експресії генів дефензинів у різних органах сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.). // *Наукові праці Лісівничої академії наук України: збірник наукових праць*. – 2011. – Т. 9. – С. 86-89.
5. Чемеріс О.В. 2015. Адаптивні реакції проростків *Pinus sylvestris* L. і *Pinus pallasiana* D.Don за інфікування грибом *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук спец. 06.01.11 “Фітопатологія”. – К. – 21 с.
6. Гродзинский А.М., Гродзинский Д.М. Краткий справочник по физиологии растений. К.: Наукова думка, 1973. – 592 с.
7. Verma S., Dubey R.S. Lead toxicity induces lipid peroxidation and alert the activities of antioxidant enzymes in growing rice plants // *Plant Sci*. – 2003. – Vol. 64. – P. 645-655.
8. Приседський Ю.Г. Статистична обробка результатів біологічних експериментів. Донецьк: Кассиопея, 1999. – 210 с.

## ДИНАМИКА АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ ШТАММА КСИЛОТРОФНОГО БАЗИДИОМИЦЕТА *TRAMETES HIRSUTA* Th-115

**Яременко А.М.,**

**Чайка А.В.**

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*alexander.v.chaika@gmail.com*

Изучением равновесия процессов свободнорадикального окисления и антиоксидантной защиты занимаются многие ученые мира. Большой вклад в изучение этого вопроса сделан российскими учеными. Так, Владимиров Ю.А. обращал внимание на то, что реакции цепного окисления липидов играют исключительную роль в клеточной патологии [1].

Свободные радикалы отличаются от обычных молекул тем, что у них на внешней электронной оболочке имеется неспаренный (одиночный) электрон. Это делает радикалы химически активными, поскольку они стремятся либо вернуть себе недостающий электрон, отняв его от окружающих молекул, либо отдать лишний электрон. Развивается разрушительная цепная реакция, которая уничтожает живую клетку. Это называется «окислительный стресс» [2].

Для противодействия свободным радикалам в клетках существует защита – система антиоксидантов. Эти соединения отдают неполноценным молекулам свои электроны, не теряя при этом своей стабильности и активности. Прекращается негативный процесс разрушения молекул, не происходит разрушения клеток, не возникают реакции окисления. Эффективность использования антиоксидантных производных против губительного действия окислительного стресса была продемонстрирована в экспериментах на животных и на клеточном уровне [3].

Таким образом, для изучения природы антиоксидантов грибов, а также исходя из возможности получения веществ с антиоксидантной активностью, актуально проведение исследований антиоксидантной активности культурального фильтрата (КФ) и мицелия культур ксилотрофных базидиомицетов.

Целью работы было изучение динамики антиоксидантной активности штамма Th-115 ксилотрофного базидиомицета *Trametes hirsuta* (Wulfen) Lloyd.

Объектом исследования был штамм Th-115 гриба *Trametes hirsuta*. Штамм был выделен из дикорастущего плодового тела, собранного на территории г. Донецк в 2015 г. Плодовые тела *Trametes hirsuta* однолетние, зимующие, обычно в виде полукруглых или почковидно-вееровидных сидячих шляпок, реже распростерто-отогнутые или розетковидные, приросшие к дереву небольшим основанием, диаметром 4 – 12 см, как правило, плоские, тонкие (толщиной 0,3 – 1,5 см), одиночные или собранные

в черепитчатые группы. Поверхность грубошерстистая или щетинистая, концентрически зонально-бороздчатая (зоны редкие), от беловатой, пепельно-серой до желтовато или коричневатой-серой, иногда с зеленоватым оттенком от поселяющихся на ней водорослей. Растущие пучками относительно длинные волоски (до 4–5 мм) вертикальные, грубые, жесткие, более или менее ломкие, серые. Край острый, тонкий, иногда волнистый или лопастный. Гименофор трубчатый, в молодости грязно-белый, затем сероватый и под конец серый (иногда с буроватым отливом). Трубочки однослойные, 1–4 мм длиной. Поры толстостенные, округлые, равновеликие, с цельными краями, 2–4 на 1 мм. Споры порошок белый. Споры бесцветные, неамилоидные, без капли, гладкие, узкоцилиндрические, слегка изогнутые, с одним заостренным концом, 5 – 8 x 1,5 – 2,5 мкм. Ткань тонкая, кожистая, гибкая, обычно неясно зональная, белая или очень бледно окрашенная, при разрыве волокнисто-ватообразная, с возрастом и при высыхании становится жесткой, плотной [5].

Штамм *T. hirsuta* Th-115 культивировали глубинным методом на глюкозо-пептонной среде (ГПС) [4] с глюкозой, лигносульфонатом, пептоном, Твин-80, раствором минеральных элементов Кирка [7]. Начальный рН среды составлял  $5,77 \pm 0,01$ .

Антиоксидантную активность (АОА) мицелия и культурального фильтрата (КФ) штамма *T. hirsuta* Th-115 оценивали по интенсивности торможения накопления продуктов перекисного окисления и определяли при помощи модели перекисного окисления липидов – реакции окисления Твин-80 кислородом воздуха [6].

Эксперименты проводили в трехкратной повторности. Полученные экспериментальные данные обрабатывали с использованием Microsoft Excel и пакета программ для проведения статистической обработки результатов биологических экспериментов.

В результате исследования динамики АОА культурального фильтрата штамма *T. hirsuta* Th-115 установлено, что в начале культивации (после посева) АОА КФ была на уровне 41,4 %, т.к. ГПС имеет в своём составе антиоксиданты. С течением времени (на второй день культивации) исследуемый показатель снизился практически в 2 раза и составил 24,5 %. Это можно объяснить тем, что гриб выделяет комплекс окислительных ферментов – полифенолоксидаз, ответственных за расщепление лигнина, соответственно, в этот момент АОА уменьшается.

На четвертый день был замечен подъём АОА КФ до 30,6 %; а с течением времени АОА вновь снижалась, и достигла 21 % на седьмой день и 15,6 % на девятые сутки культивирования. На одиннадцатый день вновь был замечен небольшой подъём АОА, достигший 23,4 %. Некоторое снижение АОА КФ может быть связано с увеличением окислительного стресса, связанным с уменьшением запаса питательных веществ, накоплением продуктов обмена, а также ослаблением защитных механизмов.



Также изучали динамику АОА мицелия штамма *T.hirsuta* Th-115. На вторые сутки культивирования АОА достигла значения 16,3 %, после чего, на четвертые сутки роста культуры был отмечен спад АОА до значения 10,6 %. Возможно, это может быть связано с тем, что гриб находился в фазе адаптации к новой среде обитания. В дальнейшем, после фазы адаптации, наблюдается постепенное увеличение АОА мицелия. Так, на девятые сутки АОА значительно увеличилась и достигла 26,6 %. Тенденция к увеличению АОА сохранялась и на одиннадцатые сутки достигла своего максимума в 30,5 %. Следовательно, мицелий штамма Th-115 *T.hirsuta* проявил большую антиоксидантную активность, чем культуральный фильтрат. Исходя из этого, использование мицелия гриба *T.hirsuta*, для получения антиоксидантов предпочтительнее, чем использование культурального фильтрата.

Таким образом, установлена динамика антиоксидантной активности мицелия и культурального фильтрата штамма ксилотрофного базидиомицета *Trametes hirsuta* Th-115 при глубинном культивировании.

### Список литературы

1. Владимиров Ю.А., Арчаков А.И. Перекисное окисление липидов в биологических мембранах. – М.: Наука, 1972. – С.12-13.
2. Владимиров Ю.А. Свободные радикалы в биологических системах. – 2000. – С. 2-3.
3. Делянин Н.В., Герасимов А.М. Механизмы антиоксидантной защиты организма при изменении режима кислородного обеспечения // Материалы международной научной конференции. – Гродно. – 1993. – С.18-19.
4. Дудка И.А., Вассер С.П., Элланская И.А. Методы экспериментальной микологии. – К.: Наук. думка, 1982. – 550 с.
5. Лессо Т. Определитель. Грибы. – М.: Астрель, 2003. – 342 с.
6. Чайка О.В., Пат. 114311 України. Спосіб визначення рівноваги прооксидантно-антиоксидантних процесів мікологічного матеріалу / Чайка О.В. Заявка № u201607936, від 18.07.2016, МПК (2006.01), кл. А01G 1/04, G01N 33/52. Бюл. № 5, від 10.03.2017.
7. Kirk T.K., Farrell R.L. Enzymatic "combustion": the microbial degradation of lignin // Annal. Rev. Microbiol. 1987. – V.41. – P. 465-505.

УДК616.147.22-007.64-028.77:599.323.45

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ВАРИКОЦЕЛЕ У КРЫС В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

*Бердников М.А.,*

*Антипов Н.В.* д.м.н, профессор

«Донецкий национальный медицинский университет

им. М.Горького», г. Донецк

*berdnikov.surgeon@ya.ru*

**Введение.** Известно множество способов моделирования варикоцеле на экспериментальных животных, большинство из них сводится к частичному лигированию почечной вены проксимальнее внутренней семенной вены по Sauro1, или модификациям указанной методики [2-6]. Методика фактически воспроизводит патологический реносперматический рефлюкс, который приводит к повышению давления в семенной вене, и, соответственно, расширению лозовидного сплетения, что, в свою очередь, ведет к венозной гипоксии, накоплению метаболитов азота, гипертермии гонад, пагубно влияющих на сперматогенез [1, 6]. При этом результаты применения общепринятой методики довольно противоречивы и переменчивы у различных авторов [4-6].

**Цель исследования.** Разработать новую, патогенетически обоснованную экспериментальную модель варикоцеле и провести сравнительный анализ с существующей моделью.

**Материалы и методы.** 30 беспородных половозрелых белых лабораторных самцов крыс были поделены на 3 равные группы. Применялся ингаляционный эфирный наркоз по закрытой системе. Во всех трех группах производилась тотальная срединная лапаротомия. Послеоперационная рана ушивалась послойно при помощи непрерывных швов с использованием нитей Пролен 4/0-5/0 и нитей хромированного кетгута 4/0-5/0. В ходе операции использовались бинокулярные оптические лупы с линейным увеличением 3,5х. В группе 1 после лапаротомии выполнялась перевязка 1/3-1/2 диаметра левой почечной вены лигатурой Пролен 5/0 по Sauro1c последующим пересечением соустьев левой семенной вены на всем протяжении и разрушением ее фасциального футляра. В группе 2 после лапаротомии выполнялась одномоментная парциальная перевязка 1/3-1/2 диаметров обеих семенных канатиков лигатурой Пролен 3/0 с последующей абдоминализацией семенников. Группа 3 являлась контрольной. Гонадэктомия проводилась на 7-е, 15-е и 30-е сутки с соблюдением действующих биоэтических норм. Изготовленные гистологические срезы окрашивали гематоксилин-эозином, по Ван-Гизону и по Вергофу, препараты изучены с

применением светоптического микроскопа Olympus CX-41, цифровой фотокамеры Olympus C-5060 с программным обеспечением Olympus DP-Soft. Статистические данные обработаны с помощью пакета MedStat.

**Результаты исследования.** Изначальный средний вес животных составил  $276,1 \pm 13,2$  г в первой группе,  $272,5 \pm 12,5$  г во второй группе и  $275,1 \pm 13,1$  г ( $P < 0,05$ ). Первоначальный средний диаметр семенных вен составил  $0,14 \pm 0,04$  мм в группах 1 и 2, и  $0,15 \pm 0,03$  мм в группе 3 ( $P < 0,05$ ). Длительность операции в группе 1 составила  $29,3 \pm 0,82$  мин, в группе 2 –  $16,7 \pm 0,37$  мин. ( $P < 0,05$ ), что свидетельствует о значительном отличии центральных тенденций на уровне значимости  $p < 0,001$ . После оперативного вмешательства средний диаметр вен на 30-е сутки составлял в 1-й группе  $1,54 \pm 0,23$  мм, во второй –  $1,63 \pm 0,28$  мм ( $P < 0,05$ ), то есть практически десятикратное увеличение с тенденцией к более значимым изменениям в группе 2. В третьей группе изменений не наблюдалось –  $0,15 \pm 0,03$ .

В группе 1 на фоне спаечного процесса в брюшной полости у всех крыс определялись явления гидронефроза. Изменения семенных вен и семенников были достигнуты как в 1-й, так и во 2-й группах, причем более выраженные в группе 2 уже к 15-м суткам. Имели место флебэктазия, истончение меди, воспалительная инфильтрация семенников с некробиозом сперматогенного эпителия, зрелых половых клеток, в ряде случаев наблюдались пролиферация артериальных сосудов и даже восстановление сперматогенеза.

**Выводы.** Применение предлагаемого способа с одномоментной перевязкой семенных канатиков и абдоминализацией семенников оправдано в большей степени с технической, экономической и патогенетической точек зрения.

### Список литературы

1. Півторак В.І. Електронно-мікроскопічні зміни структурних компонентів яєчка після моделювання варикоцеле та операції за власним методом// Таврический медико-биологический вестник. 2013. Т. 16. № 1, ч. 2(61). С. 142-145.
2. Пташник Г.І. Вплив венозної гіпоксії на сперматогенез у експерименті// Світ медицині та біології. 2010. № 1. С. 42-45.
3. Microsurgical rat varicocele model / Najari B.B., Li P.S., Ramasamy R.etal. // Journal of Urology. 2014. Vol. 191. P. 548-553.
4. Outcomes of experimental rat varicocele with and without microsurgery / Zhou T., Cao H., Chen G., Yang B., Sun Y.// BMC Urology. 2015. Vol. 15. № 19.
5. The impact of unilateral experimental rat varicocele model on testicular histopathology, Leydig cell counts, and intratesticular testosterone levels of both testes/ Ozturk M.I., Koca O., Keleş M.O., Naklar G., Baykan O., Ercan F. et al.// Urology Journal. 2013. Vol. 10. № 3. P. 973-980.
6. The role of animal models in the study of varicocele / Katz M.J., Najari B.B., Li P.S., Goldstein M.// Translational Andrology and Urology. 2014. Vol. 3. № 1. P. 59-63.

## ПОВЕДЕНЧЕСКАЯ АДАПТАЦИЯ КРЫС ПРИ ГИПОКИНЕТИЧЕСКОМ СТРЕССЕ

*Богданова С.А.,*

*Романенко В.А.,* д.б.н., профессор

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*bogdsvetlana@mail.ru*

Ограничение двигательной активности в жизни современного человека выступает в качестве одного из наиболее распространенных стресс-факторов [1]. Несмотря на многочисленные исследования, посвященные изучению влияний гипокинетического фактора на организм, недостаточно освещенными остаются поведенческие аспекты адаптивных и дизадаптивных сдвигов, развивающихся при гипокинетическом стрессе.

**Целью** данного исследования стало выявление некоторых поведенческих сдвигов при гипокинетическом стрессе у крыс. Согласно цели, было поставлено несколько **задач**: 1) провести психогенетический анализ популяции белых крыс в возрасте 6 месяцев, используя показатели поведения в ряде общепринятых тестов; 2) сопоставить параметры поведения животных в контроле и после действия гипокинетического стресса.

Эксперимент был выполнен на 30 беспородных половозрелых лабораторных белых крысах – самцах в возрасте 6 месяцев, которые содержались в виварии в стандартных условиях. С помощью стандартных методик «Вынужденное плавание» (ВП) [4] и «Продырявленное поле» (ПП) [2] исследовали такие показатели поведенческого психоэмоционального статуса, как уровень депрессивности и уровень поведенческой активности соответственно. Гипокинезию вызывали помещением крыс в тесные клетки-пеналы [3] в течение 14 дней на 8 часов в сутки. На 15 сутки животные проходили повторное тестирование. Первичные экспериментальные данные обрабатывались с помощью общепринятых методов математической статистики с использованием U-критерия Манна-Уитни.

Распределение животных на три подгруппы с разными уровнями депрессивности (высоким, средним и низким) проводилось с учетом степени выраженности суммарного времени иммобилизации (ВрИм). Популяция животных разделилась следующим образом: к подгруппе со средним уровнем депрессивности (УД) отнесена большая часть (16 особей), а к подгруппам с низким и высоким УД отнесено примерно равное количество особей (6 и 8 особей соответственно).

При изучении влияния иммобилизации на крыс был отмечен рост ВрИм на 51,79 % ( $p_u < 0,01$ ) у низкодепрессивных в контроле животных. Животные с высокими исходными значениями УД, напротив, показали снижение ВрИм

на 69,99 % ( $p_u < 0,01$ ). Подгруппа со средним уровнем депрессивности в контроле обнаружила разнонаправленные изменения маркерного показателя, в связи с чем достоверных отличий обнаружено не было.

Нужно отметить, что в группе с высоким УД в контроле под действием гипокинезии разнонаправлено изменялось количество периодов замиранья. Так, во временном промежутке до 6 секунд произошло увеличение данного показателя по сравнению с контролем на 24,5 % ( $p_u < 0,05$ ); в промежутке от 6 до 18 секунд – уменьшение на 16,4 % ( $p_u < 0,05$ ), в промежутках от 18 до 36 секунд и более 36 секунд достоверного изменения не произошло.

По такому показателю как количество болюсов дефекаций, было установлено под действием иммобилизации снижение эмоциональности во всех группах. Однако достоверные отличия наблюдаются лишь в группе с низким УД: уменьшение эмоциональности в 4,11 раза ( $p_u < 0,05$ ).

В тесте ПП под действием иммобилизационного стресса обнаружено значительное сокращение уровня как двигательной, так и исследовательской активности во всех подгруппах контроля.

**Заключение.** Сравнительный анализ полученных данных показывает, что в условиях гипокинетического стресса наблюдается реорганизация в поведении животных. Так у животных с исходно низким УД поведенческая адаптация к стрессу не осуществляется, вследствие чего показатели уровня депрессивности повышаются, а поведенческой активности снижаются – проявление поведенческого дефицита. У крыс с исходно высоким УД проявились компенсаторные реакции на действие стресса, в результате чего выявлено снижение ВрИм в тесте ВП.

Наиболее известные научные школы по изучению влияния факторов различной природы на поведенческие реакции крыс функционируют в Институте физиологии им. И.П. Павлова РАН (Санкт-Петербург, РФ), Ереванском государственном медицинском университете им. М. Гераци (Ереван, Армения), Ставропольской медицинской академии (Ставрополь, РФ), др.

### Список литературы

1. Вейн А.М., Воробьева О.В., Дюкова Г.М. Стресс, депрессия и психосоматические заболевания // Психиатрия и психофармакотерапия. – 2004. – № 1. – С. 43.
2. Калуев А.В. Стресс, тревожность и поведение: актуальные проблемы моделирования тревожного поведения у животных / А.В. Калуев. – К. : CSF, 1998. – 98 с.
3. Навасардян Г.А. Поведенческая адаптация при остром гипокинетическом стрессе у крыс / Г.А. Навасардян, А.С. Григорян, С.К. Сафарян, Н.Б. Ерицян, Н.Г. Наджарян // Научные труды I съезда физиологов СНГ. – Сочи, Дагомыс. – 2005. – Т. 2. – С. 221.
4. Porsolt RD Animal models of depression. Utility for transgenic research // Rev. Neurosci. – 2000. – № 11. – P. 53-59.

## ОЦЕНКА КОМПОЗИЦИОННОГО СОСТАВА ТЕЛА И ФАКТИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ БЕРЕМЕННЫХ

*Василькова Г.А.,  
Чабанова Н.Б.,* к.м.н.

ФГБОУ ВО Тюменский государственный медицинский  
университет МЗ Российской Федерации, г. Тюмень  
*tgmu@tyumsmu.ru*

Рациональное питание беременной – важнейший фактор, обеспечивающий оптимальный рост и развитие плода, а также способствующий профилактике гестационных осложнений и сохранению здоровья матери и её ребёнка в будущем. Сочетание избыточной массы и ожирения с множественным дефицитом микро- и макроэлементов повышает риск формирования пороков развития и гестационных осложнений, таких как преэклампсия, гестационный диабет, невынашивание беременности [1-4]. Качество питания определяет алиментарный статус матери и ребенка. В связи с ростом распространенности избыточной массы тела и ожирения среди женщин репродуктивного возраста, в том числе и среди беременных, изучение особенностей фактического питания у данной категории женщин является весьма актуальной задачей.

С целью изучения особенностей фактического питания у беременных с различным исходным индексом массы тела (ИМТ) и массой жировой ткани обследовано 120 женщин в I триместре беременности (средний возраст  $29,5 \pm 5,4$  года), которым проведена антропометрия с последующим определением ИМТ, оценка состава тела с помощью биоимпедансометрии, изучение фактического питания частотным методом. В зависимости от ИМТ и массы жировой ткани все обследованные женщины были разделены на 4 группы: 1-я группа – 32 женщины с нормальным ИМТ без избытка жировой массы (ЖМ), 2-я группа – 36 женщин с нормальным ИМТ и избытком ЖМ, 3-я группа – 31 женщина с избыточной массой тела и 4-я группа – 21 женщина с ожирением. Установлено, что потребление энергии соответствует норме только среди беременных 1 группы. В остальных группах снижение среднесуточной калорийности рационов составило 12-16 %. Энергетический компонент пищевых рационов беременных обеспечивается главным образом за счет жиров. Максимальное превышение суточной потребности общего жира установлено среди беременных 1 и 2 группы (на 94 и 98 %). При исходном избытке массы тела и ожирении потребление жира превышает норму на 63 и 60 % соответственно. Выявлены существенные отклонения в количестве потребляемого белка, дефицит которого составляет от 31 до 44 %. По результатам нашего исследования вклад углеводов в энергетическую ценность рационов

беременных составляет 55-60 %, однако снижение среднесуточной калорийности рационов приводит к дефициту их фактического потребления на 26-36 %. При этом обращает на себя внимание качество углеводной составляющей потребляемой пищи – потребление простых сахаров более чем в 1,5 раза превышает норму. Для всех беременных характерно очень низкое употребление в пищу продуктов, содержащих пищевые волокна, дефицит которых достигает 75-82 %. Выявлено пониженное потребление с пищей витаминов, макро- и микроэлементов. Так, дефицит витамина В1 среди женщин 1-й группы составил 35 %, а среди беременных 2-4-й групп 64-69 %. Обеспеченность рационов витамином В2 составляет около 50 % от рекомендованной нормы. Дефицит потребления ниацина составил от 48 до 66 %. Менее выражен недостаток витамина А (21-32 %). Анализ макро- и микроэлементного состава пищевых рационов свидетельствует о низкой обеспеченности кальцием и магнием, потребность в которых удовлетворяется лишь на 50 %. Для всех беременных характерно недостаточное поступление с пищей железа. Обеспеченность железом суточных рационов беременных 1-й группы составляет в среднем около 70 % от нормы. В остальных группах дефицит этого микроэлемента составляет от 46 до 60 %. В пищевых рационах всех беременных установлено избыточное потребление натрия (более чем в 1,5-2 раза).

Результаты нашего исследования выявили существенные нарушения в структуре питания беременных особенно у женщин, имеющих избыток ЖМ при нормальном ИМТ, а также с избыточной массой тела и ожирением. Объяснением этому может служить намеренное ограничение калорийности пищи женщинами с избыточной массой тела и ожирением из-за боязни еще большего набора веса во время беременности. Однако самостоятельная коррекция рационов не соответствует нормам и несомненно сказывается на их качественном составе. Эти данные подтверждают необходимость мониторинга питания беременных и своевременной коррекции пищевых рационов в соответствии с потребностями гестационного периода.

#### **Список литературы**

1. Ahmadi R., Ziaei S., Parsay S. Association between Nutritional Status with Spontaneous Abortion. *Int J FertilSteril.* 2017 Jan-Mar; 10(4): 337-42.
2. Chen J.R., Lazarenko O.P., Blackburn M.L., Rose S., Frye R.E., Badger T.M., et al. Maternal Obesity Programs Senescence Signaling and Glucose Metabolism in Osteo-Progenitors From Rat and Human. *Endocrinology.* 2016; 157(11): 4172-83.
3. Poston L. Maternal obesity, gestational weight gain and diet as determinants of offspring long term health. *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism.* 2012; 26(5): 627–39.
4. Колинько Л.П., Петрова Ю.А., Медведева И.В., Петров И.М. Роль нарушений нутриционного статуса в развитии осложнений гестации. *Медицинская наука и образование Урала.* 2012; 13(1): 176-81.

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ УМСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ХРОНОТИПА

*Вельма К.М.,*

*Довгялло Ю.В.,* к.м.н, доцент

«Донецкая Республиканская Малая Академия Наук  
учащейся молодежи», г. Донецк

*kirill.velma@gmail.com*

Как гласит известная пословица: «У каждой пташки свои замашки». В нашем случае пташка – это индивидуальный хронотип человека, а замашки – привычки, ритм жизни, умственная работоспособность людей, принадлежащих к определенным хронотипам. Действительно ли у каждого хронотипа свои привычки и свой ритм жизни? Как это влияет на умственную работоспособность в течение дня?

Физиологические процессы, происходящие в живых системах, подвержены биологическим ритмам – закономерным ритмическим колебаниям. Они возникают при взаимодействии организма с окружающей средой, в процессе которого суммирование внешних ритмов и ритмов внутренних. Результатом такого «наложения» является ритмичность функционального состояния отдельных систем и организма в целом. Биологические ритмы являются, с одной стороны, важнейшим механизмом приспособления организма к окружающей среде, а с другой – служат универсальным критерием оценки его функционального состояния, умственной и физической работоспособности в различное время суток. Главным водителем и синхронизатором внутриклеточных биоритмов является смена дня и ночи. Устойчивую временную индивидуальную периодизацию психофизиологического состояния человека называют хронотипом [1-3].

В современном мире все большее количество школьников ведут ночной образ жизни: ложатся поздно, часто после полуночи, встают рано, так как нужно идти в школу, из-за этого биоритм нарушается. В настоящее время интерес к изучению психофизиологических особенностей людей разного хронотипа растет, что отражается в научных исследованиях [4].

При проведении исследования была выдвинута следующая гипотеза: определение индивидуального хронотипа и выявление зависимости от него умственной работоспособности поможет школьникам удачно распланировать свое время.

Ритм жизни в современном обществе больше подходит жаворонкам и голубям – ранний подъем, работа в течение светового дня. Жаль, что вопрос «"Жаворонок" Вы или "сова"?» не включен в анкету при приеме на работу. Каждый в «свое» время работал бы гораздо продуктивнее. Это же касается и учебы.



**Целью** данного исследования стало определение эффективности умственной деятельности в зависимости от индивидуального хронотипа в различное время суток.

Для достижения поставленной цели были выделены следующие **задачи**:

- 1) изучение доступной литературы по вопросу хронотипов, их определения и разнообразия;
- 2) подбор экспериментальной группы, определение хронотипов учащихся;
- 3) выявление работоспособности участников эксперимента в разное время суток при помощи соответствующих методик;
- 4) обобщение результатов исследования.

Для реализации цели и задач исследования были использованы следующие научные методы:

- изучение доступной литературы по вопросу исследования,
- тестирование школьников различных половозрастных групп (определение индивидуального хронотипа при помощи теста Хорна-Остберга;
- оценка внимания при помощи числового квадрата, кратковременной памяти – по «методу Джекобса», оперативной памяти – по одноименной методике),
- статистика (для этого использовалась лицензионная компьютерная программа MedStat и онлайн-калькулятор «Медстатистика», для оценки достоверности отличий показателей тестов использовались множественные сравнения с использованием коэффициента Крускала-Уоллеса или попарные сравнения с использованием коэффициентов Стьюдента и Вилкоксона в зависимости от того, соответствовали ли данные нормальному закону распределения частот величин),
- обобщение при помощи таблиц и гистограмм [5].

В качестве экспериментальной группы были выбраны ученики 4-х, 6-х и 9-х классов МОУ «Шахтёрская гимназия».

На первом этапе исследования был определен индивидуальный хронотип 49 учащихся различных половозрастных групп. Далее, в соответствии с задачами работы была определена работоспособность обучающихся во всех трех хронотипических группах в течение дня, для этого оценивались функции памяти и внимания.

Для того чтобы определить, достоверно ли отличаются показатели функций памяти и внимания, целесообразно было провести статистическое сравнение полученных показателей в пределах одной хронотипической группы, но в разное время суток. Далее статистическому сравнению были подвергнуты результаты оценки функций памяти и внимания, проведенные в одно и то же время, но в различных хронотипических группах.

В результате определения работоспособности обучающихся во всех трех хронотипических группах в течение дня было выявлено, что:

•хронотип «жаворонок» характеризуется устойчивым недостаточным уровнем уровнем внимания, кратковременной и оперативной памяти на протяжении первой половины суток;

•внимание голубей может быть оценено как недостаточное на протяжении первой половины дня;

•закономерным в хронотипической группе «совы» оказался высокий уровень внимания ближе ко второй половине дня.

При сравнении показателей, характеризующих умственную работоспособность, были получены такие результаты:

•уровень внимания представителей хронотипа «совы» во второй половине дня достоверно выше, чем в других хронотипических группах. Объем кратковременной памяти в наименьшей мере зависит от индивидуального хронотипа;

•уровень оперативной памяти «жаворонок» оказался значительно меньше уровня оперативной памяти других хронотипических групп в первой половине дня, а максимум оперативной памяти «сов» приходится на середину дня.

Установлено, что для получения более точных результатов необходимо провести тестирование еще и во второй половине дня, данный вывод открывает перспективы для дальнейшего изучения данной проблемы.

Практическая **значимость** данной работы состоит в использовании результатов исследования для планирования своего свободного времени школьниками. Основываясь на выводах работы, возможно распределение умственной нагрузки между работниками на предприятиях и в офисах для увеличения общей продуктивности.

### **Список литературы**

1. Вайнер Э.Н., Касюнин С.А. Адаптивная физическая культура. Краткий энциклопедический словарь. – М.:Флинта. 2012
2. Апанасенко Г.Л. Медицинская валеология / Г.Л. Апанасенко, Л.А. Попова. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2000. – 243 с.
3. Танакина Т.П. Хронотипические особенности человека // Семейна медицина. Теорія та практика сімейної медицини. – 2009. – № 1. – С. 66-70
4. Путилов А.А. Очерк истории и современного состояния экспериментальных исследований биоритмов: от наблюдений за движением листьев до экспериментов по принуждению к десинхронизации // Сборник научно-популярных статей и фотоматериалов РФФИ. Раздел Естественнонаучные методы исследований в гуманитарных науках. – 2016. – С. 187-219
5. Жижин К.С. Медицинская статистика / К.С. Жижин. – М.:Феникс, 2007. – 160 с.

**ВРЕМЕННЫЕ И ПОРОГОВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ  
ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ У ЖЕНЩИН-НЕВРОТИКОВ***Волкова Т.К.,**Романенко В.А., д.б.н., профессор*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*d.a.kochura@rambler.ru*

Изменения ВНД у невротиков являются следствием дезадаптации на различных уровнях регуляции физиологических и психических функций. Целью данной работы было изучение особенностей обработки информации у 19-23-летних женщин-невротиков. Для достижения цели были сформированы экспериментальная группа невротиков ( $n=58$ ) и контрольная группа эмоционально стабильных женщин ( $n=62$ ). Анализ результатов показал отсутствие различий между группами по показателю остроты зрения, абсолютному порогу на звук 500 Гц, толерантности к экстремальному воздействию звука. Об улучшении чувствительности у невротиков говорит уменьшение времени достижения остроты зрения 10 % и 20 % при пониженной освещенности ( $3,4\pm 0,14$  с и  $6,8\pm 0,43$  с соответственно), латентных периодов зрительно-моторной реакции различения ( $284,6\pm 6,28$  мс), абсолютного слухового порога на звук частотой 1000 Гц ( $11,1\pm 0,81$  дБ). Большая часть показателей чувствительности свидетельствует о ее ухудшении. Так, снижена световая чувствительность ( $17,6\pm 0,93$  с), увеличены пороги пространственного разрешения ( $6,2\pm 0,33$  мм и  $6,2\pm 0,44$  мм соответственно), ошибка отмеривания временных ( $-13,8\pm 1,82$  %), пространственных ( $-14,0\pm 1,51$  %) и динамических ( $34,4\pm 3,36$  %) параметров движения, замедлены простые акустико-моторные ( $235,0\pm 2,20$  мс) и зрительно-моторные реакции ( $210,0\pm 3,28$ ). Значительно снижен по сравнению с контролем адаптивный потенциал слухового и зрительного анализаторов. Так, снижена эффективность темновой адаптации при различных значениях освещенности объекта (от  $6,2\pm 0,18$  до  $2,8\pm 0,12$  строк), увеличено время достижения остроты зрения 30%, 40% и 50% от нормы ( $15,9\pm 1,03$ ;  $25,5\pm 0,63$  и  $44,3\pm 2,77$  соответственно), меньше терминальный слуховой порог ( $75,7\pm 1,26$  дБ для частоты 500 Гц и  $78,0\pm 1,02$  дБ – для 500 Гц).

Таким образом, на уровне сенсорного восприятия дезадаптация у невротиков проявляется в увеличении дифференциальных порогов тактильного и двигательного анализаторов, в замедлении поздних этапов адаптации в зрительном и слуховом анализаторах и простых зрительно- и акустико-моторных реакций. В то же время, абсолютная слуховая чувствительность и эффективность начальных этапов световой адаптации у них выше. Острота зрения и устойчивость к экстремальному воздействию звука не отличаются от таковых у эмоционально стабильных женщин.

## ПРИЧИНЫ ДИСКОМПЛАЕНТНОСТИ У ГИПЕРТЕНЗИВНЫХ БОЛЬНЫХ СТАБИЛЬНОЙ СТЕНОКАРДИЕЙ

**Гавриляк В.Г.,**  
**Мухин И.В.**, д.б.н., профессор  
Санаторий «Ливадия», Крым, Российская Федерация  
*san.livad@mail.ru*

У больных артериальной гипертензией (АГ) комплаентность подвержена существенным изменениям от 8 до 25 % [1, 4].

**Цель** работы заключалась в анализе причин дисконплаентности и сравнительной оценке влияния 3-х терапевтических режимов на параметры приверженности к лечению у молодых больных АГ и стабильной стенокардией (СС).

В исследование включено 219 больных СС и эссенциальной АГ (основная группа) и 30 здоровых лиц аналогичного пола и возраста (группа сравнения). Критерии включения: возраст больных и здоровых от 42 до 56 лет, эссенциальная АГ 1-2 стадии и 1-3 степени, СС 1-2 функциональных классов (ФК), ХСН 1-2А стадии (по Василенко-Стражеско). Методом случайной выборки пациенты рандомизированы в три статистически гомогенные группы наблюдения. В 1-ю группу наблюдения включены пациенты, которые получали только стандартное медикаментозное лечение гипертензивного и ишемического синдромов. Пациенты 2-ой группы в дополнении к аналогичной терапии получали липосомальные препараты как компонент противоишемической/антигипоксической терапии. «Липин» (липосомальный фосфатидилхолин) по 0,5 г внутривенно капельно утром на 50 мл физиологического раствора хлорида натрия. «Липофлафон» (27,5 мг липосомального лецитина-стандарта и 0,75 мг кверцетина вечером) внутривенно вечером (производственное объединение «Биолек», Харьков, Украина). В дополнении 0,5 г «Липина» вводили ингаляционно при помощи ультразвукового небулайзера. Базовый курс лечения составил 10 дней. В последующем аналогичные курсы липосомального лечения проводились 4 раза в год по 10 дней каждый. 3-ей группе наблюдения проводилась как стандартная, так и липосомальная терапия, но в сопровождении с сеансами интервальной нормобарической гипокситерапии (ИНБГТ) продолжительностью по 50-60 минут на протяжении 20 дней (гипоксикаторы «ГИП 10–1000–0», «Трейд Медикал», Россия и «Тибет-4», «Newlife», Россия-США).

Статистическую обработку результатов выполняли при помощи программы Statistica v.6 (StatSoft, США) (модули Basic statistic and

nonparametric). Минимальный уровень значимости, при котором отвергалась нулевая гипотеза был  $< 0,05$ .

В группах больных частота нарушения кратности приема лекарств составила 24,7; 26,4 и 13,5 % соответственно. Нарушения временного интервала приема медикаментов 10,9; 12,5 и 12,2 % соответственно. Отсутствие приема лекарств 1-2 дня – 6,8; 6,9 и 4,1% соответственно. Частота приема противопоказанных препаратов составила 5,5; 4,2 и 4,1 % соответственно.

Основными причинами дисконплаентности явились нарушения кратности приема антигипертензивных и антиангинальных препаратов, а также нарушения временного интервала приема лекарств, что аналогично результатам других исследований [2, 3].

При сравнении групп наблюдения оказалось, что максимальная частота нарушения кратности лечения была во 2-й группе наблюдения, а минимальная в 3-й с двукратной разницей между группами. Три варианта лечения оказывали несущественное воздействие на частоту нарушений временного интервала приема лекарств. Между 1-й и 3-й и 2-й и 3-й группами наблюдения была установлена статистически достоверная разница по частоте отсутствия приема лекарств в течение одного или более дней. При этом в 3-й группе по частоте данного признака показатель был наименьшим. По частоте приема противопоказанных препаратов, 2-я и 3-я групп больных были идентичными без наличия статистически достоверных различий.

Таким образом, ИНБГТ, как компонент комплексной лечебной программы позволяет статистически значимо оптимизировать нарушения кратности приема лекарств и отсутствие приема препаратов в течение 1-2 дней. Мы считаем, что в основе такого эффекта лежит дополнительный (самостоятельный) антигипертензивный и коронаровасодилатирующий эффект ИНБГТ, который позволил снизить дозировки и/или кратность приема таблетированных антигипертензивных/антиангинальных средств.

#### **Список литературы**

1. Агеев, Ф. Т. Низкая приверженность лечению как причина резистентной артериальной гипертензии / Ф. Т. Агеев, Т. В. Фофанова // Рефрактерная артериальная гипертония / И. Е. Чазова, Н. М. Данилов, А. Ю. Литвин. – М.: Атмосфера, 2014. – с. 28-32.
2. Как повысить приверженность больных артериальной гипертензией к лечению? / Л.Б. Лазебник [и др.] // Артериальная гипертензия. – 2011. – Т. 17, № 3. – С. 240–245.
3. Котельникова, А. В. Психодиагностические аспекты приверженности к лечению в процессе медицинской реабилитации / А. В. Котельникова, А. А. Кукшина // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2016. – Т. 93, № 3. – С. 4–9.
4. Налетов, С. В. Комплаентность больных гипертонической болезнью в блокадном Донбасса: решение проблемы в тандеме врача и провизора / С. В. Налетов, М.М. Лесинский, Е. Н. Налетова, Донецк. – 2017. – С. 54 с.

## НЕЙРОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ РАЗВИТИЯ ДЕПРЕССИИ У ЖЕНЩИН 19-23 ЛЕТ

*Горобец Д.В.,  
Кочура Д.А., к.б.н.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк  
*d.a.kochura@rambler.ru*

Характер и структура связей между различными нейродинамическими параметрами личности и предрасположенностью к депрессии остается невыясненной, что и обусловило цель исследований: изучение склонности к депрессии в зависимости от темперамента.

Анализ результатов показал, что к депрессивному состоянию наиболее склонны меланхолики, наименее – флегматики. 48 % испытуемых характеризуются отсутствием депрессии, 46 % – легкой ситуативной депрессией и у 6 % наблюдается субдепрессивное состояние. Во втором и третьем случае отмечается тенденция к повышению функциональной подвижности нервных процессов (ФПНП) и слабость нервной системы. Баланс нервных процессов сдвинут в сторону торможения. У лиц со склонностью к депрессии несколько выше показатели экстраверсии ( $p \leq 0,05$ ), повышена функциональная подвижность нервных процессов (ФПНП) ( $377,6 \pm 15,95$ ) ( $p \leq 0,01$ ). Это связано с быстрой сменой процессов возбуждения и торможения, образованием новых условных связей, выработкой и изменением динамического стереотипа. С повышением уровня депрессии незначительно увеличиваются также латентные периоды простой сенсомоторной реакции на свет (ЛПЗМР) ( $229,9 \pm 4,91$ ) и реакции различения (ЛПЗМР<sub>р</sub>) ( $383,3 \pm 12,87$ ), наблюдается понижение функционального уровня системы (ФУС) ( $4,8 \pm 0,17$ ). У испытуемых с высоким уровнем депрессии этот показатель положительно коррелирует с эмоциональной неустойчивостью ( $r = 0,47$ ), экстраверсией ( $r = 0,73$ ), степенью доминирования торможения по РДО ( $r = 0,46$ ), ФПНП ( $r = 0,52$ ); с латентным периодом реакции выбора одного из двух раздражителей ( $r = 0,46$ ). Коэффициент тревожности слабо коррелирует со скоростью реакции выбора ( $r = -0,39$ ) и функциональной подвижностью нервной системы ( $r = -0,38$ ). В группе с низким уровнем депрессии этот показатель связан с ЛПЗМР<sub>р</sub> ( $r = 0,46$ ), ФПНП ( $r = 0,52$ ) и силой нервной системы ( $r = 0,49$ ). Экстраверсия у этой группы обнаруживает положительную связь с показателями депрессии ( $r = 0,52$ ), а уровень нейротизма – отрицательную ( $r = -0,74$ ).

Следовательно, около половины испытуемых (54 %) характеризуются склонностью к депрессии или субдепрессивным состоянием. Риск развития этого состояния связан преимущественно с высокими значениями функциональной подвижности нервных процессов и силы нервной системы.

## ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧЕК У ОВЕЦ

*Задорожная А.А., Хащина А.Ю., Наружная Е.В.,*

*Шарандак В.И.*, к.в.н., доцент

ГОУ ЛНР «Луганский национальный аграрный университет», г. Луганск

*nusa\_lnau@mail.ru*

Почки являются главным органом выделительной системы и биологическим фильтром, активно удаляют продукты метаболизма в виде растворов [1]. Они активно участвуют в регуляции постоянства внутренней среды за счет влияния на объем, ионную концентрацию и осмотическое давление внеклеточной жидкости, кислотно-щелочное равновесие, метаболизм белков, жиров, углеводов, витамина D, эритроцитопоез, процессы гемокоагуляции, на системный и регионарный кровотоки [2, 3].

**Цель исследования** – изучить функциональное состояние почек у овец, выращиваемых в условиях действия антропогенного фактора по показателям клинико-лабораторных исследований.

**Материалом исследования** были овцы асканийской породы (n=12), опытного хозяйства университета. В сыворотке крови овец определяли содержание общего белка (биуретовым методом), белковые фракции (нефелометрическим), концентрацию креатинина методом Яффе, мочевины – с диацетилмонооксимом.

**Собственные исследования.** Креатинин и мочевина являются конечными продуктами обмена белков. Креатинин является продуктом расщепления креатина, который играет важную роль в энергетическом обмене мышечной и других тканей. Показатель креатинина, который характеризует фильтрационную функцию почек, в сыворотке крови суягных овцематок находится в пределах нормативных величин –  $99,6 \pm 2,31$  (77,5–114,1) мкмоль/л, у 25 % лактирующих овцематок – имеет тенденцию к увеличению –  $107,8 \pm 7,41$  мкмоль/л с колебанием показателей в пределах от 78,5 до 140,8 мкмоль/л, что характерно для гиперкреатинемии. Содержание креатинина в сыворотке крови холостых овцематок колебалось в пределах от 80,1 до 103,6 мкмоль/л и в среднем составляло  $97,0 \pm 2,4$  мкмоль/л. Концентрация в моче клинически здоровых овцематок составляла  $8,6 \pm 0,5$  ммоль/л. Отношение между количеством креатинина в моче и крови – концентрационный индекс (КИ) – характеризует концентрационную функцию почек. У овцематок данный показатель колебался в пределах от 66,0 до 88,0 и в среднем составлял  $78,0 \pm 7,64$ .

В результате преобразования аммиака образуется мочевина. На ее долю приходится 50 % остаточного азота в сыворотке крови. Уровень мочевины у

87,5 % суягных овцематок составил  $7,52 \pm 0,29$  ммоль/л с колебаниями 5,35–9,38 ммоль/л, а у 93,8 % лактирующих маток выявлена стойкая азотемия ( $p < 0,05$ ) –  $8,41 \pm 0,35$  ммоль/лимиты показателей были в пределах 5,9–11,2 ммоль/л. Концентрация мочевины в сыворотке крови холостых овцематок составляла  $5,3 \pm 0,27$  ммоль/л, а в моче этот показатель колебался от 151,9 до 196,3 ммоль/л и в среднем составлял  $170,3 \pm 14,6$  ммоль/л.

Концентрация общего белка в сыворотке крови суягных овцематок составила  $59,8 \pm 1,06$  г/л, а доля альбумина –  $43,9 \pm 1,42$  %. В крови лактирующих овец наблюдаем тенденцию к увеличению количества общего белка до  $60,6 \pm 2,04$  г/ли альбуминов  $47,2 \pm 1,06$  % ( $p < 0,05$ ).

### **Выводы**

1. Функциональное состояние почек суягных овцематок характеризуется азотемией на уровне  $7,52 \pm 0,29$  ммоль/л и уровнем креатинина –  $99,6 \pm 2,31$  мкмоль/л.

2. Концентрация общего белка в сыворотке крови суягных овцематок составила  $59,8 \pm 1,06$  г/л, а доля альбумина –  $43,9 \pm 1,42$  %. В крови лактирующих овец количество общего белка находится на уровне  $60,6 \pm 2,04$  г/л, а альбуминов –  $47,2 \pm 1,06$  %.

3. В сыворотке крови лактирующих овец наблюдается повышенное содержание мочевины –  $8,41 \pm 0,35$  ммоль/л и нормальная концентрация креатинина –  $107,8 \pm 7,41$  мкмоль/л.

4. Фактор концентрации мочевины у клинически здоровых овец составляет  $32,1 \pm 4,87$ , а концентрационный индекс –  $78,0 \pm 7,64$ .

### **Список литературы**

1. Кондрахин И.П. Полиморбидностьвнутреннейпатологии // Вісник Білоцерків. держ. аграр. ун-ту. – Біла Церква, 1998. – Вип. 5, ч. 1 – С. 79 – 83.
2. Левченко В.І., Сахнюк В.В. Поліморбідність патології у високопродуктивних тварин // Вісник Білоцерків. держ. аграр. ун-ту. – Вип. 3, ч.1. – Біла Церква, 1997. – С. 89-92.
3. Федюк В.И. Нефриты у телят (этиология, патогенез, диагностика, лечение и профилактика): Автореф. дис. ... д-ра вет. наук. – Санкт Петербург, 1992. – 34 с.



## ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ РАЗЛИЧИЯ ВЕСТИБУЛЯРНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ У ЖЕНЩИН С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ

*Киселенко И.А.,  
Кочура Д.А., к.б.н.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк  
*d.a.kochura@rambler.ru*

Генетическая обусловленность темпераментальных свойств личности и сенсорных систем все же не позволяет установить однозначные зависимости между этими уровнями организации человеческого организма [1, 2]. В связи с этим, **цель** исследований заключается в определении устойчивости вестибулярной функции у женщин – невротиков ( $n = 29$ ) и эмоционально стабильных женщин ( $n = 30$ ) на пробы Ромберга, Яроцкого и Барани. Первая проба отражает способность человека к сохранению равновесия в стойке на одной ноге, вторая – представляет собой вращение головой в одну сторону с закрытыми глазами до момента нарушения статического равновесия, третья – вращение обследуемого в кресле до его отказа от проведения исследований.

В результате проведенных исследований **установлено**, что по времени сохранения поза Ромберга группы не отличаются между собой. Эта же закономерность сохраняется и в отношении эргометрических показателей пробы Яроцкого, в то время как реактивность гомоциркуляторных механизмов на указанную пробу была выше у невротиков. У них, в отличие от эмоционально стабильных женщин больше ( $p < 0,05$ ) выражен прирост систолического (4,1 %) и пульсового давления (8,3 %). Подобная реакция системы кровообращения на воздействие стрессора является менее оптимальной в сравнении с реактивностью организма стабильных женщин. Реакция женщин обеих групп на пробу Барани выражается в практически одинаковых сдвигах гомеостатических констант системы кровообращения. Вместе с тем, при отсутствии существенных различий по времени выполнения пробы, темп вращения кресла у эмоционально стабильных женщин был выше ( $p < 0,01$ ) на 25,0 %, а показатель качества регуляции кровообращения, наоборот, в два раза ниже. Следовательно, вестибулярная устойчивость на угловые ускорения у эмоционально стабильных женщин выше, в сравнении с группой женщин-невротиков.

### Список литературы

1. Толкунов Б.Ф. Сопутствующие поведению реакции нейронов и динамика нейронной активности / Толкунов Б.Ф. // Журнал ВНД им. И.П. Павлова. – 2007. – Т.57, №6. – С.753–761.
2. Филиппов М.М. Психофизиология функциональных состояний. Учебное пособие. – К.: МАУП. - 2006. – 240 с.

## ПОРОГОВЫЕ И ВРЕМЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ У ЖЕНЩИН С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ ПСИХОМОТОРНОЙ АКТИВНОСТИ

*Коваленко М.И.,*

*Кочура Д.А.,* к.б.наук

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*d.a.kochura@rambler.ru*

Чувствительность анализаторов зависит от многих сенсорных и внесенсорных факторов, в том числе от уровня активации ЦНС [1, 2]. Уровень общей активации ЦНС, в свою очередь, определяется степенью активности ретикулярной, лимбической, гипоталамической и корковой систем активации [1, 2]. Поскольку перечисленные активационные системы являются общими механизмами регуляции независимо от уровня организации свойств личности, они обеспечивают взаимосвязь между показателями нейродинамической, сенсомоторной и темпераментальной сферы личности. Так, экстраверты и невротики способны к большему изменению величины порога в сравнение с менее активированными интровертами и эмоционально стабильными личностями. Предположительно подобные закономерности могут быть экстраполированы и на лиц с различными уровнями психомоторной активности.

В связи с этим, **цель** исследований заключалась в изучении особенностей восприятия зрительных и слуховых стимулов лицами с низкими и высокими уровнями психомоторной активности. Для достижения цели обследовали 75 женщин. Средний возраст испытуемых – 20 лет. У них с помощью опросника В.М. Русалова определяли уровень психомоторной активности. Терминальные пороги слухового анализатора измеряли с помощью аудиометра, время переносимости звука на величине этого порога – секундомера. Количество строк, различаемых после темновой адаптации определяли с помощью адаптометра. Способность обследуемых отмеривать временные интервалы измеряли на хронорефлексомере "Центр". Для определения нейродинамического базиса механизмов восприятия использовали КЧССМ красного цвета, максимальный и оптимальный 10-тисекундный теппинг и разницу между ними, падение теппинга (9×10 с).

Анализ полученных данных показал, что для лиц с высокой психомоторной активностью характерна повышенная чувствительность зрительного анализатора в сочетании с пониженной толерантностью к действию звука на уровне терминального порога. Время переносимости звука у них на 27,0 % ниже в сравнение с женщинами из полярной группы. Исходя из разницы ( $\Delta$ ) значений оптимального и максимального теппинга, скорость генерации возбуждения у активных личностей выше. Кроме того, у них

доминируют процессы возбуждения, вследствие чего активные женщины существенно недооценивают временные интервалы. По модулю эта ошибка в семь раз превышает соответствующий показатель у полярной группы.

Показатель толерантности к действию экстремального по интенсивности звука связан обратными зависимостями со скоростью генерации возбуждения ( $r = -0,5$ ) и уровнем возбуждения ( $r = -0,4$ ), скоростью смены тормозных процессов возбуждаемыми ( $r = -0,5$ ), общемозговой лабильностью ( $r = -0,4$ ) и прямой – с выносливостью нервной системы ( $r = 0,6$ ). Следовательно, пониженная толерантность лиц с высокой психомоторной активностью к действию звука на уровне терминального порога детерминирована высоким уровнем активации и лабильности нервных процессов в корковых отделах слухового анализатора, повышенной общемозговой лабильностью и недостаточной выносливостью нервной системы.

После темновой адаптации женщины с высокой активностью различают большее (в среднем на 22,0 %) количество строк при различной яркости объекта. Повышенная различительная способность их зрительного анализатора обуславливается неоднозначными связями с частными и общими свойствами нервной системы: силой возбуждения в корковом отделе зрительного анализатора ( $r = 0,5$ ), общемозговой лабильностью ( $r = 0,7$ ), индивидуальным темпом движений ( $r = 0,4$ ) и лабильностью процесса возбуждения ( $r = 0,4$ ).

Таким образом, нейродинамическим базисом повышенной чувствительности зрительного анализатора являются скорость и сила процесса возбуждения в корковом отделе, общемозговая лабильность и лабильность возбуждения. Точность отмеривания временных интервалов определяется уровнем возбуждения корковых отделов анализаторов.

### **Список литературы**

1. Медведев В.И. Взаимодействие физиологических и психологических механизмов в процессе адаптации / В.И. Медведев // Физиология человека. – 1998. – Т.24. № 4. – С.7.
2. Русалов В.М. Психология и психофизиология индивидуальных различий: некоторые итоги и ближайшие задачи системных исследований / В.М. Русалов // Психол. журнал. – 1994. – №5. – С.37-44.

## РЕМОДЕЛИРОВАНИЕ МИОКАРДА У ГИПЕРТЕНЗИВНЫХ БОЛЬНЫХ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 2-ГО ТИПА

*Колычева О.В.,*

*Мухин И.В.*, д.б.н., профессор

«Донецкий национальный медицинский университет

им. М. Горького», г. Донецк

*contact@dnmu.ru*

Сочетанное течение артериальной гипертензии (АГ) и сахарного диабета (СД) 2-го типа встречается у 24-51 % пациентов [3], что в отличие от мононозологической клинической ситуации существенно ухудшает прогноз, усложняет выбор лечебной тактики и значительно снижает ее эффективность [1, 2]. В условиях такой гипертензивно-метаболической коморбидности, конформация структурно-функциональных параметров сердца является недостаточно изученной, а корригирующие мероприятия – мало разработанными [4]. Существующие международные стандарты, к сожалению, позиционируются в рамках одной нозологии и не предусматривают рекомендаций относительно особенностей диагностики и курации коморбидных состояний.

**Цель** исследования заключалась в анализе структурно-функциональных изменений сердца у гипертензивных больных СД 2-го.

**Материал и методы.** В основную группу включены 60 гипертензивных пациентов СД 2-го типа в возрасте от 40 до 62 лет, которые были ознакомлены с целью, задачами, протоколом исследования и добровольно подписали информированное согласие на участие в проекте.

Критерии включения: АГ 1-2 стадии и 1-2 степени, СД 2 типа в стадии компенсации/субкомпенсации.

Критерии не включения: СД 1 типа, инсулинотерапия при СД 2-го типа, декомпенсация углеводного обмена, диабетическое/недиабетическое поражение почек и почечная недостаточность, АГ 3 стадии и 3 степени.

В группу контроля вошли 30 практически здоровых людей аналогичного пола и возраста.

Группы больных достоверно не различались от группы здоровых людей по возрасту ( $\chi^2=0,8$ ,  $p=0,56$ ) и полу ( $\chi^2=2,1$ ,  $p=0,11$ ).

Диагностику АГ осуществляли в соответствии с рекомендациями ВОЗ (1996 г.) и ассоциации кардиологов Украины (2014 г.), СД – на основании рекомендаций (ВОЗ, 2006 г.; ассоциации эндокринологов Украины, 2013 г.; Американской ассоциации диабета, 2017 г.) [5].

Структурно-функциональные параметры сердца исследовали по стандартным методикам при помощи эхокардиографа "Vivid 3", фирмы "General Electrics", США.

Статистическую обработку выполняли при помощи программы Statistica v. 6 (StatSoft, США).

**Результаты.** По данным эхокардиографического исследования в основной группе установлены признаки дилатации левого предсердия на 0,75 см больше в сравнении с группой контроля, что по нашему мнению обусловлено увеличением постнагрузки (периферический ангиоспазм) и перегрузкой давлением и, является на ранних этапах ремоделирования потенциально обратимым процессом при оптимизации артериального давления. Так же выявлены признаки гипертрофии задней стенки левого желудочка (на 0,33 см больше, чем в контроле) и межжелудочковой перегородки (на 0,48 см больше, чем в контроле), которые являются частным отражением глобального процесса ремоделирования. При исследовании трансмитрального кровотока в импульсном режиме установлены признаки диастолической дисфункции выявлены у 73,3 % больных, что по нашему мнению обусловлено преобладанием соединительнотканых структур, формирующих жесткостные свойства миокарда и ухудшающие эластичные (податливость и растяжимость). У 29 (48,3 %) пациентов имела место минимальная, а у 13 (21,7 %) – умеренная митральная регургитация.

**Выводы.** У гипертензивных больных СД 2-го типа установлены признаки миокардиального ремоделирования, характеризующиеся левосторонней атриодилатацией, гипертрофией левого желудочка, задней стенки и межжелудочковой перегородки, а так же формированием минимальной/умеренной относительной митральной регургитации.

В перспективе целесообразно оценить роль диастолических расстройств в процессе ремоделирования левых отделов сердца.

#### **Список литературы**

1. Артериальная гипертензия и сахарный диабет / Р. А. Галяви, О. Ю. Михопарова, О.Б. Ощепкова, Э. Б. Фролова // Вестник современной клинической медицины. – 2014. – Т. 7, прил. 1. – С. 78-81.
2. Аскеров, М. М. Артериальная гипертензия при сахарном диабете / М. М. Аскеров // Український журнал клінічної та лабораторної медицини. – 2013. - Том 8, №2. – С. 4-8.
3. Беялов, Ф. И. Лечение внутренних болезней в условиях коморбидности / Ф. И. Беялов // РИО ИГМАПО, 2012. - Иркутск, 283 с.
4. Клинические рекомендации «Алгоритмы медицинской помощи больным сахарным диабетом» // Сахарный диабет. – 2017. - №1. – 111 с.
5. American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes – 2017. - Diabetes Care. – 2017. – Vol. 40, Suppl. 1. - S1-135.

## РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ АДСОРБЦИОННОЙ ИММОБИЛИЗАЦИИ ТРИПСИНА, ФИЦИНА И ПАПАИНА НА МАТРИЦЕ КИСЛОТОРАСТВОРИМЫХ ХИТОЗАНОВ

*Королева В.А., Холявка М.Г., Ольшанникова С.С., Логинова О.О.,  
Артюхов В.Г., д.б.н., профессор  
ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет»  
koroleva\_victoria@bk.ru*

Протеолитические ферменты растительного и животного происхождения широко применяются в медицине и ветеринарии. В частности, в медицине протеазы используются в ранозаживлении, лечении болезней желудочно-кишечного тракта, а также в качестве антимикробного агента вместо антисептиков и антибиотиков [1].

Нативные ферменты инактивируются под действием неблагоприятных факторов окружающей среды (высокие температуры, рН, микробиологическая активность). Подобные затруднения разрешает иммобилизация биокатализаторов на органических или неорганических носителях [2].

Хитозан весьма перспективный носитель для иммобилизации ферментов по ряду факторов: он не только стабилизирует молекулы ферментов по отношению к действию различных инактивирующих факторов, но и сам обладает антибактериальными, противовоспалительными, иммуномодулирующими и ранозаживляющими свойствами, что может повысить эффективность действия препаратов [3].

Целью исследования являлась разработка методики адсорбционной иммобилизации трипсина, фицина и папаина на матрице кислоторастворимых хитозанов.

В качестве объектов исследования были выбраны трипсин, фицин и папаин фирмы «Sigma». В качестве носителя для иммобилизации ферментов – кислоторастворимые среднемолекулярный ( $M_r = 200$  кДа, степень деацетилования – 82 %) и высокомолекулярный ( $M_r = 350$  кДа, СД – 94.85 %) хитозаны (ЗАО «Биопрогресс»). Субстратом для фицина и папаина служил азоказеин фирмы «Sigma», для трипсина – БАПНА фирмы «Sigma». Содержание белка в гетерогенных биокатализаторах определяли методом Лоури.

Для адсорбции протеаз на кислоторастворимых хитозанах мы использовали следующие буферные системы в диапазоне рН от 3.0 до 10.5: 0.05 М глициновый, 0.05 М трис-глициновый, 0.2 М ацетатный, 0.1 М фосфатный, 0.1 М цитратный, 0.05 М боратный буфер с добавлением КСl, 0.1 М боратный буфер без добавления КСl, 0.1 М карбонатный и 0.05 М трис-НСl буфер.

Выявлено, что наибольшая сорбция трипсина на среднемoleкулярном хитозане (мг на г носителя) наблюдалась при иммобилизации в цитратном буфере со значением рН 3.0 и фосфатного буфера в диапазоне рН 5.8-6.5. Однако общая (в ед на мл раствора) и удельная (в ед на мг белка) активность сорбированного трипсина максимальна при использовании цитратного (рН 5.0) и фосфатного (рН 5.8-6.5) буферов. При учете тех же критериев оптимальными для иммобилизации трипсина на высокомолекулярном хитозане оказались следующие буферы: цитратный со значением рН 5.0 и фосфатный в диапазоне рН 5.8-6.5.

Максимальную удельную активность (в ед/мг белка, порядка 70 % активности свободного фицина) показали препараты, иммобилизованные при рН 8.6 и 10.0 в глициновом буфере; таким образом, мы считаем, что этот буфер при данных значениях рН наиболее перспективен для адсорбции фицина на матрице высокомолекулярного и среднемoleкулярного хитозанов соответственно.

Соотношение содержания белка, общей и удельной активности в гетерогенных биокатализаторах показал, что наиболее перспективным буфером для иммобилизации папаина на кислоторастворимых среднемoleкулярном и высокомолекулярном хитозанах является глициновый буфер с рН 9.0 и диапазоном рН 8.6-10.5 соответственно.

Таким образом, в ходе проведенных нами экспериментов по определению содержания белка, общей и удельной активности были установлены оптимальные условия для адсорбционной иммобилизации протеолитических ферментов (трипсина, фицина, папаина) на матрице кислоторастворимых хитозанов.

### **Список литературы**

1. Холявка М.Г., Беленова А.С., Макарова Е.Л., Ковалева Т.А., Артюхов В.Г. Иммобилизация гидролаз как один из путей регулирования и стабилизации их активности // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2013. Т. 11. № 7. С. 29-35.
2. Логинова О.О., Холявка М.Г., Артюхов В.Г., Беленова А.С. Разработка методики получения гетерогенного биокатализатора на основе трипсина, иммобилизованного на матрице хитозана // Фундаментальные исследования. 2013. № 11-3. С. 484-487.
3. Королева В.А., Холявка М.Г., Сазыкина С.М., Ольшанникова С.С., Артюхов В.Г. Исследование сорбционной емкости кислоторастворимых хитозанов по отношению к бычьему сывороточному альбумину // Вестник ВГУ. Серия «Химия. Биология. Фармация». 2015. № 4. С. 90-94.

## РАЗВИТИЕ МЫШЦ УШНОЙ РАКОВИНЫ

*Кругликова А.В.*

*Протасовицкая Р.Н.*, к.в.н., доцент

«Гомельский государственный медицинский университет», г. Гомель

*ann-krug@yandex.by*

**Введение.** Отследить процесс эволюции можно благодаря отдельным органам, которые были хорошо развиты у наших предков и почти отсутствуют у современного человека – рудиментам и атавизмам. Отличие между двумя этими определениями состоит в том, что атавизмы – это органы, которые сохранились не у всех особей одного вида, тогда как рудименты остались у всех. Рудиментарные органы и атавизмы есть и у человека.

В животном мире мышцы ушной раковины по-прежнему имеют большое значение в определении направления источника звука. У людей происходит атрофия данной группы мышц, так как их работа не используется и компенсируется поворотом головы.

**Цель.** Выяснить частоту встречаемости у людей рудиментарного органа – развитых мышц, двигающих ушную раковину.

**Материалы и методы.** Теоретический анализ, обобщение, интерпретация литературных источников по проблеме исследования. Объектом анализа стали студенты первого курса учреждений высшего образования г. Гомеля (ГГМУ, БелГУТ) и пенсионеры г. Гомеля. Был проведен опрос с целью: выявить частоту встречаемости у них рудиментарного органа - развитых мышц, двигающих ушную раковину.

**Результаты исследования.** Еще в 1947 году Шмальгаузен считал: «Когда орган теряет свое значение, то он вовсе не всегда становится вредным и, следовательно, прямо не уничтожается под действием естественного отбора. Чаще всего орган становится просто бесполезным. Существует предположение, что прекращение действия естественного отбора ведет к сохранению независимых вариаций отдельных частей, которые при скрещивании ведут ко все большему нарушению соотношения частей, т.е. к ухудшению, ослаблению органа (гипотеза панмиксии). Хотя эти соображения совершенно верны и редуцирующиеся органы, действительно, обнаруживают весьма большую и разнообразную изменчивость всех своих частей, все же эта гипотеза не может объяснить самого явления редукции и рудиментации. Однако, если принять во внимание, что наличие эмбриональных вариаций отдельных частей приводит к нарушению нормальных морфогенетических корреляций и даже к их разрыву, то мы легко поймем, что нарушение тех соотношений, которые являются условием нормального развития органа, приводит к недоразвитию органа, к его



остановке на некоторой эмбриональной фазе, вплоть до полного исчезновения самой закладки, если эти нарушения коснулись основных зависимостей, определяющих реализацию этой закладки. Относительно индифферентный («презумптивный») материал будущей закладки при этом, конечно, используется на построение соседних органов» [1].

Выяснилось, что мышцы ушной раковины развиты слабо, поэтому двигать ими могут лишь немногие. Из 200 опрошенных студентов (80 девушек и 120 юношей) с развитыми ушными мышцами были всего 18 человек (9 %). Из них: 12 юношей (6 %) и 6 девушек (3 %). У остальных наблюдались едва заметные попытки шевеления ушами 44 человека (22 %) или вообще отсутствовал эффект напряжения мышц - 138 опрошенных (69 %).

Из 70 опрошенных пенсионеров (42 женщин и 28 мужчины) всего лишь 4 человека могли шевелить ушами. Это составило 5,7 % (1 женщина – 1,4 % и 3 мужчин – 4,3 %). У 11 человек (15,7 %) наблюдались только практически незаметные движения ушами. Оставшиеся 55 пенсионеров (78,6 %) вообще не могли заставить свои уши двигаться.

Таким образом, из этих результатов следует, что с возрастом происходит еще большая атрофия ушных мышц из-за того, что люди не используют данную функцию в процессе жизнедеятельности.

Эти мышцы имеют очень маленький размер. Однако, при их сокращении происходит натяжение всего апоневроза. Ушные мышцы работают совместно с мимическими, выполняя широкий круг движений: зевание, сморщивание лба, улыбка и другие. Они также играют большую роль и в напряжении сухожильного шлема, что в свою очередь сказывается на тоне кожи лица.

Также они связаны с другими мышцами, которые используются в программах упражнений для укрепления мышц лица. Например, упражнения, связанные с движением ушных мышц помогают подтянуть кожу и не допустить появления второго подбородка.

**Выводы.** Частота встречаемости у людей рудиментарного органа – развитых мышц, двигающих ушную раковину, очень мала и составила у молодежи – 9 %, у пенсионеров – 5,7 %. Эти три маленькие мышцы, которые лежат сразу под кожей вокруг уха, на лицо оказывают небольшое воздействие, но они связаны с другими мышцами, которые используются в программе упражнений для мышц лица.

### Список литературы

1. Шмальгаузен И.И. основы сравнительной анатомии позвоночных животных: Учебник – Государственное издательство «Советская наука», 1947 – 541с.

## ПРИМЕНЕНИЕ РАННЕЙ ТРАХЕОСТОМИИ В НЕЙРОРЕАНИМАЦИИ – ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

*Леонов А.В., Стреха И.В.,  
Карамышев А.М.*

«Гомельский государственный медицинский университет», г. Гомель  
*gsmtu@gsmtu.by*

**Актуальность.** Пациенты нейрореанимационного профиля практически всегда требует проведения длительной искусственной вентиляции лёгких (ИВЛ), что является показанием для проведения трахеостомии. Существует тенденция к выполнению ранней трахеостомии в условиях нейрореанимации. Однако в литературе нет единого мнения, какой срок считать ранним. Противоречивы результаты исследований в отношении взаимосвязи срока выполнения трахеостомии и частоты развития вентилятор-ассоциированной (ВАП) пневмонии, длительностью ИВЛ, продолжительностью нахождения пациента в отделении реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) и стационаре [1, 2].

**Цель.** Проанализировать данные литературных источников на предмет выявления положительных эффектов, возникающих при проведении ранней трахеостомии пациентам, требующим длительной респираторной поддержки. А также изучение оптимального срока для проведения данной процедуры пациентам, находящимся в ОРИТ.

**Материалы и методы исследования.** Был проведен анализ современной медицинской научной литературы по вопросу исследования.

**Результаты исследования.** В исследовании, проведенном А.Н. Джайачандран с соавт., показано, что проведение ранней трахеостомии пациентам с ЧМТ ускоряет процесс их выздоровления и позволяет отлучать пациента от респираторной поддержки на более ранних сроках и уменьшает период пребывания в ОРИТ [1].

С.Н. Баишев пришел к выводам, что выполнение трахеостомии в первые четверо суток от начала ИВЛ снижает продолжительность пребывания пациентов в ОРИТ в среднем на 6 суток и оптимизирует реабилитационный потенциал по шкале комы Глазго в среднем на 18 %. Не было выявлено статистически значимых различий в продолжительности пребывания пациентов в стационаре, длительности ИВЛ и частоты развития ВАП ( $\chi^2 = 0,08, p > 0,05$ ) [2, 3].

В исследовании Е.П. Измайлова выявлено, что в группе с ранним наложением трахеостомы на 19 % меньше случаев развития гнойных бронхолегочных осложнений [4].

В исследовании М. Boudierka и соавт. выявлено, что трахеостомия, выполненная на 5-е сутки ИВЛ у пациентов с тяжелой ЧМТ, снижает продолжительность респираторной поддержки [5].

W. Teoh и соавт. подтверждают, что наложение трахеостомы в течение первых 7 дней снижает длительность респираторной поддержки пациента, а также снижает частоту возникновения ВАП [6].

N. Ahmed и соавт. выяснили, что трахеостомия в первые 7 сут. ИВЛ у пациентов с ЧМТ не влияла на продолжительность ИВЛ, частоту развития ВАП и летальность, хотя снижала продолжительность нахождения пациента в ОРИТ [7].

**Выводы.** В результате проведенного возможно выдвинуть гипотезу, что наиболее оптимальным сроком проведения трахеостомии являются первые 5 суток с момента поступления в ОРИТ. Это позволяет снизить длительность проведения респираторной поддержки, длительность нахождения в ОРИТ, снизить вероятность развития ВАП, увеличить частоту хорошего восстановления по шкале комы Глазго. Однако данный вопрос требует дальнейшего изучения.

#### Список литературы

1. Джайачандран, А.Н. Ранняя трахеостомия при черепно-мозговой травме / А.Н. Джайачандран, Я.Э. Гибадуллина, З.С. Каитова // Здоровье и образование в XXI веке. – 2016. – №12. – С.39-41.
2. Баишев, С.Н. Прогностические критерии для выполнения трахеостомии в нейрореанимации / С.Н. Баишев [и др.] // Анестезиология и реаниматология. – 2012. – № 3. – С. 54-56.
3. Баишев, С.Н. Обеспечение проходимости дыхательных путей в нейрореанимации / С.Н. Баишев, А.Н. Кондратьев // Вестн. РУДН. Сер.: Медицина. – 2012. – № 1. – С. 101-104.
4. Измайлов, Е.П. Клиническая практика применения трахеостомии при сочетанной травме / Е.П. Измайлов [и др.] // Известия Самарского научного центра РАН. – 2014. – № 5-4. – С. 1397-1399.
5. Boudierka, M. Early tracheostomy versus prolonged endotracheal intubation in severe head injury / M. Boudierka [et al.] // J. Trauma Inj. Infect. and Crit. Care. – 2004. – Vol. 35, № 2. – P. 251-254.
6. Teoh, W. The role of early tracheostomy in critically ill neurosurgical patients / W. Teoh, K. Goh, C. Chan // Ann. Acad. Med. Singapore. – 2001. – Vol. 30, № 3. – P. 234-238.
7. Ahmed, N. Early versus late tracheostomy in patients with severe traumatic head injury / N. Ahmed, Y. Kuo // Surg. Infect. (Larchmt). – 2007. – Vol. 8, № 3. – P. 343-347.

## КРЫМСКАЯ АНАТОМИЧЕСКАЯ НАУЧНАЯ ШКОЛА В ОТЕЧЕСТВЕННОЙ МОРФОЛОГИИ

*Малов А.Е.,*

*Пикалюк В.С.,* д.м.н., профессор

ФГАОУ ВО Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского  
Медицинская академия имени С.И. Георгиевского, г. Симферополь  
*a.malov@rambler.ru*

Крымская анатомическая научная школа внесла огромный вклад в становление и развитие отечественной морфологии. В этой связи **целью** работы явилось освещение места и роли Крымской анатомической научной школы в отечественной морфологии.

**Материал и методы.** В настоящем исследовании обобщен уникальный опыт работы Крымской анатомической научной школы с момента ее основания и до наших дней. Выделены главные научные направления, показан вклад видных крымских анатомов в становление и развитие отечественной морфологии. В работе применялись исторический, а также формально-логический методы исследования.

**Результаты и их обсуждение.** Красной строкой в историю отечественной морфологии вписано имя известного ученого, основателя и первого ректора Таврического университета – профессора Романа Ивановича Гельвига. Создав и возглавив крымскую кафедру анатомии в 1918 году, он заложил фундамент крымской морфологии, определив направления ее развития на многие десятилетия вперед. Научные исследования той поры были посвящены изучению вариантной остеологии и артрологии [1].

Следующей фигурой, ставшей локомотивом развития Крымской анатомической научной школы на долгих 38 лет, является профессор Виктор Владимирович Бобин, заведовавший нашей кафедрой с 1931 по 1969 год. Вначале, научный поиск под его руководством был направлен на изучение функциональной анатомии периферической нервной системы. В 50-е годы прошлого столетия научная работа кафедры переходит на рельсы сравнительной антропологии [2].

Изучая работы крымских морфологов того времени, нельзя не упомянуть о доценте Петрове Григории Николаевиче, внесшем существенный вклад в разработку нового научного направления посвященного экстракорпоральному оплодотворению.

Следующей вехой в развитии Крымской анатомической научной школы стала эпоха профессора Владимира Ильича Зяблова. Анализируя основные научные труды того времени, можно выделить три периода. Так с 1964 по 1973 г. основной упор в научных изысканиях делался на развитии эволюционной, функциональной и экспериментальной нейроанатомии. Во

втором периоде работы акцент научных исследований сместился на изучение структуры, биологических и пластических свойств твердой мозговой оболочки, с целью ее применения в хирургической практике. В третьем периоде (1975-1991г.) научная работа была направлена на рассмотрение проблемы регенерации спинного и головного мозга при их травматическом повреждении. Актуальность научных разработок кафедры в это время подтверждается большим количеством полученных патентов и авторских свидетельств. Выступления крымских ученых-морфологов на различных научных мероприятиях республиканского, всесоюзного и мирового уровня всегда производили фурор [3].

Достойными учениками и продолжателями научных традиций профессора Зяблова В.И. стали, профессора Владислав Викторович Ткач и Анатолий Андреевич Бабанин, создавшие шовный материал на основе твердой мозговой оболочки, и сформировавшие новое научное направление «Ксеногенная ликворология». В рамках этого научного направления защитили докторские диссертации профессор Бессалова Е.Ю. и доцент Кривенцов М.А.

С избранием заведующим кафедрой в 2001 году профессора Пикалюка Василия Степановича Крымская анатомическая научная школа обогатилась новыми направлениями: по экологической и функциональной остеологии, системе стволовых клеток, космической медицине. За последние 15 лет защищены 22 диссертации, издано 9 монографий.

**Выводы.** Принимая во внимание все вышеизложенное можно заключить, что Крымская анатомическая научная школа занимает достойное место в отечественной морфологии, а ее вклад в развитие данной науки – уникален.

#### Список литературы

1. Лысенко В.В., Козленкова С.В. Профессор медицины, анатом Гельвиг Р.И. Асклепий 2001. № 1. С. 27-32.
2. Пикалюк В.С., Шкуренок В.П. К истории кафедры нормальной анатомии человека и морфологического музея медицинской академии имени С.И. Георгиевского. Крымский журнал экспериментальной и клинической медицины 2016. Т. 6. №3. С. 218-222.
3. Яровая О.Я. Владимир Ильич Зяблов – человек, учитель, доктор медицины, заведующий кафедрой нормальной анатомии. Крымский журнал экспериментальной и клинической медицины 2016. Т. 6. №3. С. 232-236.

## ПРЕДМЕНСТРУАЛЬНЫЙ СИНДРОМ: ПАТОГЕНЕТИЧЕСКАЯ ПОСИНДРОМНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ

*Пономаренко Т. В.,  
Стрельченко Ю.И.,* к.м.н.

«Донецкий национальный медицинский университет  
им. М. Горького», г. Донецк  
*strelchenkoiurii@gmail.com*

**Актуальность.** Предменструальный синдром (ПМС) – многофакторный клинический симптомокомплекс, возникающий в предменструальные дни и проявляющийся нервно-психическими, вегетососудистыми и обменно-эндокринными нарушениями [3]. Частота ПМС колеблется в пределах 25-90 % [2], причем у каждой женщины симптомы индивидуальны, встречаются в разных сочетаниях, у 10 % они ярко выражены и снижают качество жизни и трудоспособность вплоть до её потери. Патогенез ПМС сложен и окончательно не изучен. Популярность и изучаемость данной проблемы не вызывает сомнений: PubMed – 5 206 ссылок, Cochrane – 617 ссылок. Буquet возможных жалоб и симптомов ПМС насчитывает более 200, перечисление которых в данной статье не представляется возможным. В настоящее время существует несколько теорий развития ПМС. К сожалению, единой, универсальной теории нет. В нашей работе мы остановимся на некоторых из них и попытаемся дать им патогенетическое обоснование для дальнейшей систематизации и классификации синдромов, что позволит в будущем написать алгоритм патогенетической посиндромной коррекции ПМС, что и явилось **целью** нашей работы.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Итак, на данном этапе в литературе описаны следующие теории (рис. 1): 1) нейромедиаторная; 2) гипергидремическая (в простонародии – водной интоксикации); 3) недостаточности витаминов, микро- и макроэлементов (теория циклического авитаминоза); 4) эндокринная; 5) простагландиновая; 6) психосоматическая; 7) аутоиммунная (аллергическая); 8) пролактиновая; 9) наследственная. Таким образом, сейчас мы уточним определение, данное нами во введении. По нашему мнению, ПМС – полиэтиологическое и мультифакториальное патологическое состояние, в патогенезе которого участвуют нарушения функций различных органов и систем организма. Возникновение различных форм ПМС обусловлено вовлечением в процесс коры головного мозга, гипоталамуса, лимбической системы, гипофиза, половых желез, почек и надпочечников. В соответствии с поставленной задачей, на основании тщательного обзора литературы и её анализа, нами предложены следующие классификации ПМС: 1) по патогенезу; 2) в зависимости от ведущего патогенетического звена его развития; 3) по типам нарушений; 4) по синдромам и клиническим формам; 5) по степени компенсации; 6) по степени тяжести.

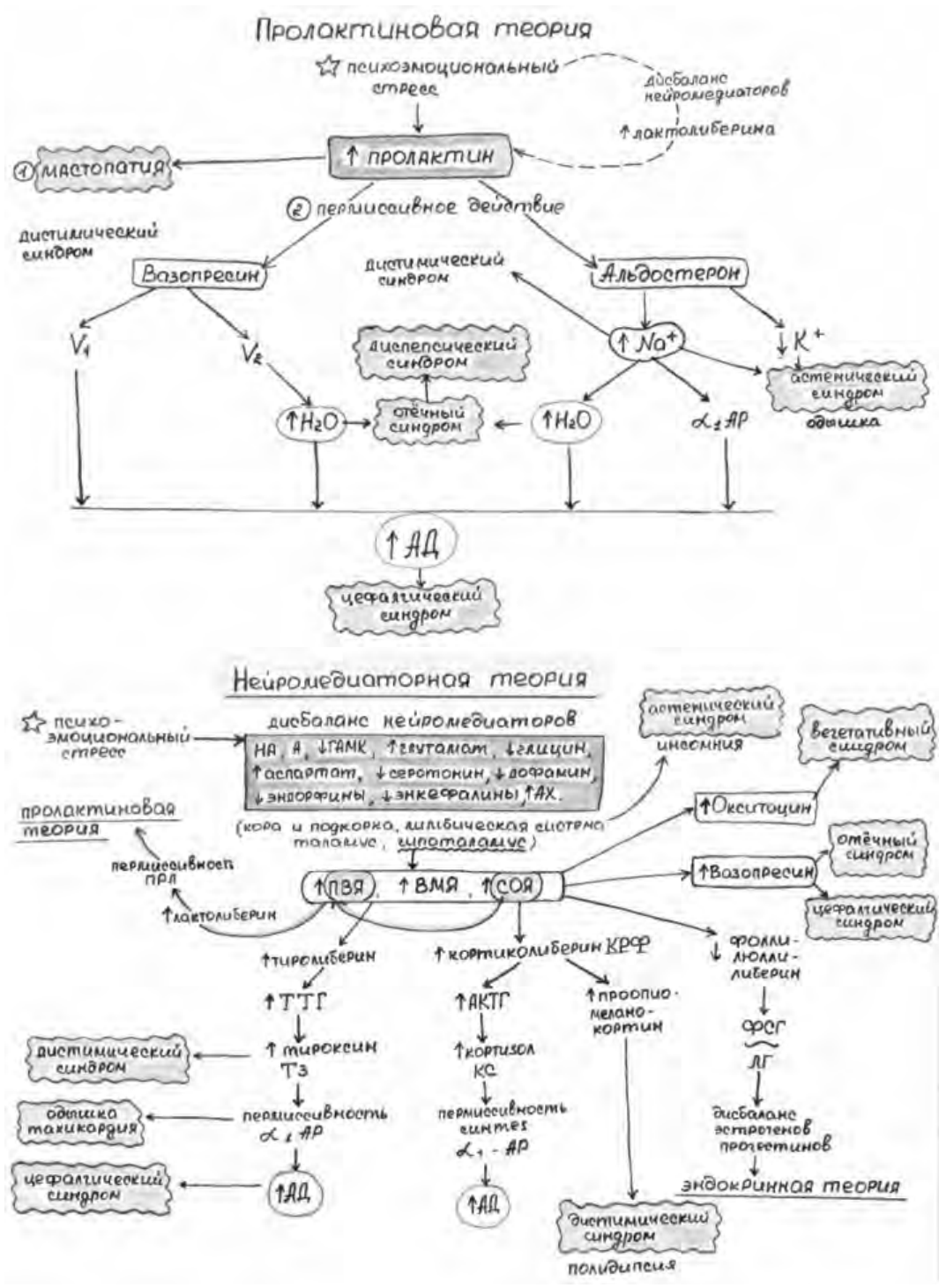


Рис. 1. Патогенетические схемы развития ПМС (разработаны авторами)

**Выводы.** Полученные классификации и патогенетические схемы с одной стороны наглядно раскрывают сложные механизмы патогенеза ПМС, с другой стороны являются основной для разработки методики и алгоритма патогенетической посиндромной коррекции ПМС, методических рекомендаций оказания медицинской помощи такому контингенту пациентов для их включения в комплексное лечение, профилактику осложнений и улучшения реабилитации. Классификации и схемы будут полезны как в лечебном, так и в учебном процессе.

## Список литературы

1. Аганезова Н.В. Предменструальный синдром: нейроиммуноэндокринные соотношения. Российский вестник акушера-гинеколога. – 2012; 4: 32-39.
2. Пересада О. А. Предменструальный синдром: патогенез, клинические проявления, лечение. Медицинские новости. – 2010; 8: 15-18.
3. Яковлева Э.Б. Предменструальный синдром. Медицина неотложных состояний. – 2014; 3 (58): 159–163.
4. Duvan C.I., Cumaoglu A., Turhan N.O. et al. Oxidant/antioxidant status in premenstrual syndrome. Arch. Gynecol. Obstet. – 2011 Feb;283(2):299-304.
5. Zukov I., Ptacek R., Raboch J. et al. Premenstrual dysphoric disorder – review of actual findings about mental disorders related to menstrual cycle and possibilities of their therapy. Prague Med. Rep. 2010;111(1):12-24.

УДК 616-006.6

## РОЛЬ ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОБЩЕГО И БИОХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗОВ КРОВИ И ГЕМОСТАЗИОГРАММЫ У ПАЦИЕНТОВ С КОЛОРЕКТАЛЬНЫМ РАКОМ

*Пумпур А.С.,*

*Мороз Е.Г.,* к.м.н.

«Белорусский государственный медицинский университет»

*bsmu@bsmu.by*

**Актуальность.** Колоректальный рак является одной из самых распространенных форм злокачественных новообразований. По данным канцер-регистра Республики Беларусь за последнее десятилетие заболеваемость колоректальным раком увеличилась в 1,5 раза.

**Цель:** оценить динамику показателей анализов крови у пациентов с колоректальным раком с учетом стадии и локализации новообразования, возраста, пола пациентов и наличия или отсутствия осложнений до и после проведенного лечения, без сопутствующей патологии других органов.

**Материалы и методы.** Материалом для исследования послужили результаты анализов крови 135 человек, больных колоректальным раком в Минском городском клиническом онкологическом диспансере в период за 2015 год. Исследование проводилось статистическим методом с последующим анализом результатов.

**Результаты и их обсуждение.** На основании анализируемых критериев, можно сделать выводы о том что:

1. Чем старше пациент, тем проксимальнее опухоль толстой кишки.
2. Локализация новообразования в прямой кишке диагностируется на более ранних стадиях.
3. У женщин опухоль чаще локализуется в сигмовидной кишке, у мужчин – в прямой.



4. Чем более поздняя стадия опухолевого процесса, тем выше риск развития осложнений.

Результаты исследования показали изменения в общем анализе крови: более чем у 80 % пациентов – снижение показателей гемоглобина ниже нормы; уменьшение количества эритроцитов ниже нормы у 35 % пациентов; количество пациентов с повышенным содержанием тромбоцитов составило 20 %; количество лейкоцитов повышено у 23 % пациентов; количество лимфоцитов ниже нормы у 23 %; число пациентов с увеличением количества нейтрофилов составило 13 %; увеличение количества моноцитов наблюдается у 37 % пациентов; увеличение эозинофилов выше нормы у 13 % пациентов; показатель СОЭ выше нормы наблюдался более чем у 90 % пациентов.

Результаты исследования показателей биохимического анализа крови: снижение общего белка крови у 35,5 % пациентов; снижение содержания ионов калия ниже нормы наблюдается у 7 %; количество пациентов с увеличением содержания ионов натрия составило 13,5 %; ионы кальция снижены у 23 % пациентов.

Результаты изменений показателей гемостезиограммы: увеличение АЧТВ и количества фибриногена наблюдается у 14 % и 51 % пациентов соответственно.

Анализ данных критериев, после проведенного хирургического лечения выявил изменение показателей в сторону их нормализации. Полученные результаты доказывают, что вовремя проведенное хирургическое лечение снижает риск развития осложнений опухолевого процесса.

#### **Выводы.**

1. Изменения, наблюдаемые в анализах, подтверждают основные осложнения опухолевого процесса: анемия и тромбообразование [1, 3].

2. Нарушение показателей биохимического анализа крови является доказательством расстройства биоэнергетических и синтетических процессов [2].

3. Для всех анализируемых показателей свойственна зависимость от стадии опухолевого процесса: чем более поздняя стадия, тем вероятнее отклонение показателей от референтных значений и риск развития осложнений.

4. После проведенного хирургического лечения наблюдалась положительная динамика анализируемых показателей.

#### **Список литературы**

1. Ватутин, Н. Т. Лимфопения: основные причины развития / Н. Т. Ватутин, Е. В. Ещенко // Архив внутренней медицины. – 2016. - № 2. – С. 22-27.
2. Птушкин, В. В. Анемии и дефицит железа у онкологических больных / В. В. Птушкин // клиническая онкогематология. Фундаментальные исследования и клиническая практика. – 2013. - № 1. – С. 91-96.
3. Соимова, О. В. Тромбозы и тромбоэмболии в онкологии. Современный взгляд на проблему / О. В. Соимова, А. В. Маджуга, А. Л. Елизарова // Злокачественные опухоли. – 2014. - № 3. – С. 172-176.

## АГРЕГАЦИЯ ФОРМЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КАК МАРКЕР ВОСПАЛЕНИЯ У ПАЦИЕНТОВ С МОЧЕКАМЕННОЙ БОЛЕЗНЬЮ

*Реутова Н.О.,*

*Балыкина А.О.*

«Донецкий национальный медицинский университет им. М.Горького»,

г. Донецк

*gistologia@dnmu.ru*

**Введение.** В ходе патогенеза заболеваний мочевыделительной системы происходит провоспалительная активация лейкоцитов, сопровождающаяся активацией звена гемостаза [1]. Установлено, что тромбоциты вступают во взаимодействие с клетками неспецифического иммунитета, образуя агрегаты [2,3]. Данные кооперации располагаются не только в зоне патологического процесса, но и циркулируют в периферической крови [3]. Тромбоцитарно-лейкоцитарные агрегаты (ТЛА) могут использоваться в роли информативного маркера воспалительного ответа при мочекаменной болезни.

**Цель.** Изучить изменения гематологических показателей при воспалительном ответе у пациентов с мочекаменной болезнью (МКБ) по сравнению с группой условно здоровых волонтеров.

**Материалы и методы.** Исследована периферическая кровь пациентов с диагнозом МКБ (n=25), забор которой произведен на этапе госпитализации в стационар. Контрольную группу составили условно здоровые волонтеры (n=6). Произведен анализ лейкоцитов. Подсчет тромбоцитарно-лейкоцитарных агрегатов осуществлен микроскопически в мазках периферической крови, окрашенных по Паппенгейму – ТЛА (%). За агрегат принимался лейкоцит, несущий на поверхности  $\geq 1$  тромбоцитов. Анализ результатов произведен в статистическом пакете MedCalc Software2010. Различия приняты достоверными при  $P \leq 0,05$ .

**Результаты.** У пациентов с МКБ на момент госпитализации протекала фаза острого воспалительного процесса, вследствие которого повышена активность клеток белого ростка крови. В общем анализе крови у пациентов наблюдалось развитие лейкоцитоза  $9,3 \pm 1,0 \cdot 10^9/\text{л}$ , в то время как в группе контроля количество лейкоцитов составляло  $5,7 \pm 0,5 \cdot 10^9/\text{л}$  ( $P=0,009$ ). При активации лейкоцитов происходит индукция тромбоцитов с образованием межклеточных комплексов – ТЛА. При исследовании мазков периферической крови выявлены агрегаты, включающие кооперации тромбоцитов и нейтрофилов (их количество преобладало), моноцитов, эозинофилов, лимфоцитов. При подсчете ТЛА обнаружена тенденция к увеличению показателя у пациентов с МКБ –  $9,5 \pm 1,3$  %, по сравнению с

группой контроля –  $4,0 \pm 1,6$  %. Сравнивая клеточный состав агрегатов, обнаружены следующие закономерности: а) количество тромбоцитарно-нейтрофильных коопераций преобладает в исследуемой группе  $8,9 \pm 1,8$  % в сравнении с контролем  $2,1 \pm 1,5$  % ( $P=0,05$ ); б) значение тромбоцитарно-лимфоцитарных агрегатов группы контроля  $1,2 \pm 0,9$  % выше показателя пациентов с МКБ  $0,2 \pm 0,1$  % ( $P=0,05$ ). В то же время при оценке коопераций тромбоцитов с моноцитами и эозинофилами не было выявлено статистически значимых различий, что может быть связано с меньшим вовлечением данных клеток в ТЛА. Следовательно, образование межклеточных коопераций является маркером процесса воспаления, в то время как механизмы их образования не ясны до конца.

**Выводы.** При анализе показателей периферической крови у пациентов с МКБ выявлено следующее: 1) у исследуемой группы отмечается лейкоцитоз, что свидетельствует о протекании воспалительной реакции; 2) показатели ТЛА пациентов с МКБ превышают результаты контрольной группы, что свидетельствует о параллельной активации иммунного ответа и звена гемостаза, их тесной взаимосвязи; 3) в составе коопераций с тромбоцитами преобладают сегментоядерные нейтрофилы, ниже количественные показатели лимфоцитов, моноцитов, эозинофилов; 4) значения нейтрофилов, вовлеченных в ТЛА, превышают данные здоровых лиц, противоположный результат получен для лимфоцитов, что может свидетельствовать о различии механизмов межклеточных взаимодействий.

### Список литературы

1. Осиков М.В., Федосов А.А., Суровяткина Л.Г. Межклеточные взаимодействия в крови в патогенезе нарушений гемостаза у больных хронической почечной недостаточностью, находящихся на гемодиализе // *Фундаментальные исследования*. – 2013. – №7–2. – С. 364-369.
2. Солпова О.А., Аветисян М.А., Терешков П.П., Солпов А.В., Витковский Ю.А. Участие TCR  $\alpha\beta$ - И  $\gamma\delta$ - Т лимфоцитов, Р-селектина в формировании клеточно-тромбоцитарных коагрегатов // *ЭНИ Забайкальский медицинский вестник*. – 2016. – №2. – С. 71-79.
3. Витковский Ю.А., Кузник Б.И., Солпов А.В. Итоги 10-летнего исследования механизмов лимфоцитарно-тромбоцитарной адгезии // *Забайкальский мед. вестник*. – 2008. – №3. – С. 30-35.

## ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ КОРРЕЛЯТЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗРИТЕЛЬНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

*Серикова Ю.М.,  
Кочура Д.А., к.б.н.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк  
*d.a.kochura@rambler.ru*

Изучение индивидуальных особенностей нейродинамического обеспечения зрительной чувствительности у женщин с разной психической активностью показало, что во время темновой адаптации женщины с высокой активностью в среднем различают на 22,0 % меньше строк ( $p < 0,05$ ). При пониженном освещении они обнаруживают тенденцию к замедленному различению объекта яркостью 0,35 асб и повышению световой чувствительности. Успешность различения объекта яркостью 0,22 асб и острота зрения не отличаются от таковых у низкоактивных испытуемых. У активных женщин пониженная различительная способность зрительного анализатора обусловлена связями с общемозговой лабильностью ( $r = 0,62$ ), индивидуальным темпом движений ( $r = 0,52$ ), выносливостью НС ( $r = -0,56$ ) и степенью доминирования возбуждения ( $r = 0,52$ ). При этом начальные этапы обнаружения сигнала обусловлены преимущественно частными, а поздние – общими свойствами НС. Световая чувствительность у них связана с частными свойствами зрительного анализатора (темновая адаптация  $r = 0,70$ , адаптация при пониженном освещении  $r = -0,73$ ). Наименьшим количеством зависимостей характеризуется острота зрения, связанная только с лабильностью возбуждения ( $r = 0,62$ ). У женщин с пониженной общей психической активностью скорость темновой адаптации связана с остротой зрения ( $r = 0,63$ ). Большую роль в определении скорости темновой адаптации играют у этой группы эмоциональность ( $r = -0,80$ ), адаптивность ( $r = 0,84$ ) и экстраверсия ( $r = 0,62$ ). Острота зрения при пониженном освещении коррелирует с общемозговой лабильностью ( $r = 0,59$  на начальных этапах и  $r = -0,68$  на поздних), величиной теппинга ( $r = 0,69$ ), слабостью НС ( $r = 0,53$ ), лабильностью торможения ( $r = 0,74$ ). Следовательно, уровень общей психической активности существенно не влияет на сенсорную составляющую восприятия (характеристики периферических отделов анализаторов и, следовательно, абсолютные пороги чувствительности). Повышение уровня общей психической активности отражает динамику общесистемных свойств, влияющих на временные параметры чувствительности зрительного анализатора (скорость адаптации).

## НАРУШЕНИЕ МЕТАБОЛИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ У СУХОСТОЙНЫХ КОРОВ И НЕТЕЛЕЙ ПРИ ГЕСТОЗЕ БЕРЕМЕННЫХ

*Тресницкий С.Н.,*

*Авдеенко В.С.,* д. в. н., профессор

Саратовский государственный аграрный университет  
имени Н.И. Вавилова, Российская Федерация

**Введение.** В последние годы установлено, что ведущим механизмом возникновения и развития гестоза беременных является спазм микроциркуляторного сосудистого русла плаценты, повышение свёртываемости крови и дисфункция почек, что приводит к нарушению кровотока в артериальном русле фетоплацентарного комплекса и снижению объема циркуляции крови в системе мать – плацента – плод [1, 2]. P.F. Surai et. al. [3] отмечают, что микроэлемент селен стимулирует синтез антител, повышает бактерицидную активность и активизирует поствакцинальный ответ на введение биопрепаратов и тем самым стабилизирует антиоксидантную систему защиты. В работах [4, 5] показано, что метаболизм селена, всосавшийся в ткани животного, фиксируется глобулинами белков.

**Цель исследования.** Определение изменения статуса системы «ПОЛ – АОЗ» при гестозе беременных на фоне субклинического кетоза.

**Материал и методы.** Подопытную группу сухостойных коров и глубокостельных нетелей с гестозом в сочетании с симптомами субклинического кетоза составили животные с полным симптомокомплексом: артериальная гипертензия (АДС –  $136,1 \pm 2,85$  мм рт ст), протеинурия (содержание белка в моче  $3,0 \pm 0,49$  г/л), отеки в области тазовых конечностей, брюшной стенки, подгрудка. Для гематологических исследований кровь брали перед утренним кормлением. Биохимические исследования крови проводили на анализаторе CIBA – CORING 288 BLOOD GAS SYSCEM (производство США).

Статистический анализ данных проводился при помощи стандартных программ Microsoft Excel 2000 SPSS 10.0.5 for Windows.

**Результаты исследований.** Из полученных материалов следует, что у коров с патологией беременности уже на начальном этапе ее развития отмечено увеличение содержания в крови промежуточного продукта пероксидации липидов – МДА на 43,0 % (с  $1,04 \pm 0,14$  до  $1,49 \pm 0,12$  мкмоль/л,  $p < 0,05$ ) и активизация системы антиоксидантной защиты, как компенсаторной реакции на повреждающее действие продуктов перекисного окисления. Активность возросла на 14,3 %, содержание стабильных метаболитов оксида азота – на 38,0 %, витамина С – на 24,1 %. В то же время содержание витамина Е, не синтезирующегося в организме, снизилось на

13,1 % (с  $11,2 \pm 0,89$  до  $9,9 \pm 1,20$  ммоль/л), что связано со значительным его расходом при нейтрализации токсических продуктов перекисного окисления липидов. При анализе концентраций двойных связей в крови следует отметить, что у глубокостельных нетелей и сухостойных коров с гестозом наблюдается их повышение на 20,46 %, при субклиническом кетозе на 15,74 % и на 34,13 % при синдроме «кетоз-гестоз». Уровень диеновых конъюгатов в крови нетелей и коров субклиническим кетозом в сравнении с гестозом беременных был статистически значимо повышен ( $p < 0,05$ ), а с синдромом «кетоз-гестоз» в 1,87 раза ( $p < 0,01$ ). Концентрация промежуточных продуктов кетодиенов и сопряженных триенов в крови нетелей и коров с гестозом статистически значимо повышено в 1,75 раза в сравнении с субклиническим кетозом и в 3,54 раза с сочетанным синдромом «кетоз-гестоз» ( $p < 0,01$ ).

У нетелей и коров с диагнозом субклинический кетоз активность глутатиона окисленного ( $2,879 \pm 0,32$  мкмоль/л) и супероксиддисмутазы ( $1,736 \pm 0,37$  усл. ед) была ниже, чем в группе сравнения (гестоз беременных –  $2,146 \pm 0,56$  мкмоль/л; и  $1,323 \pm 0,29$  усл. ед; синдром «кетоз-гестоз» –  $1,747 \pm 0,26$  мкмоль/л и  $1,087 \pm 0,34$  усл. ед, соответственно), что свидетельствует о снижении активности не только неферментативного, но и ферментативного звена антиоксидантной защиты.

**Заключение.** Среди изученных показателей наименьшей чувствительностью – 26,0 % и специфичностью – 43,0 % характеризуется восстановленный глутатион. Концентрация промежуточных продуктов кетодиенов и сопряженных триенов в крови глубокостельных нетелей и сухостойных коров при субклиническом кетозе статистически значимо повышено в 1,75 раза в сравнении с гестозом беременных и в 3,54 раза при синдроме «кетоз-гестоз». Содержание малонового диальдегида при субклиническом кетозе составляет 1,125 мкмоль/л, при гестозе беременных повышается в 1,11 раза, а при синдроме «кетоз-гестоз» в 1,35 раза.

### Список литературы

1. Авдеенко, В.С. Структуропостроение сыворотки крови, мочи и околоплодных вод при гестозе беременных животных / В.С. Авдеенко, П.В. Родин, М.А. Кучерявенков // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий. – ИЦ «Наука» Саратов, 2016. – С. 50 – 54.
2. Алехин, Ю.Н. Перинатальная патология у крупного рогатого скота и фармакологические аспекты ее профилактики и лечения Автореф. дисс. док. вет. наук. / Ю.Н. Алехин. – Воронеж, 2013. – 45 с.
3. Jacques, K.A. Selenium metabolism in animals. The relationship between dietary selenium form and physiological response / K.A. Jacques // th. Science and Technology in the Feed Industry, Proc. 17 Alltech Annual Symp.- Nottingham University Press. – 2001. – P. 319-348.
4. Edens, E.W. Potential for organic selenium to replace selenite in poultry diets / E.W. Edens // Zootech. Intern. 1997. – Vol. 20. – P. 28-31.
5. Surai, P.F. Is organic selenium better for animals than inorganic sources? / P.F. Surai, J.E. Dvorska // Feed Mix. – 2001. – Vol. 9. – P. 8-10.

## ХАРАКТЕР ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В СКЕЛЕТНОЙ МЫШЦЕ БЕЛЫХ КРЫС В ДИНАМИКЕ РАЗВИТИЯ ГИДРОКОРТИЗОНОВОГО ГИПЕРКОРТИЦИЗМА

*Труш В.В.<sup>1</sup>, Соболев В.И.<sup>2</sup>*

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

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского»  
*ver.trush@yandex.ru*

**Введение.** Естественные глюкокортикоиды и их синтетические аналоги, наряду с позитивными клиническими эффектами, оказывают выраженное негативное влияние на нервно-мышечную, иммунную, костную и ряд других систем в связи с конечным катаболическим эффектом на их структуры. Несмотря на достаточно хорошую изученность проявлений стероидной миопатии, в том числе ятрогенного характера, многие механизмы ее развития до конца не установлены.

**Целью** исследования явилось изучение характера функциональных изменений в мышце смешанного типа с преобладанием быстрых волокон (*m. tibialis anterior*) в динамике развития ятрогенного гиперкортицизма, моделируемого длительным введением фармакологических доз гидрокортизона.

**Методика.** Эксперименты проводились на половозрелых крысах-самках (190-220 г), разделенных на 2 группы: контрольную (n=10) и опытную (n=30, ежедневно получали гидрокортизона ацетат, Г, внутрибрюшинно в дозе, адекватной терапевтической для человека, – 3 мг/кг). В последующем опытная группа была разделена на 3 подгруппы (n=10 в каждой), получавшие Г на протяжении 15, 30 и 60 дней. На наркотизированных животных (тиопентал натрия, 100 мг/кг) с помощью методов электромиографии и эргографии изучали некоторые параметры функционального состояния передней большеберцовой мышцы в условиях вызванного ее сокращения до и после выполнения утомляющей работы. Сокращение мышцы индуцировали путем раздражения сверхпороговым электрическим током малоберцового нерва.

Для оценки статистической достоверности различий между центральными тенденциями сравниваемых групп использовали t-критерий Стьюдента, предварительно убедившись в том, что распределение значений в исследуемых вариационных рядах близко к нормальному (W-тест Шапиро-Уилка, Statistica, 7.0) Значения  $p < 0,05$  рассматривали как статистически достоверные.

**Результаты.** Длительное введение Г в фармакологической дозе (3 мг/кг) вызывало фазные изменения функционального состояния передней

большеберцовой мышцы: первоначальное некоторое улучшение (спустя первые 15 инъекций), последующее выраженное ухудшение (спустя 30 дней введения препарата) и дальнейшее стремление к нормализации (по окончании 2-х месячного периода введения), отражающее некоторую адаптацию нервно-мышечной системы к длительному введению гидрокортизона в постоянной дозе.

На начальных этапах развития ятрогенного гиперкортицизма, спустя первые 15 дней введения Г, существенного ухудшения функционального состояния нервно-мышечного аппарата не наблюдалось, напротив, имело место укорочение латентного периода М-ответа (на 13 %), некоторое ускорение одиночных сокращений (на 45 %), увеличение силы и скорости тетанического сокращения (на 87 % и 108 % соответственно). Все это является следствием активирующего влияния Г, как стрессового гормона, на нервно-мышечную систему. Вместе с тем, на начальных этапах гидрокортизонового гиперкортицизма (спустя 15 инъекций Г), несмотря на улучшение ряда электрофизиологических и сократительных параметров мышцы, все же наблюдались и определенные патологические признаки: не типичное для контроля удлинение латентного периода М-ответа (на 25 %) после выполнения утомляющей работы, появление у 20 % особей псевдополифазных потенциалов, выраженное облегчение у части особей (20 %) синаптической передачи (до 80 %) при стимуляции нервно-мышечного аппарата с оптимальной частотой (30 имп/с). Все эти признаки косвенно свидетельствуют в пользу начинающегося развития патологий в синаптическом аппарате и повышения гетерогенности мышцы.

По мере углубления ятрогенного гиперкортицизма, спустя 30 дней введения Г, наблюдалось выраженное ухудшение состояния нервно-мышечного аппарата, сопровождавшееся развитием стероидной миопатии, основными проявлениями которой служили: удлинение латентного периода М-ответа (на 15 %) и уменьшение его амплитуды (на 36 %) на фоне неизменной длительности, некоторое увеличение частоты полифазных потенциалов (до 30 %), уменьшение количества активируемых двигательных единиц (на 42 %) и мышечной массы (на 14 %), снижение амплитуды одиночных сокращений (на 32 %) и удлинение фазы их укорочения (на 20 %), уменьшение скорости и силы тетанического сокращения (на 41 %), укорочение периодов максимальной работоспособности мышцы (на 44 %) и полурасслабления (на 33 %). Кроме того, спустя 30 инъекций Г развивались определенные нарушения в нервно-мышечной передаче, проявлявшиеся в уменьшении ее надежности, лабильности и весьма выраженном облегчении (до 240 %) при стимуляции малоберцового нерва с частотой 30 имп/с, что указывает в пользу исходной заблокированности синапсов.

По окончании 2-х месячного периода введения Г латентный период, амплитуда и длительность М-ответов, амплитуда и длительность одиночных сокращений, скорость и сила тетанического сокращения возвращались к



уровню контроля, а частота полифазных потенциалов уменьшалась (до 10 %). Вместе с тем, при высокой частоте стимуляции нерва (70 имп/с) наблюдалась сниженная относительно контроля лабильность синапсов, у 30 % особей сохранялись признаки сниженной надежности синаптической передачи, а у 50 % особей – исходной заблокированности синапсов. Вместе с тем, несмотря на нормализацию ряда электрофизиологических и сократительных параметров мышцы по окончании 2-х месячного периода введения Г, мышечная масса оставалась сниженной (на 14 %), количество активируемых двигательных единиц – уменьшенным (на 38 %), а продолжительность периодов максимальной устойчивой работоспособности мышцы и периода полурасслабления при тетаническом сокращении – укороченными (на 38% и 34 % соответственно). Все это свидетельствует в пользу сохранности определенных патологических изменений в нервно-мышечном аппарате, в том числе, повышенной утомляемости мышцы.

Авторы выражают искреннюю признательность ученым всемирно известной Казанской физиологической научной школы, достижения которых [1-4] регулярно учитывают при планировании экспериментов, анализе и трактовке собственных результатов.

#### **Список литературы**

1. Гиниатуллин А.Р., Гришин С.Н., Гиниатуллин Р.А. Влияние гидрокортизона на модулирующие эффекты пуринов в нервно-мышечном соединении // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. – 2000. – №10. – С. 1293-1299.
2. Бухараева Э.А., Никольский Е.Е. Изменение кинетики вызванной секреции квантов медиатора – эффективный механизм модуляции синаптической передачи возбуждения // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. – 2010. – Т. 96, №8. – С.766-777.
3. Маломуж А.И., Никольский Е.Е. Неквантовое выделение ацетилхолина в нервно-мышечном синапсе млекопитающего: зависимость от внеклеточной концентрации ионов магния и кальция // Доклады академии наук. – 2010. – Т. 430, №2. – С. 277-280.
4. Kovyazina I, Tsentsevitsky A., Nikolsky E., Bukharaeva E. Kinetics of acetylcholine quanta release at the neuromuscular junction during high-frequency nerve stimulation // European Journal of Neuroscience. – 2010. – V. 32. – P. 1480-1489.

## НЕФРОТИЧЕСКИЙ СИНДРОМ У КОРОВ

*Хащина А.Ю., Пищугина Н.А., Савенкова В.А.,  
Шарандак В. И., к.в.н, доцент*

ГОУ ЛНР «Луганский национальный аграрный университет», г. Луганск  
*nusa\_lnau@mail.ru*

Патология почек у животных, в частности у крупного рогатого скота, является одной из наиболее сложных и малоизученных проблем в ветеринарной медицине [1, 2].

**Цель исследования** – провести исследования функционального состояния почек у коров с нефротическим синдромом.

**Материалом исследования** были коровы красно-пестрой породы, принадлежащих СООО им. Энгельса Новопсковского района Луганской области в количестве 50 голов.

Определяли в сыворотке крови остаточный азот с реактивом Неслера, свободный аминный азот по реакции с нингидрином, общий белок биуретовым методом, белковые фракции нефелометрически; в сыворотке крови и моче – мочевины с диацетилмонооксимом, краетинин в реакции Яффе (метод Поппера); в моче – глюкозу и белок индикаторными полосками.

**Результаты исследований.** При клиническом исследовании отмечали угнетение общего состояния коров, в большинстве случаев снижение эластичности кожи и ее сухость. Частота пульса у 46,7 % сухостойных и 29,7 % дойных коров была выше физиологического предела. У 50,6 % животных наблюдали ослабление сердечных тонов, у 5,2 % – расщепление первого тона. Конъюнктивы бледная или бледно-розовая. При вибрационной перкуссии участка почек болезненность наблюдали лишь у 11,4 % коров, отсутствие болезненности у остальных указывает преобладание дистрофических изменений в почках. У 5,2 % коров отмечали отеки век.

Нами установлено достоверное ( $p < 0,001$ ) снижение уровня общего белка в сыворотке крови до  $69,7 \pm 1,0$  г/л у 42 % сухостойных и  $71,6 \pm 0,8$  г/л у 50 % дойных коров, по сравнению с клинически здоровыми животными. Гипопротеинемия сопровождалась диспротеинемией, которая развивалась, главным образом, вследствие гипоальбуминемии. Содержание альбуминов имело тенденцию к снижению. У 56,5 % сухостойных коров содержание альбуминов  $37,1 \pm 1,0\%$ , у 68,8 % коров дойного стада в среднем  $34,7 \pm 1,9\%$  ( $p < 0,001$ ). Содержание белка в моче в среднем у сухостойных коров  $0,56 \pm 0,13$  г/л ( $p < 0,01$ ), а у коров дойного стада протеинурия более выражена –  $1,34 \pm 0,49$  г/л, о чем также свидетельствует и соотношение белок/креатинин, которое у глубокоостельных коров с нефротическим

синдромом составило в среднем  $0,71 \pm 0,2$ , а у коров дойного стада –  $3,09 \pm 1,0$ .

Развитие нефротического синдрома сопровождается ростом концентрации остаточного азота у 44,4% глубоководных коров на 36,8 % (более 40 мг/100 мл). У 31,2 % больных коров дойного стада количество небелкового азота было на 14,7 % больше, чем у клинически здоровых.

Содержание мочевины у 21,0 % сухостойных и 31,0 % дойных коров превышает физиологическую границу и составляет в среднем  $4,1 \pm 0,2$  и  $4,8 \pm 0,25$  ммоль/л соответственно.

Отмечаем достоверное ( $p < 0,05$  и  $p < 0,001$ ) повышение концентрации креатинина в сыворотке крови на 51,3 % у сухостойных и на 36,6 % у коров дойного стада и снижение в моче до  $7,4 \pm 0,9$  ммоль/л и  $4,4 \pm 0,5$  ммоль/л соответственно.

Реакция мочи щелочная, величина рН ее у сухостойных коров составила  $8,17 \pm 0,34$ , у дойных –  $8,56 \pm 0,13$ . Относительная плотность мочи у 4,3 % коров находилась в пределах от 1,004 до 1,038 г/мл, что является показателем нарушения концентрационной функции почек. В моче обнаруживали кетоновые тела. В 28,6 % пробах мочи уровень глюкозы у сухостойных коров составил  $1,23 \pm 0,24$  ммоль/л, а у дойных –  $1,55 \pm 0,5$  ммоль/л.

### **Выводы**

1. Нефротический синдром проявляется нарушением фильтрационной, реабсорбционной, экскреторной и концентрационной функций почек и характеризуется ростом в сыворотке крови содержания остаточного азота, мочевины и креатинина, белка (в 6,4 раза) и глюкозы (в 3,07 раза).

2. Диагностика нефротического синдрома у коров основывается на результатах исследования мочи (протеинурия, гипокреатинурия, гипоазотурия, глюкозурия) и крови (гиперазотемия, гиперкреатининемия, гипоальбуминемия).

### **Список литературы**

1. Кондрахин И. П. Полиморбидность внутренней патологии // Вісник Білоцерків. держ. аграр. ун-ту. – Біла Церква, 1998. – Вип. 5, ч. 1 – С. 79 – 83.
2. Левченко В.І., Сахнюк В.В. Поліморбідність патології у високопродуктивних тварин // Вісник Білоцерків. держ. аграр. ун-ту. – Вип. 3, ч.1. – Біла Церква, 1997. – С. 89 – 92.

## ФОРМЫ РЕАКТИВНОСТИ ОРГАНИЗМА БЕРЕМЕННЫХ С ТЯЖЁЛОЙ ПРЕЭКЛАМПСИЕЙ

*Хохлова С.В.,*

*Литвинова Е.В.*, к.м.н., доцент

«Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького»,

г. Донецк

*contact@dnmu.ru*

**Цель исследования.** Определение формы реактивности организма беременных с тяжелой преэклампсией.

**Материал и методы.** Изучены формы реактивности 74 беременных с физиологическим течением беременности (30 женщин – 1 группа) и осложненной тяжелой преэклампсией (44 женщины – 2 и 3 группы). Выраженность стресс-реакции организма женщин определяли по уровню гормона коры надпочечников кортизола и содержанию диеновых конъюгатов в сыворотке крови.

**Результаты.** Уровень кортизола в сыворотке крови беременных 1 группы составлял  $635,4 \pm 12,3$  нмоль/л. У беременных 2 группы показатели гормона оказались существенно выше и ниже контрольного спектра. Так у 26 обследуемых женщин эти значения превышали контрольные в 2,4 раза, тогда как у остальных 18 – были меньше в 1,2 раза. Это послужило основанием для деления больных с преэклампсией на 2 группы: с более высокими показателями, указывающими на гиперреактивность организма (2 группа), с более низкими, характеризующими гипореактивность организма (3 группа). Изменения концентрации диеновых конъюгатов тесно коррелировали с показателями кортизола. В 1 группе эти значения составляли  $3,07 \pm 0,03$  Е/мл. У беременных 2 группы концентрация диеновых конъюгатов превышала контрольные в 1,3 раза, а в 3 группе – была в 1,3 раза ниже нормы.

**Выводы.** Таким образом, неосложненная беременность характеризуется нормореактивностью организма женщины. Преэклампсия беременных протекает на фоне нарушенной реактивности организма: по гипер- и гипотипу. Для преэклампсии беременных на фоне гиперреактивности организма характерны высокий уровень кортизола и чрезмерная активация диеновых конъюгатов. При гипореактивности у беременных с преэклампсией отмечается относительно низкий уровень кортизола и недостаточная активация диеновых конъюгатов. Выделение особенностей течения преэклампсии с учетом типа нарушения реактивности организма требует дифференцированных подходов к проведению терапии данного осложнения беременности.

## **ВЛИЯНИЕ ИЗОЛИРОВАННОГО ОТКАЗА ОТ КУРЕНИЯ ТАБАКА НА ПОКАЗАТЕЛИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АДАПТАЦИИ У ВОЕННОСЛУЖАЩИХ С ПРЕДШЕСТВУЮЩИМ СТАЖЕМ ПОДЗЕМНЫХ РАБОТ В УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ**

*Чуркин Д.В.,*

*Ластков Д.О.,* д.м.н., профессор

«Донецкий национальный медицинский университет

им. М. Горького», г. Донецк

*contact@dnmu.ru*

**Предмет исследования (наблюдения).** Показатели функциональной адаптации военнослужащих, имеющих предшествующий стаж подземного труда в угольных шахтах.

**Цель исследования.** Оценка влияния изолированного отказа от курения в течение 6 месяцев на показатели функциональной адаптации военнослужащих, имеющих предшествующий стаж подземного труда в угольных шахтах.

**Методы исследования.** В основную группу включили 30 военнослужащих войсковой части N внутренних войск МВД ДНР (ВВ МВД ДНР) с предшествующим стажем подземного труда в угольных шахтах. Определяли адаптационный потенциал по Р.М. Баевскому, индекс Робинсона, индекс Скибинской, индекс адаптации по Гаркави Л.Х. перед началом исследования и спустя 6 месяцев после полного отказа от курения табака, реализованного с помощью индивидуальной психологической установки. Контрольную группу 1 составили 30 военнослужащих из той же части, с сопоставимыми показателями стажа подземных работ в угольной шахте, которым не удалось достоверно уменьшить количество выкуриваемых сигарет. Контрольную группу 2 составили военнослужащие той же части, которые на протяжении 60 месяцев не курили табак.

Определяли средние величины, достоверность оценивали при помощи t-критерия Стьюдента, зависимость определяли при помощи коэффициента корреляции Пирсона.

**Основные выводы.** Установлены следующие результаты, которые необходимо учитывать личному составу медицинской службы при внедрении мероприятий здорового образа жизни среди личного состава войсковых частей:

1. Военной служба является родом деятельности угрозамым по развитию затяжных форм расстройств адаптации у лиц [1] с предшествующим профессиональным маршрутом подземного труда в угольной шахте, курение табака способствует развитию расстройств функциональной адаптации у военнослужащих [2].

2. Изолированный отказ от курения табака в основной группе позволил в течение 6 месяцев добиться изменения ( $p < 0,05$ ) среднего значения АП за счет уменьшения показателя ЧСС и САД ( $p < 0,05$ ), в контрольной группе 1 и контрольной группе 2 различия с предшествующим периодом отсутствовали ( $p > 0,1$ ).

3. Уменьшилась доля военнослужащих основной группы отнесенных в группу неудовлетворительной адаптации, увеличилась доля военнослужащих, отнесенных в группу удовлетворительной адаптации ( $p < 0,05$ ) по значению АП.

4. Среднее значение индекса адаптации по Л.Х. Гаркави в основной группе изменилось до ( $p < 0,05$ ), за счет параллельного изменения среднего значения относительного количества лимфоцитов и сегментоядерных лейкоцитов ( $p < 0,05$ ).

5. Было установлено отсутствие достоверных изменений средних значений индекса Робинсона и индекса Скибинской, в основной группе по сравнению с предшествующим периодом и контрольной группой 1, что свидетельствует о необходимости применения дополнительных методов адаптации кардио-респираторного комплекса и системы базового энергетического обмена.

**Заключение.** Установленные результаты определяют необходимость применения препаратов и биологически активных добавок у военнослужащих первого полугодия службы, отказавшихся от курения табака с целью оптимизации показателей кардио-респираторного комплекса и системы базового энергетического обмена, что позволит добиться формирования резерва адаптации, который позволит обеспечить снижение заболеваемости и рост военно-профессиональной работоспособности [3].

### Список литературы

1. Коршевер, Н.Г. Психосоматические аспекты адаптации военнослужащих к условиям военно-профессиональной деятельности / Н. Г. Коршевер, Ю. Р. Дорфман // Бюллетень медицинских интернет-конференций. – 2011. – № 7. – С. 89–91.
2. Оценка эффективности применения комплекса биологически активных добавок для адаптации военнослужащих после перенесенной пневмонии / Д.В. Чуркин, Е.С. Гасендич, О.Н. Долгошапко, Д.О. Ластков // Медицина в Кузбассе. – 2016. – № 4. – С. 9–13.
3. Чуркин, Д.В. Влияние пищевого фактора на военно-профессиональную работоспособность и функциональную адаптацию военнослужащих с учетом их предшествующего профессионального маршрута / Д. В. Чуркин, Д. О. Ластков // Архив клинической и экспериментальной медицины. – 2016. – Т. 25, № 1. – С. 50–58.

## ОЦЕНКА ХАРАКТЕРА ВЛИЯНИЯ ДЛИТЕЛЬНО ВВОДИМОГО АРГИНИНА НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СКЕЛЕТНОЙ МЫШЦЫ БЕЛЫХ КРЫС

*Шиян Н.В., Лушенко Т.Р., Матюхина М.И.,  
Труш В.В., к.м.н., доцент*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк  
*ver.trush@yandex.ua*

В последнее время появляются сведения относительно способности аргинина оказывать позитивное влияние на функциональные состояние скелетной мускулатуры в норме и патологии [1-3]. Вместе с тем, положительный эффект аргинина и его посредника NO на сократительные способности скелетных мышц носит дискуссионный характер [4], что, вероятнее всего, связано с принципиально разными эффектами низких и высоких доз аргинина и соответственно NO. Так, рядом авторов установлено, что влияние NO на отдельные процессы в различных тканях неоднозначно и разнонаправлено [5], а его эффекты зависят от концентрации в клетках, наличия кислорода, метаболитов оксидантного стресса и антиоксидантов, которые могут изменять его количество, сигнальную функцию и физиологическую активность [5, 6]. Определенную роль в характере влияния аргинина на скелетную мускулатуру, по всей видимости, играет и длительность его применения, а также исходное функциональное состояние скелетных мышц.

**Целью исследования** явилось изучение эффектов длительно вводимого (на протяжении от 10 до 60 дней) аргинина (Арг) в фармакологической дозе (100 мг/кг) на функциональное состояние скелетной мышцы смешанного типа с преобладанием быстрых волокон (передней большеберцовой).

**Методика.** Эксперименты проводились на половозрелых крысах-самках (190-210 г), первоначально разделенных на 2 группы: контрольную (n=10, К-группа) и опытную (n=30), подвергавшуюся ежедневному введению аргинина («Кардиоаргинин», «Здоровье», Украина) в дозе, адекватной терапевтической для человека – 100 мг/кг, на протяжении 10 (10Арг-группа, n=10), 30 (30Арг-группа, n=10) и 60 (60Арг-группа, n=10) 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.** Установлено, что уже спустя первые 10 дней введения Арг наблюдаются позитивные изменения в функциональном состоянии исследуемой мышцы: увеличение в сравнении с контролем мощности

тетанического сокращения (на 48 %), удлинение периодов максимальной (на 38 %) и субмаксимальной (на 39 %) ее работоспособности. Кроме того, мышца животных 10Арг-группы характеризовалась повышенной устойчивостью к утомлению, в пользу чего свидетельствует отсутствие уменьшения амплитуды М-ответов и увеличения их длительности, а также уменьшения амплитуды одиночных сокращений и количества активируемых двигательных единиц мышцы после выполнения утомляющей работы, типичные для контрольных животных. Спустя 30-60 дней введения Арг, наряду с имевшими место у животных 10Арг-группы позитивными изменениями, отмечается к тому же увеличение в сравнении с контролем массы мышцы (на 13-29 %), исходной амплитуды М-ответов (на 54-59 %) и одиночных сокращений (на 25-29 %) на фоне укорочения латентного периода одиночных сокращений (на 16-18 %), повышение внешней работы мышцы при тетаническом сокращении (на 32-31 %), существенное увеличение его мощности (на 134-133 %) и продолжительности периодов максимальной (на 85-100 %) и субмаксимальной (на 72-76 %) работоспособности. Все эти факты указывают в пользу увеличения степени синхронизации возбуждения и сокращения в мышце, улучшения ее силовых характеристик, работоспособности и устойчивости к утомлению под влиянием Арг.

**Заключение.** Полученные в модельных экспериментах на животных в условиях *in situ* данные свидетельствуют о способности Арг в дозе, адекватной терапевтической для человека (100 мг/кг), улучшать функциональные параметры скелетной мышцы.

### Список литературы

1. Ломоносова Ю.Н. Защитное действие L-аргинина на белки m. soleus при функциональной разгрузке мышцы / Ю.Н. Ломоносова, Г.Р. Каламकारов, А.Е. Бугрова [и др.] // Биохимия. – 2011. – Т. 76, вып. 5. – С. 701-712.
2. Маль Г.С. Влияние L-аргинина на неоангиогенез при экспериментальной ишемии конечности / Г.С. Маль, Е.Б. Артющкова, Д.В. Полянский // Научный альманах. – 2015. – №10-3(12). – С. 341-343.
3. Арапова А.И. Окислительная модификация белков сердечной и скелетной мускулатуры крыс под влиянием субстрата синтеза оксида азота / А.И. Арапова, М.А. Фомина // Вестник Пермского университета. – 2016. – №1. – С. 71-79.
4. Evangelista A.M. Direct regulation of striated muscle myosins by nitric oxide and endogenous nitrosothiols / A.M. Evangelista, V.S. Rao, A.R. Filo [et al.] // PLoS One. – 2010. – Vol. 18, 5(6). – P. e11209. doi: 10.1371/journal.pone.0011209.
5. Малахов В.А. Проблема оксида азота в неврологии / В.А. Малахов, А.Н. Завгородняя, В.С. Лычко. – Сумы: СумГПУ им. А.С. Макаренко, 2009. – 242 с.
6. Гудков Л.Л. Антиоксидантное и прооксидантное действие доноров и метаболитов оксида азота / Л.Л. Гудков, К.Б. Шумаев, Е.И. Каленикова [и др.] // Биофизика. – 2007. – Т. 52, №3. – С. 503-509.



## **РОЛЬ СЕМЕЙСТВА СЕЛЕКТИНОВ В КАСКАДЕ АДГЕЗИВНЫХ ПРОЦЕССОВ ФОРМЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КРОВИ**

*Юрьева А. С.,*

*Балыкина А. О.*

«Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького»,

г. Донецк

*Alinaengland@yandex.ru*

**Актуальность.** Семейство селектинов принимает участие в различных физиологических и патологических процессах (рост и регенерация тканей, иммунные реакции); играет важную роль в патогенезе наиболее распространенных заболеваний, таких как аллергия, венозный тромбоз, вирус иммунодефицита человека (ВИЧ), инсулин-зависимый сахарный диабет.

**Целью** работы является изучение строения, роли и особенностей физиологии семейства селектинов форменных элементов крови, а также механизмов взаимодействия лейкоцитов с эндотелием и тромбоцитами.

**Практическое применение.**

Углубленное понимание роли семейства селектинов в процессе связывания лейкоцитов с клетками эндотелия может обеспечить детальное понимание различных вариантов течения болезней на молекулярном уровне.

**Новизна.** В настоящее время изучение молекулярных механизмов межклеточных коопераций посредством селектинов стремительно развиваются [1]. Освещение и детальное рассмотрение данной темы необходимо для дальнейшего углубленного понимания роли гематологических маркеров воспаления, а также коррекции течения иммунологических реакций. Остается дискуссионным вопрос роли селектинов в онкологических процессах, а также в фаза процесса оплодотворения.

Семейство селектинов относится к группе молекул межклеточной адгезии [2]. Молекулы межклеточной адгезии – это связанные с плазматической мембраной белки, которые обеспечивают механическое взаимодействие клеток друг с другом. Часто это молекулы, которые пронизывают мембрану и присоединены к цитоскелету. С их помощью клетки при движении могут фиксироваться к другим клеткам или перемещаться по внеклеточному матриксу. Во многих случаях отдельная молекула межклеточной адгезии способна взаимодействовать не с одним, а с несколькими лигандами, для чего служат разные участки связывания.

Селектины – поверхностные углевод-связывающие белки (лектины), участвующие в установлении различных временных межклеточных адгезивных взаимодействий в условиях гемодинамики [3].

Классификация селектинов:

L-селектин – располагающийся на поверхности лейкоцитов; участвует в транслокации лейкоцитов из крови в лимфоидную ткань, где они взаимодействуют с антигеном.

P-селектин (на тромбоцитах и на эндотелиоцитах, локально активированных воспалительной реакцией) – в случае повреждения ткани и после стимуляции эндотелия тромбином, гистамином или реактивно окисленными веществами, P-селектин способен быстро секретироваться из клетки на поверхность. Действует совместно с E-селектином

E-селектин (на активированных эндотелиальных клетках) – вырабатывается клетками эндотелия в случае воспалительного повреждения ткани, например, инфицировании, и способствует рекрутированию нейтрофилов из циркулирующей крови к месту повреждения. Он служит клеточным рецептором к сialiновым углеводам на поверхности нейтрофилов.

**Вывод.** Таким образом, необходимо отметить, что селектины имеют схожее молекулярное строение, однако, их экспрессия происходит на различных по локализации клетках (тромбоцитах, лейкоцитах и эндотелии).

#### Список литературы

1. Пинегина Н.В. Лейкоцитарно-тромбоцитарные комплексы в патогенезе острого коронарного синдрома. Часть 1 // Креативная кардиология. – 2016. – Т. 10, № 2. – С.128-135.
2. Bevilacqua M.P. Selectins / M.P. Bevilacqua, R.M. Nelson // J. Clin. Invest. – 1993. – Vol. 91. – P.379-387.
3. McEver R.P. Selectins: initiators of leucocyte adhesion and signalling at the vascular wall // Cardiovasc. Res. – 2015. – Vol.107, №3. P.331–339.

## **ОЦЕНКА ГЕНОТОКСИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ С ПОМОЩЬЮ МИКРОЯДЕРНОГО ТЕСТА У ГОРНОРАБОЧИХ С ХРОНИЧЕСКИМИ ОБСТРУКТИВНЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ ЛЕГКИХ**

*Яковецкая А.А.,*

*Степанова М.Г.,* к.б.н., доцент

Донецкий национальный университет им.М.Горького, г. Донецк

*biologia@dnmu.ru*

**Актуальность.** Угледобывающая промышленность характеризуется комплексом вредных и особо опасных условий труда, которые сопутствуют возникновению и росту профессиональных заболеваний у шахтеров. К таким условиям относят: повышенную запыленность воздушной среды, изменение газового состава воздуха (снижение содержания кислорода, увеличение концентрации углекислого газа, поступление в атмосферу шахты метана, оксида углерода, сероводорода, сернистого газа, оксидов азота, взрывных газов и т.д.), производственный шум и вибрацию, нерациональное освещение и вентиляцию, вынужденное положение тела, нервно-психическое, зрительное, слуховое перенапряжение, тяжелый физический труд, а также повышенную опасность травматизма. Вероятность возникновения заболевания или травм отягощается подземным стажем [1].

В структуре профессиональной заболеваемости шахтеров лидирующее место занимают заболевания органов дыхания (хронические обструктивные заболевания легких), вызванные влиянием шахтных аэрозолей [1, 2].

Все вышеперечисленные факторы влияния на здоровье горнорабочих в большей или меньшей степени обладают мутагенным действием и оказывают генотоксический эффект на цитогенетический аппарат клетки.

**Целью** данного исследования являлась оценка цито- и генотоксических эффектов с помощью микроядерного теста (МЯТ) буккальных эпителиоцитов горняков с хроническими обструктивными заболеваниями легких (ХОЗЛ), с многолетним стажем подземной работы [3].

**Материалы и методы.** Материалом исследования служили образцы буккального эпителия горняков с ХОЗЛ. Взятие биологического материала проводилось в 2016-2017 году на базе КЛПУ «Областная клиническая больница профзаболеваний», г. Донецк. Работа выполнялась с соблюдением норм медицинской этики и деонтологии. Группа исследуемых состояла из 17 мужчин. Критерием отбора являлся возраст 50-75 лет, и повторное обращение в лечебное учреждение. Критерии исключения из исследования: пациенты, имеющие диагностированные заболевания нервной системы, злокачественные новообразования, острые воспалительные процессы. В группу контроля вошли 10 сотрудников шахт, без подземного стажа работы.

Микроядерный тест проводили по стандартным методикам [3]. Мазки клеток эпителия слизистой ротовой полости окрашивали кармином и генциан-виолетом. Анализ препаратов осуществляли под микроскопом **XS-3330 MICROmed** при увеличениях 10×40 и 10×100. На препарате подсчитывали число клеток с микроядрами, а также проводили анализ других типов aberrаций (протрузии, ядра атипичной формы, многоядерность), просматривая не менее 1000 клеток. Статистическую обработку данных проводили с помощью пакета программ «Stadia».

**Результаты и обсуждение.** Слизистая оболочка участвует в иммунных реакциях организма, поэтому состояние эпителия полости рта является информативным показателем, отражающим в динамике реакцию организма человека на воздействия экзогенных повреждающих факторов. Анализ препаратов эпителиоцитов горнорабочих показал увеличение доли клеток с микроядрами в 7,2 раза. Клетки, имеющие два ядра, регистрировались в биоматериале шахтеров в 3,1 раза чаще, что является показателем нарушения пролиферации. Суммарный показатель цитогенетических нарушений (протрузии типов «пузырек», «разбитое яйцо», «язык») у исследуемой группы превышал показатели контрольной группы в 3,4 раза. При регистрации кариологических показателей были выявлены клетки, находящиеся на разных стадиях деструкции ядра, что является признаком некроза клеток. Доля клеток с ядрами атипичной формы у шахтеров численно не отличалась от контрольной группы [4].

**Заключение.** Полученные результаты свидетельствуют о том, что комплекс факторов производственной среды угледобывающих предприятий оказывает токсическое воздействие на генетический аппарат клеток горнорабочих. Это объясняется пролонгированным действием химических мутагенов воздушной среды шахт на течение митозов, процессы цитокинеза в этих клетках и показатели клеточного гомеостаза.

#### **Список литературы**

1. Костюк И.Ф., Капустник В.А., Брыкалин В.П., Калмыков А.А. Профессиональные болезни: Учебное пособие. – Харьков: ХГМУ, 2007. – 155 с.
2. Карнаух Н.Г, Ковальчук Т.А. Актуальные вопросы профессиональной пылевой патологии легких. – К.: Книга, 2004. – 104 с.
3. Микроядерный тест на буккальных эпителиоцитах / В.В. Юрченко и др. // Полиорганный микроядерный тест в эколого-гигиенических исследованиях. – М.: Гениус, 2007. – С. 220-267.
4. Волобаев, В.П. Оценка цитогенетического статуса работников шахт с различными легочными профессиональными патологиями / В.П. Волобаев, М.Ю. Сеницкий, А.С. Казицкая // Сборник тезисов 18-й Международной Пушинской школы-конференции молодых ученых «Биология – наука XXI века». – 2014. – С. 323-324.
5. Казицкая // Сборник тезисов 18-й Международной Пушинской школы-конференции молодых ученых «Биология – наука XXI века». – 2014. – С. 323-324.

УДК 543.24

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОДНОВРЕМЕННОГО ТИТРИМЕТРИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАДМИЯ И СУЛЬФАТОВ В ОДНОЙ СИСТЕМЕ

*Беспалова А.И.,*

*Стецик В.В.*, канд. хим. наук, доцент

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*vasylstets@ua.fm*

На данный момент важным направлением развития аналитической химии и классической титриметрии в частности, является разработка методов отдельного определения компонентов сложных смесей. Современная методика расчета ионных равновесий позволяет рассчитывать кривые титрования не только отдельных элементов, но и сложных смесей, в случае, когда можно подобрать условия, при которых титрование основывается не на одной титриметрической реакции, а на титриметрических реакциях нескольких типов. Рассчитать кривые титрования можно как вручную, что является достаточно долгим и трудоемким процессом, так и при помощи математических компьютерных программ. Вид и характеристики полученных данным способом кривых титрования позволяют выбирать условия титрования, при которых компоненты можно определить отдельно.

Этот метод сокращает количество необходимых опытов, экономит реактивы и время. Тем не менее, даже расчет кривых титрования с использованием техники – процесс, требующий достаточно большой теоретической базы. Для создания системы нужен теоретический анализ ионных равновесий, а также правильная количественная оценка относительной устойчивости или растворимости соединений в рассматриваемых условиях

Рассмотрим систему в которой происходит одновременно комплексометрическое и осадительное титрование: 100мл (0.1 М  $\text{CdSO}_4$  + 0.1 М  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) + 20 мл ацетатного буфера (рН=5) + V мл 0.1 М  $\text{Na}_2\text{BaY}$ . Нужно определить характеристики скачков и подобрать методы регистрации конечных точек титрования. Расчет проводим упрощенно, без учета образования ацетатных и сульфатных комплексов.

Очевидно, что в системе возможно выпадение осадка  $\text{BaSO}_4$ , Одновременно происходит образование комплекса кадмия с этилендиаминтетраацетат – анионом  $\text{CdY}^{2-}$  потому, что его константа

устойчивости на много порядков больше, чем константа устойчивости  $\text{BaY}^{2-}$ . Таким образом, в системе происходят одновременно две титриметрические реакции различных типов.

Расчет кривой комплексонометрического титрования при постоянном рН значительно удобнее провести с применением условных констант устойчивости комплексов  $\text{MeY}^{2-}$ . Для вычисления условных констант устойчивости надо сначала найти мольные доли катионов,  $\alpha(\text{Y}^{4-})$  и  $\alpha(\text{HY}^{3-})$  с использованием констант диссоциации этилендиаминтетрауксусной кислоты [1, с. 303].

При рН=5 мольная доля  $\alpha(\text{Y}^{4-}) = 3.5 \cdot 10^{-7}$ , мольная доля  $\alpha(\text{HY}^{3-}) = 0.070$ . С использованием констант устойчивости гидроксокомплексов из справочника [1, с. 309] мольные доли катионов  $\alpha(\text{Cd}^{2+}) = 1.0$  и  $\alpha(\text{Ba}^{2+}) = 1.0$ .

Условные константы устойчивости вычисляем через концентрационные константы [1, с. 328] и мольные доли:  $\beta'(\text{CdY}^{2-}) = [\text{CdY}^{2-}] / (C'(\text{Cd}^{2+}) \cdot C'(\text{Y}^{4-})) = =\beta \cdot \alpha_{\text{M}} \cdot \alpha_{\text{Y}} = 10^{16.46} \cdot 1 \cdot 3.5 \cdot 10^{-7} = 1.0 \cdot 10^{10}$ . Аналогично условные константы  $\beta'(\text{CdHY}^-) = 10^{9.1} \cdot 1 \cdot 0.070 = 9 \cdot 10^7$ ,  $\beta'(\text{BaY}^{2-}) = 21$ , а  $\beta'(\text{BaHY}^-)$  еще меньше. Сравнение значений условных констант устойчивости при рН = 5 показывает, что в расчете комплексонометрического титрования достаточно учитывать образование только комплекса  $[\text{CdY}^{2-}]$ , другие комплексы существенного влияния на характеристики кривой не имеют. Учет ацетатных и сульфатных комплексов кадмия и бария также не способен существенно повлиять на характеристики кривой потому, что эти комплексы имеют небольшую устойчивость. Составляем систему уравнений, учитывающую комплексонометрическое (образование комплекса  $[\text{CdY}^{2-}]$ ) и одновременно осадительное титрование (образование осадка  $\text{BaSO}_4$ ) в одной системе.

- 1)  $[\text{CdY}^{2-}] / (C'(\text{Cd}^{2+}) \cdot C'(\text{Y}^{4-})) = 1.0 \cdot 10^{10}$ ,
- 2)  $[\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}] = 1.1 \cdot 10^{-10}$ ,
- 3)  $[\text{SO}_4^{2-}] + C_{\text{oc}}(\text{BaSO}_4) = C1 + C2$ ,
- 4)  $[\text{Ba}^{2+}] + C_{\text{oc}}(\text{BaSO}_4) = C3$ ,
- 5)  $C'(\text{Cd}^{2+}) + [\text{CdY}^{2-}] = C1$ ,
- 6)  $C'(\text{Y}^{4-}) + [\text{CdY}^{2-}] = C3$ ,
- 7)  $\text{pBa} = -\lg([\text{Ba}^{2+}])$ ,
- 8)  $\text{pCd} = -\lg(C'(\text{Cd}^{2+}) \cdot \alpha(\text{Cd}^{2+}))$ .

В системе уравнений  $C'(\text{Y}^{4-})$  – общая концентрация  $\text{Y}^{4-}$  у всех формах протонизации, кроме связанного в комплексы с металлом. Обозначаем величины через  $(C'(\text{Cd}^{2+}) = x1, C'(\text{Y}^{4-}) = x2, [\text{CdY}^{2-}] = x3, [\text{Ba}^{2+}] = x4, [\text{SO}_4^{2-}] = x5, \text{количество молей осадка на литр равновесного раствора } C_{\text{oc}}(\text{BaSO}_4) = x6 \text{ и т. д. по порядку и вводим в программу Maple.}$

Оценим характеристики скачков. Кривая комплексонометрического титрования имеет высокие характеристики: индекс крутизны  $5 \cdot 10^4 \text{ л}^{-1}$ , скачок от -0.1% до +0.1% эквивалентного объема составляет 2.7 рCd. Кривая осадительного титрования имеет удовлетворительные характеристики: индекс крутизны  $7 \cdot 10^3 \text{ л}^{-1}$ , скачок от -0.1% до +0.1% эквивалентного объема составляет 1.6 рBa.

Один из возможных вариантов регистрации первой КТТ (комплексометрического) заключается в применении ионоселективного электрода на кадмий (титровать до значения  $pCd = 5.7$ ). Этот тип электродов применяют в титрованиях [2, с. 177], его рабочий диапазон концентраций  $10^{-1} - 10^{-6}$  М [3, с. 202].

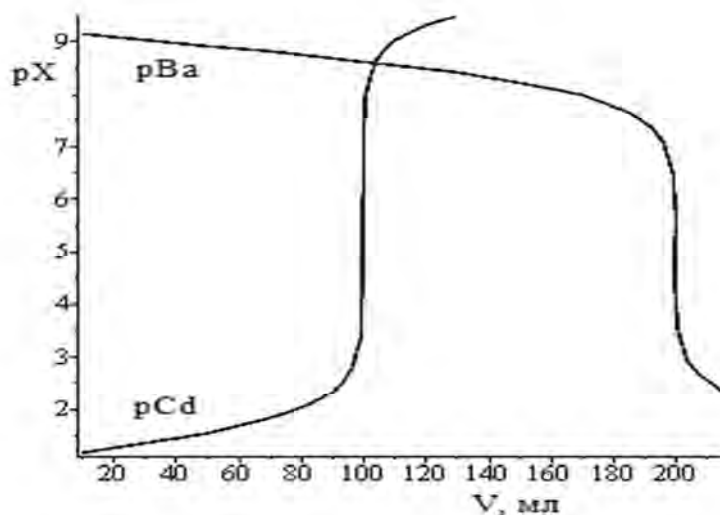


Рис. 1. Кривые осадительного ( $pBa$ ) и комплексометрического ( $pCd$ ) титрования при  $pH=5$ , полученные в одном титровании, 100мл смеси ( $0.1M CdSO_4 + 0.1M Na_2SO_4$ ): раствором  $0.1M Na_2BaY$

Для регистрации второй КТТ можно применить ионоселективный электрод на барий, который опробован при потенциометрическом титровании сульфатов [2, с. 177] (титровать до  $pBa = 5.0$ ). Возможны и индикаторные способы регистрации второй КТТ, в них для уменьшения растворимости осадка целесообразно при завершении титрования добавлять этанол или ацетон, что значительно улучшает характеристики титрования. После выхода из 1-ого скачка можно развести пробу примерно в два раза этанолом (или ацетоном) и добавить индикатор, например, карбоксиарсеназо (цвет фиолетовый-синий) [4].

На приведенные характеристики кривых титрования не влияет присутствие катионов жесткости воды и анионов, не дающие прочных комплексов с барием и кадмием.

#### Список литературы

1. Лурье Ю. Ю. Справочник по аналитической химии / Ю. Ю. Лурье. – М.: Химия, 1989. – 448 с.
2. Корыта И. Ионоселективные электроды / И. Корыта, К. Штулик: Пер. с чешского. – М.: Мир, 1989. – 272 с.
3. Симонова Т. Н. Ионоселективные электроды в анализе природных и промышленных объектов: учеб. пособие / Т. Н. Симонова, И. А. Шевчук. – Донецк: «Норд-компьютер», 2007. – 206 с.
4. Коренман И.М. Новые титриметрические методы. – М.: Химия, 1983. – 176 с.

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМПЛЕКСООБРАЗУЮЩИХ МОДИФИКАТОРОВ ПРИ АТОМНО- АБСОРБЦИОННОМ ОПРЕДЕЛЕНИИ СЛЕДОВ СВИНЦА

*Дрейзина А.Р.,*

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

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*alemasovaa@gmail.com*

Точный аналитический контроль микроколичеств соединений свинца необходим в экологическом и санитарном мониторинге, в токсикологических исследованиях. Наиболее распространенным стандартным методом контроля является электротермическая атомно-абсорбционная спектрометрия (ЭТААС), возможности которой ограничены матричными помехами. Специальные добавки – модификаторы – позволяют минимизировать эти помехи. Целью данной работы явилось исследование влияния комплексообразующих органических модификаторов на метрологические характеристики ЭТААС метода определения микроколичеств свинца.

В качестве модификаторов были выбранные органические реагенты, образующие с ионами свинца в растворе комплексы и содержащие донорные атомы различной природы. Это диэтилдитиокарбамат натрия (ДЭДТК), 4-(2-пиридил-азо)резорцин (ПАР), 8-оксихинолин (8-ОХ) и ксиленоловый оранжевый (КО). Для сравнения были исследованы также модификаторы, не образующие комплексы со свинцом, – это ализариновый красный, пирогаллоловый красный и пирокатехиновый фиолетовый.

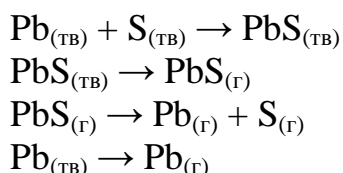
В оптимальных условиях измерения исследовали абсорбционность свинца в присутствии модификаторов. Группа модификаторов, куда входят КО, ПАР и 8-ОХ, образуют устойчивые комплексы с ионами свинца(II) в растворе, содержат донорные атомы азота и кислорода и увеличивают аналитический сигнал свинца. Модификаторы с другими донорными атомами и не образующие комплексы, практически не влияют на сигнал. Это обусловлено тем, что комплексообразующие модификаторы создают контролируемое химическое окружение атомов аналита и определяют итоговый механизм атомизации, т.е. химический состав того соединения, испарение и пиролиз которого дает свободные атомы свинца.

Были исследованы кривые пиролиза соединений свинца и установлено, что наиболее эффективные модификаторы увеличивают максимально допустимую температуру на этой стадии на 50–200°C. Ранее [1] была определена условная энергия активации реакции испарения восстановленного свинца с поверхности графита в присутствии КО. Разница энергий активации в присутствии модификатора и без него крайне незначительна и соответствует изменению энтальпии при физической



адсорбции за счет ван-дер-ваальсового взаимодействия между поверхностью и адсорбированной частицей. Т.е. термостабилизация может происходить вследствие образования на поверхности графита некоторого нестабильного переходного соединения за счет большого количества свободных радикалов на поверхности углерода.

Для прогнозирования возможного механизма атомизации было проведено термодинамическое моделирование процессов на поверхности атомизатора. Толстый слой пробы разбивали на подсистемы, контактирующие с поверхностью атомизатора (низ) и не контактирующую (верх). По результатам моделирования для трех наиболее эффективных модификаторов показано, что экспериментально найденная допустимая температура пиролиза хорошо совпадает с расчетной температурой для подсистемы «верх». Таким образом, эта величина может служить прогнозным параметром при выборе эффективных комплексообразующих модификаторов. Преобладающие соединения в конденсированной и газовой фазах позволяют предположить возможный механизм атомизации в присутствии модификаторов (индексами «ТВ» и «Г» обозначены твердая и газовая фазы):



Общепринятый механизм атомизации соединений свинца(II) сводится к восстановлению его оксида в конденсированной фазе с последующим испарением свободного металла. Из данных наших исследований видно, что модификаторы действительно изменяют механизм атомизации – оксид в конденсированной фазе либо отсутствует, либо присутствует в незначительных количествах.

Наиболее эффективные из исследованных модификаторов значительно снижают характеристическую массу свинца, т.е. повышают чувствительность определения. Характеристическая масса без модификаторов в 1,5-2 раза хуже, чем расчетное значение и экспериментально найденные массы другими авторами. В присутствии модификаторов значения характеристической массы снижается. Так, для 8-ОХ это значение близко к предельно возможному 8,5 пг.

### Список литературы

1. Алемасова, А.С. Высокотемпературные процессы превращения комплексообразователей и комплексов металлов в атомно-абсорбционном анализе: монография. – Донецк: ДонГУ, 1997. – 297 с.

## ТЕСТ-МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АНТИДЕТОНАЦИОННЫХ ПРИСАДОК В БЕНЗИНАХ

*Лучицкая Д.А.,*

*Рокун А.Н.,* канд. хим. наук, доцент

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*rokun@mail.ru*

Качество бензина является основным фактором при выборе топлива. От фракционного состава бензина зависит наличие ядовитых веществ в выхлопных газах, легкость и надежность пуска двигателя, полнота сгорания топлива, интенсивность износа деталей двигателя.

Для повышения октанового числа бензина в настоящее время во многих странах используют антидетонационные присадки на основе МТБЭ (метилтретбутилового эфира) для более лояльного отношения к окружающей среде.

Несмотря на то, что присадки на основе N-метиланилина (ММА), дициклопентадиенилжелеза (ферроцена), метилциклопентадиенилтрикарбонилмарганца (цимантрена) запрещены в России, Украине и странах Европы они продолжают широко применяться в топливной промышленности. По разным оценкам, на современном российском рынке реализуется от 30 % до 50 % некачественного топлива, содержащего вышеперечисленные присадки.

Одним из главных путей решения этой проблемы является мониторинг топлива с использованием простых и быстрых методов анализа, например, тест-систем.

Основными недостатками известных способов определения ММА, ферроцена и цимантрена в моторных топливах являются использование дорогого лабораторного оборудования, специальной посуды, что не дает возможности оперативного контроля топлива на месте взятия пробы.

Недостатками известных тест-средств являются также дороговизна реактивов и невозможность одновременного определения с помощью одного и того же тест-средства всех вышеперечисленных антидетонационных присадок.

Нами синтезирован модифицированный сорбент на основе диоксида кремния и хлорида железа(III) для разработки тест-метода определения ММА, ферроцена и цимантрена в бензине. Использование модифицированных силикагелей позволяет сочетать сорбционное концентрирование определяемого компонента из разбавленных растворов с его визуальным определением на поверхности индикаторного порошка.

Были исследованы оптимальные условия определения ММА, ферроцена и цимантрена в бензине с помощью индикаторной трубки: природа сорбента,

концентрация хлорида железа в сорбенте, длина и диаметр индикаторных трубок. Так же исследована зависимость высоты окрашенной зоны модифицированного сорбента в индикаторной трубке от концентрации исследуемых присадок. Зависимости для ММА имеет линейный характер, а для ферроцена и цимантрена - логарифмический характер.

Важным отличием от существующих тест-методик является возможность совместного определения ММА, ферроцена и цимантрена в бензине. Следует отметить, что метод не требует дорогостоящих реактивов, специальной посуды и подготовки оператора.

Таблица 1

Сравнение характеристик разработанной методики (1) с существующей тест-методикой (2)

Показатели	ММА		Ферроцен		Цимантрен	
	1	2	1	2	1	2
Интервал определяемых содержаний, %	0,1-5,0	0,1-2,0	0,2-25,0	0,01-1,00	25-500	5,0-200
Предел обнаружения, %	0,05	0,05	0,02	0,005	2,0	2,0
Относительное стандартное отклонение	0,1	0,1	0,1	–	0,09	–
Применяемые реактивы	хлорид железа	4-метокси-бензолдиазоний тетрафторборат	хлорид железа	гексацианоферрат калия	хлорид железа	метапериодат натрия
Цвет индикаторной зоны	коричневый	розовый-бордовый	голубой	голубой	насыщенно-оранжевый	розово-коричневый

Погрешность воспроизведения визуальных измерений составляет 10 %, что соответствует требованиям к тест-методам. Исходя из данных таблицы 1 следует, что разработанная методика определения изученных антидетонационных присадок не уступает существующим методикам.

Главным достоинством разработанной тест-системы является возможность использования одной индикаторной трубки для определения трёх антидетонационных присадок – ММА, ферроцена и цимантрена. Так же следует отметить, что метод не требует дорогостоящих реактивов, специальной посуды и подготовки оператора.

## СРАВНЕНИЕ СПОСОБОВ ПРОБОПОДГОТОВКИ УГЛЯ ПРИ АТОМНО-АБСОРБЦИОННОМ ОПРЕДЕЛЕНИИ РТУТИ

*Овсянников М.Е.,*

*Рокур А.Н.,* канд. хим. наук, доцент

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*rokun@mail.ru*

Основным источником загрязнения ртутью атмосферы и других объектов окружающей среды являются электростанции, работающие на угле. Ртуть относится к высокотоксичным элементам. Любые методики определения ртути в углях требуют разрушения пробы путём мокрого или сухого озоления. При этом возможны потери ртути в виде летучих соединений. Для устранения этого фактора используют дорогое оборудование, в котором пары ртути улавливаются золотыми амальгаматорами, либо проба угля сжигается в герметично закрытой среде, например тефлоновых бомбах.

Обнаружение ртути в следовых количествах является сложной аналитической задачей из-за её специфических физических и химических свойств и является одной из самых сложных аналитических проблем в атомно-абсорбционной спектроскопии (ААС).

Методы определения ртути, использующие предварительное разложение проб угля, содержат систематические погрешности, связанные с потерей ртути при разложении и значительным разбавлением анализируемых растворов проб. Международные и зарубежные стандартные методики определения ртути в углях с использованием атомно-абсорбционной спектроскопии предполагают предварительную минерализацию пробы, которая занимает от 1 до 8 часов в зависимости от условий проведения минерализации, после которой проводится количественное определение ртути в минерализате атомно-абсорбционным методом.

Разработана методика определения ртути широко распространенным и доступным атомно-абсорбционным методом с применением техники «холодного пара» с предварительным хемосорбционным концентрированием ртути из больших объемов минерализатов проб в малый объем поглотительного раствора. Была изучена возможность повышения чувствительности определения ртути в углях. При деструкции проб углей происходит значительное увеличение объема анализируемой пробы. Нами исследовано влияние объема пробы на величину аналитического сигнала.

Методика основана на минерализации проб угля с применением кислот и окислителей, восстановлении полученных соединений ртути боргидридом натрия, поглощении образовавшейся атомарной ртути в поглотительный

раствор  $\text{KMnO}_4$ , содержащий  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , и дальнейшем определении ртути на анализаторе ртути «Юлия-2М», используя в качестве восстановителя хлорид олова(II). Выбраны оптимальные условия минерализации, концентрирования и определения ртути.

С целью уменьшения потерь ртути на стадии пробоподготовки разработана методика определения, заключающаяся в обработке тонкоизмельченного порошка угля щелочным раствором боргидрида натрия. Для интенсификации диспергирования проб и выделения атомарной ртути из нанопор частиц угля использовали ультразвук. Правильность методики доказана методом добавок и сравнением со стандартным методом, использующим пробоподготовку угля в СВЧ печи. Методика отличается простотой, экспрессностью и хорошей воспроизводимостью результатов.

Таблица 1

Определение ртути в углях с различными методами пробоподготовки (n=5, P=0,95)

Метод пробоподготовки	Найдено Hg, мг/кг	
	$\bar{x} \pm \frac{t_{p,f} S}{\sqrt{n}}$	$S_r$
Кислотное разложение	0,095±0,004	0,04
Обработка щелочным раствором $\text{NaBH}_4$	0,069±0,006	0,09
СВЧ	0,11±0,006	0,06
Разработанная методика с применением $\text{NaBH}_4$ и ультразвука	0,097±0,003	0,03

Исходя из данных табл. 1 видно, что разработанная методика практически не уступает дорогому и сложному методу с использованием СВЧ. Методика отличается простотой, экспрессностью и хорошей воспроизводимостью результатов.

## ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА ПОДВИЖНОЙ ФАЗЫ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ГЛИФОСАТА И ИМИДАКЛОПРИДА МЕТОДОМ ТОНКОСЛОЙНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

*Ожигина Н.П.,*

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

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*shnatalina@mail.ru*

Как известно, попадание пестицидов в организм человека может привести к нарушениям работы иммунной, эндокринной, пищеварительной, кроветворной систем. Поэтому актуальной и важной задачей является контроль содержания пестицидов и их производных в объектах окружающей среды.

Наиболее часто используют такие пестициды как глифосат и имидаклоприд.

Для определения глифосата и имидаклоприда используют масс-спектрометрию, высокоэффективную жидкостную хроматографию, иммуноферментный анализ, др. методы. Недостатками этих методов являются сложность проведения анализа, высокая себестоимость, длительность, необходимость в высокопрофессиональном персонале.

В связи с этим, для определения пестицидов широко используется тонкослойная хроматография. Преимуществами метода тонкослойной хроматографии по сравнению с другими хроматографическими методами является простота техники работы, низкая стоимость и доступность оборудования. Одним из недостатков существующих (в том числе и стандартных) методик определения глифосата и имидаклоприда в различных объектах, является применение сложных систем и высокотоксичных растворителей, таких как метанол, ацетон, хлороформ, бензол.

Целью нашей работы являлось: поиск оптимальных систем подвижных фаз для определения глифосата, имидаклоприда и их производных методом тонкослойной хроматографии.

Выбор систем растворителей, обладающих меньшей токсичностью (чем в стандартных методиках) и удовлетворяющих требованиям к подвижной фазе проводили по следующему алгоритму.

1. Оценка физико-химических свойств аналита.
2. Выбор из миксотропного ряда нескольких растворителей близких по свойствам к определяемому веществу (принцип «подобное растворяет подобное»).
3. Оценка растворителя с точки зрения токсичности (ПДК), вязкости, давления насыщенного пара.
4. Экспериментальное определение  $R_f$  для данного аналита в каждом из растворителей.

## 5. Оптимизация состава систем растворителей с учетом токсичности.

Физико-химические характеристики исследуемых пестицидов были рассчитаны с помощью программы HyperChem 8.0.7

Работу в программе Hyper Chem начинали с построения структурных формул глифосата (рис. 1), его производного аминотетилфосфоновой кислоты, имидаклоприда (рис. 2) и его производных: 6-хлорникотиновой кислоты, ацетамиприда и получения их 3D-моделей.

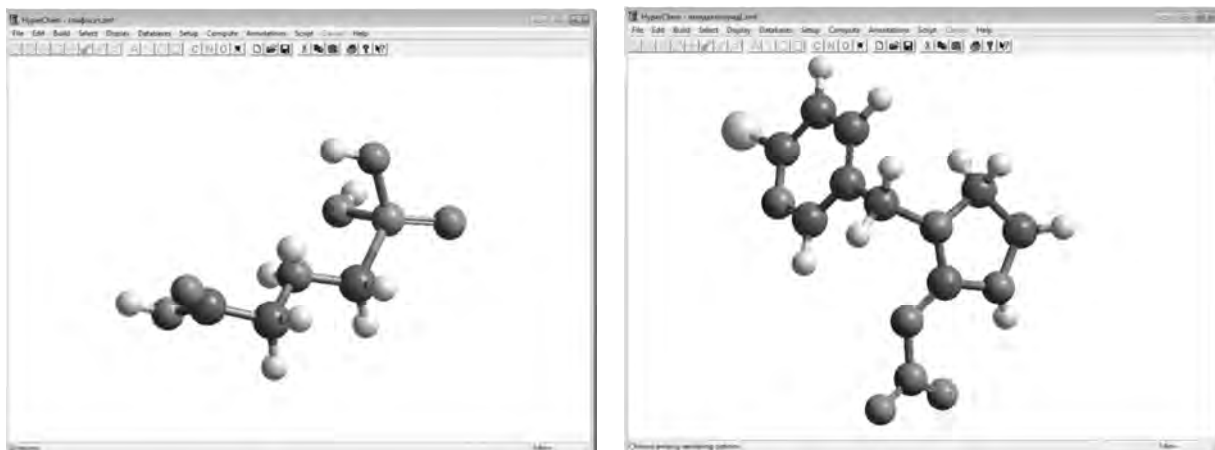


Рис. 1. 3D-модель молекулы глифосата    Рис. 2. 3D-модель молекулы имидаклоприда

В исходных данных выбирали стандартные ван-дер-ваальсовские радиусы атомов, стандартные диэдральные углы между связями и плоскостями. Оптимизацию молекулярной геометрии и расчет энергетических параметров проводили средствами программного комплекса HyperChem. Оптимизацию молекулярной геометрии и расчет энергетических параметров выполняли в приближении метода AM1.

В таблице представлены рассчитанные физико-химические характеристики исследуемых пестицидов и их производных (липофильность, поляризуемость, дипольный момент), которые оказывают значительное влияние на адсорбцию и элюирование веществ в тонком слое сорбента. Для общей упрощенной характеристики структурных параметров аналитов и оценки баланса их гидрофильных и гидрофобных свойств использовали параметр  $H$  – критерий гидрофобности Шатца.

Видно, что наиболее гидрофильными и полярными свойствами обладает глифосат, Об этом свидетельствуют: отрицательные величины критерия Шатца и липофильности. Аминофосфоновая кислота несколько менее гидрофильна. Имидаклоприд и его производные можно отнести к веществам средней гидрофобности.

Физико-химические свойства исследуемых пестицидов на основе расчетов с помощью программного комплекса HyperChem 8.0.7

Гербицид	Липофильность	Н-критерий Шатца	Поляризуемость	Дипольный момент
Глифосат	-0,59	-4,0	10,58	3,047
Аминофосфоновая кислота	-0,51	-3,0	6,19	1,076
Имидаклоприд	0,59	1,1	23,70	9,42
6-хлорникотиновая кислота	0,73	1,3	12,84	3,077
Ацетамиприд	1,55	3,0	21,21	5,001

В соответствии с полученными характеристиками из миксотропного ряда растворителей, приведенного в справочной литературе, были выбраны растворители, по своим физико-химическим свойствам, наиболее удовлетворяющие исследуемым пестицидам. Предпочтение отдавалось растворителям, отличающимся меньшей токсичностью (учитывали ПДК в воздухе рабочей зоны, давление насыщенного пара, класс опасности), поэтому из плана исследования был исключен метанол, бензол. В качестве неподвижной фазы использовали пластины «Сорбфил УФ-254» (ТУ 26-11-17-89). Для проявления пластин после хроматографирования и идентификации аналитов исследовали различные способы обнаружения. Установлено, что для глифосата и аминофосфоновой кислоты наиболее подходящим проявителем является нингидрин, который дает фиолетово-пурпурное окрашивание и нингидрин с нитратом меди, который усиливает окраску, давая насыщенный пурпурно-красный цвет. Для имидаклоприда наиболее подходит о-толидин, дающий синее окрашивание.

Для исследованных пестицидов и систем растворителей были установлены величины  $R_f$ .



## ПРИМЕНИМОСТЬ МЕТОДА БОЭМА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРУПП КИСЛОТНОГО ХАРАКТЕРА В ОКСИДЕ ГРАФИТА

*Падун О.М.,*

*Алемасова Н.В.*, канд. хим. наук

ГУ «Институт физико-органической химии и углехимии

им. Л.М. Литвиненко», г. Донецк

*nv.alemasova@yandex.ru*

Благодаря специфической квази-двумерной структуре и наличию различных кислородсодержащих функциональных групп, оксид графита все больше привлекает внимание исследователей, так как имеет множество практических применений. Весьма перспективно использование его в качестве предшественника графеноподобных наночастиц, компонента суперконденсаторов, биосенсоров для обнаружения целевых ДНК, полупроницаемых мембран для опреснения воды, эффективных противораковых препаратов и т.п.

В связи с этим весьма актуальным является определение количественного и качественного состава кислородсодержащих функциональных групп разной природы (гидроксильных, карбоксильных, карбонильных, эпоксидных, лактонных, пероксидных) в структуре оксида графита.

Количественное определение таких групп в оксиде графита сопряжено с рядом проблем. Во-первых, сложность и непостоянство химического состава самого объекта исследования. Качественный и количественный состав функциональных групп в оксиде графита, полученном с использованием разных по техническим параметрам графитов, с использованием разных окислителей, будет отличаться. Во-вторых, известные методы определения функциональных групп органических соединений [1] не лишены недостатков, в том смысле, что не учитывают возможность протекания побочных реакций реагентов с другими функциональными группами, присутствующими на поверхности оксида графита. В-третьих, не учитывается возможность протекания побочных реакций, приводящих к изменению состава других функциональных групп, например, появление возможных в сопряженных ароматических соединениях таутомерных форм.

Для определения количества функциональных групп кислотного характера в углеродных материалах (окисленных активированных углях, гуминовых и фульвокислотах, функционализированных нанотрубках и графеноподобных частицах, оксиде графита и пр.) классическим стал метод обратного титрования Боэма [2], по которому водную суспензию углеродного материала обрабатывают основаниями различной силы ( $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaOH}$ ) с последующим определением количества

непрореагировавшего реагента титрованием раствором кислоты. Однако противоречивые сведения о природе функциональных групп на поверхности оксида графита, возможное протекание неучитываемых побочных процессов при количественном определении функциональных групп вызывает необходимость детально рассмотреть процессы, протекающие при взаимодействии оксида графита с растворами щелочей и кислот.

Целью работы было исследование процессов, протекающих при кислотном титровании водной суспензии образцов оксида графита, синтезированных по наиболее часто используемым методам Хаммерса и Броди, и выяснение применимости титриметрического метода Боэма для определения содержания кислородсодержащих групп в оксиде графита.

Образцы оксида графита синтезировали по методам Хаммерса (ОГ-Х) [3] и Броди (ОГ-Б) [4] окислением природного графита Formula BT 2935APH (Superior Graphite Co, USA) дисперсностью 18 мкм с содержанием углерода 99,95 %. Элементный состав образцов оксида графита, определенный гравиметрическим методом после сжигания образцов оксида графита в кварцевой трубке в токе кислорода ОГ-Х и ОГ-Б составляет соответственно, % мас.: С – 34.03. и 41.37; Н – 3.71 и 3.42; S – 1.61 и менее 0.01; О – 60.69 и 55.21.

Было установлено, что водородный показатель суспензий образцов ОГ-Х и ОГ-Б ( $50 \text{ мг/см}^3$ ,  $0.1 \text{ M NaCl}$ ) существенно различается и составляет соответственно  $3.03 \pm 0.04$  и  $4.20 \pm 0.06$ . Для выяснения причины этого различия было проведено прямое и обратное титрование водной фазы после отделения ОГ-Х (что, по сути, представляет собой дополнительную стадию промывки оксида графита после стадии его высушивания). Характер кривой титрования соответствует титрованию сильной кислоты. Кислотность вторично приготовленной суспензии ОГ-Х после первоначального отделения водной фазы составляет  $4.17 \pm 0.04$ . Различие в кислотности водных суспензий оксидов графита, синтезированных по разным методам, связано с тем, что в случае с ОГ-Х серная кислота входит в межслоевое пространство оксида графита и полное удаление ее на стадии синтеза практически невозможно. При высушивании оксида графита происходит деинтеркалирование серной кислоты. Количество серной кислоты, входящей в межслоевое пространство ОГ-Х, определенное методами кислотного титрования и атомно-эмиссионным с индуктивно-связанной плазмой (по сере) составляет  $0.5 \text{ ммоль/г}$ , что совпадает с содержанием серы в образце ОГ-Х. То есть, более высокая, по сравнению с ОГ-Б, кислотность водной суспензии ОГ-Х обусловлена именно присутствием серной кислоты, а не природой функциональных групп ОГ-Х. Это обстоятельство является источником систематических ошибок при определении общего содержания групп кислотного характера методом Боэма.

При кислотном титровании оксид графита претерпевает изменения, причем они более ярко выражены для ОГ-Х. Добавление щелочи

к суспензии ОГ-Х приводит к её потемнению, причем оно остается и при обратном титровании кислотой.

Для выяснения процессов, протекающих при взаимодействии водных суспензий ОГ-Х и ОГ-Б с раствором щелочи рН реакционной смеси добавлением 0.1 М NaOH доводили до значения 11 и затем продували потоком аргона в течение 2 часов. Далее в реакционную смесь добавляли избыток 0.1 М HCl и улавливали выделяющийся углекислый газ, пропуская через насыщенный раствор Ba(OH)<sub>2</sub>. Установлено, что при обработке раствором щелочи водной суспензии ОГ-Х протекает реакция декарбонирования, выделяющийся CO<sub>2</sub> в этих условиях образует карбонаты. В случае суспензии ОГ-Б выделение CO<sub>2</sub> не наблюдали. Протекание в присутствии щелочи реакции декарбонирования ОГ-Х приводит к искаженным результатам определения общего содержания кислотных групп по методу Бозма.

Таким образом, исследованы процессы, протекающие при кислотно-основном титровании водных суспензий оксида графита, полученных по методам Хаммерса и Броди. Рассмотрены источники систематических ошибок при количественном определении функциональных групп кислого характера в ОГ-Х методом Бозма: значительные количества серной кислоты, внедренной в межслоевое пространство ОГ-Х и протекание реакции декарбонирования при его взаимодействии с раствором щелочи. В случае оксида графита по методу Броди применимость метода Бозма не вызывает сомнений.

#### Список литературы

1. Сиггиа С., Ханна Дж.Г. Количественный органический анализ по функциональным группам. – М.: Химия, 1983. – 672 с.
2. Boehm H.P. Some Aspects of the Surface Chemistry of Carbon-Blacks and Other Carbons // Carbon. - 1994. - Vol. 32, №5. – P. 759-769.
3. Hummers W.S. Offeman R.E. Preparation of graphitic oxide // J. Am. Chem. Soc. - 1958. – Vol. 80, №6. – P. 1339-1339.
4. Brodie B.C. On the atomic weight of graphite // Phil. Trans. R. Soc. Lond. – 1859. – Vol. 149. – P.249–259.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОБОПОДГОТОВКИ ПРИ АТОМНО-АБСОРБЦИОННОМ ОПРЕДЕЛЕНИИ МЕТАЛЛОВ В СМАЗОЧНЫХ МАСЛАХ**

*Поцелуева А.А., Шаменкова Ю.С.,  
Рокун А.Н., канд. хим. наук, доцент*

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

Важной характеристикой качества смазочных масел является их микроэлементный состав. В связи с этим осуществляется определение микрокомпонентов масел, которое имеет ряд основных целей: контроль качества масла, соответствие требованиям ГОСТ, выявление фальсификации; технологическую диагностику и воздействие на окружающую среду.

Анализ смазочного масла является сложной задачей из-за его реологических свойств и поэтому требует тщательной пробоподготовки. Существует несколько основных способов пробоподготовки при анализе нефтепродуктов: растворение, экстракция, мокрая минерализация, ультразвуковая пробоподготовка, высокотемпературное озоление, микроволновое разложение и эмульгирование. Наиболее перспективным является метод приготовления микроэмульсий проб. Использование микроэмульсий по сравнению с органическими растворами масел способствует уменьшению неселективного атомного поглощения и исключает необходимость использования металлоорганических стандартных образцов.

Ранее на кафедре аналитической химии, химического факультета ДонНУ была разработана методика определения металлоорганических соединений в бензине с подготовкой проб для ААС в виде микроэмульсий с применением поверхностно-активного вещества – додецилсульфата натрия. В настоящей работе была изучена возможность применения данного способа пробоподготовки для анализа смазочных масел.

В связи с тем, что масла имеют высокую вязкость, возникает необходимость предварительно растворять их в каком-либо растворителе. Была изучена растворимость масла в следующих растворителях: гептане, гексане, октане, этаноле, изопропиловом спирте, ацетоне, бутаноле, метилизобутилкетоне, метилтретбутиловом эфире, бензоле. Для интенсификации процесса растворения пробы использовали ультразвук. Наибольшая растворимость масла наблюдается при использовании бутанола.

С целью создания стабильной микроэмульсии было изучено влияние концентрации додецилсульфата натрия. Полученная микроэмульсия не расслаивается в течение нескольких дней. В этом является преимущество выбранного метода пробоподготовки перед другими методами.

По стандартной методике [1] пробу масла растворяют в керосине и распыляют в высокотемпературное пламя ацетилен-закись азота. При этом наблюдается значительная ионизация цинка и других металлов. Для подавления ионизации используются добавки супрессантов ионизации – маслорастворимых соединений калия.

В разработанной методике нет необходимости использования высокотемпературного пламени закись азота-ацетилена, так как вместо разбавления проб масла керосином нами предложено использование микроэмульсии масло-бутанол-додецилсульфат натрия-вода. В разработанной нами методике додецилсульфат натрия применяется в качестве поверхностно-активного вещества для создания микроэмульсии и одновременно выполняет роль супрессанта ионизации.

Разработанная методика имеет ряд преимуществ по сравнению со стандартной методикой. Она является экспрессной, исключает использование высокотемпературного пламени, супрессантов ионизации и металлорганических стандартных образцов, которые заменяют на доступные и более дешевые водные стандартные растворы металлов.

Проверку правильности разработанной методики атомно-абсорбционного определения кальция, магния и цинка в смазочном масле проводили методом добавок. Данные представлены в табл. 1.

Таблица 1

Проверка правильности атомно-абсорбционного определения кальция, магния и цинка методом добавок (n=5. P=0.95)

Металл	Введено, мкг/мл	Найдено, мкг/мл $\bar{x} \pm \frac{t_{p,f} S}{\sqrt{n}}$	S <sub>r</sub>
Кальций	0,050	0,051 ± 0,001	0,02
Цинк	0,050	0,049 ± 0,001	0,02
Магний	0,020	0,019 ± 0,001	0,04

### Список литературы

1. Масла смазочные. Определение концентраций бария, кальция, магния и цинка методом атомно-абсорбционной спектроскопии [Текст]: ГОСТ Р 52666 - 2006. – Введ. 2006-10-04. – М.: Изд-во стандартов, 2006. – 6 с.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ РТУТИ В ТВЕРДЫХ ОБРАЗЦАХ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ АТОМНО-АБСОРБЦИОННЫМ МЕТОДОМ

*Родкина С.Р., Светличная М.В.,*

*Рокун А.Н.*, канд. хим. наук, доцент

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*rokun@mail.ru*

Повышенный интерес к проблеме определения ртути в пищевых продуктах вызван высокой распространенностью этого элемента, наибольшей токсичностью по сравнению с другими тяжелыми металлами. Механизм токсичности ртути связывают с ее взаимодействием с SH-группами белков.

Для оценки неблагоприятных последствий воздействия ртути на человека и выявления тенденции увеличения содержания ртути решающее значение приобретает определение химических форм нахождения этого элемента в пищевых продуктах. Состояние соединений ртути влияет на экологическое равновесие и поэтому, важной является разработка высокочувствительных экспрессных методик определения ртути в пищевых продуктах с минимальной погрешностью.

Существующие в настоящее время стандартные методики не позволяют решать эти задачи. Так, по ГОСТ [1] содержание ртути в пищевых продуктах может быть определено с погрешностью фотометрическим методом 60 %, а атомно-абсорбционным методом с погрешностью 10 %, межлабораторных определений – 20 %. Методики с такой погрешностью не позволяют выявить измерение фонового содержания ртути до 20 % и более, что не позволяет своевременно проводить предупредительные меры по его снижению.

Еще одной проблемой при определении ртути являются потери летучей ртути при деструкции проб методами сухой и мокрой минерализации. В связи с этим в данной работе была изучена возможность определения ртути в твердых пробах растительного происхождения без предварительной деструкции, используя в качестве восстановителя соединений ртути боргидрид натрия, позволяющий проводить восстановление ртути из соединений любой степени устойчивости [2].

Разработка более точных методов контроля требует принципиально новых подходов. В атомно-абсорбционном методе анализа снижение погрешности возможно при более полном извлечении ртути из анализируемого объекта и полном переводе ее в виде атомарного пара в измеряемое пространство. Этого можно достигнуть предварительным восстановлением соединений ртути и выдуванием ее из большей навески или большого объема в малый объем поглотительного раствора с дальнейшим определением ртути атомно-абсорбционным методом холодного пара в концентрате.

Разработана новая методика, которая содержит следующие стадии:

– обработка тонкоизмельченного порошка пробы щелочным раствором боргидрида натрия, для интенсификации диспергирования проб и выделения атомарной ртути из нанопор частиц пробы использовали ультразвук;

– поглощение образовавшейся атомарной ртути в поглотительный раствор  $\text{KMnO}_4$ , содержащий  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;

– определение ртути в полученном концентрате на анализаторе ртути «Юлия-2М», используя в качестве восстановителя хлорид олова(II). Выбраны оптимальные условия минерализации, концентрирования и определения ртути.

Правильность методики доказана методом добавок и сравнением со стандартным методом, использующим кислотное разложение проб [1]. Методика отличается простотой, экспрессностью и хорошей воспроизводимостью результатов. Результаты определения ртути в некоторых продуктах представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты определения ртути в пищевых продуктах (n=5. P=0.95)

Продукты	Найдено Hg, мг/кг			
	по новой методике		по ГОСТ [1]	
	$\bar{x} \pm \frac{t_{p,f} S}{\sqrt{n}}$	$S_r$	$\bar{x} \pm \frac{t_{p,f} S}{\sqrt{n}}$	$S_r$
Какао	0,014±0,002	0,11	0,016±0,003	0,15
Гречневая мука	Менее 0,0005	–	Менее 0,0005-	–
Дрожжи хлебобулочные сушеные	0,012±0,002	0,13	0,010±0,002	0,16
Перец черный	0,042±0,004	0,076	0,041±0,006	0,11
Мед	Менее 0,0005	–	Менее 0,0005	–
Кориандр молотый	0,013±0,002	0,12	0,011±0,002	0,14
Паприка «Эко»	0,014±0,002	0,11	0,012±0,002	0,13
Мускатный орех молотый «Приправка»	0,0036±0,0004	0,088	0,0034±0,0006	0,15

### Список литературы

1. ГОСТ 26927-86. Сырье и продукты пищевые. Метод определения ртути [Текст]. – Введ. 2010-04-22. – М.: Изд. стандартов, 2002. – 12 с.
2. Алемасова, А.С. Аналитическая атомно-абсорбционная спектроскопия: Учебное пособие [Текст] / Алемасова А.С., Рокун А.Н., Шевчук И.А. – Севастополь: Вебер, 2003. – 327 с.

## **ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СОВРЕМЕННОМ ХИМИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ ДЛЯ НЕХИМИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ**

*Ташкинов Ю.А.,*

*Шевченко О.Н.,* канд. техн. наук

Донбасская Национальная академия строительства и архитектуры, г. Макеевка  
*chemistry@donnasa.ru*

На данном этапе развития, к сожалению, химическое образование имеет ряд пробелов и недостатков, особенно для нехимических специальностей. Проведенный анализ учебных пособий для нехимических вузов показал, что все они имеют традиционную схему изложения, которая была приемлема в течение нескольких десятилетий.

Для ряда студентов химия – достаточно сложный предмет для понимания. Есть немотивированные студенты, которые считают, что в жизни полученные знания не будут применяться.

Проблема, над которой работает наша кафедра: «Применение мультимедийных и дистанционных технологий в химическом образовании» В связи с этим мы исследовали применение различных ИКТ (информационно-коммуникационных технологий) и мультимедийных технологий, как средство мотивации и облегчения восприятия студентами строительных специальностей основных разделов программы.

1. Разрабатывается интерактивный справочник по химии, с использованием табличного редактора Microsoft (MS) Excel и макросов на языке программирования VBA (visual basic for application). Программа позволяет решать в полуавтоматическом режиме:

- Перевод градусов Цельсия в градусы Кельвина;
- Расчёт количества вещества по заданным объёму, количеству молекул, массе при н.у.;
- Расчёт количества вещества по уравнению Менделеева-Клапейрона;
- Расчёт молярной массы по заданной формуле;
- Расчёт массовой доли;
- Расчёт температурного коэффициента Вант-Гоффа;
- Решение пропорций и квадратных уравнений;
- Расчёт плотности растворов;
- Расчёт относительной плотности газов;
- Разделение и определение ряда катионов по кислотно-основной классификации [1];
- Расчет коэффициентов активности;
- Расчёт коэффициента градуировочного графика;



– Решение задач по определению формулы вещества по заданной массовой доле его в веществе;

Также программа включает ряд справочных таблиц с использованием [2], обобщается справочный материал.

2. Ряд компьютерных программ имеют потенциал, как образовательный ресурс на занятиях по химии (обзор):

– MS PowerPoint с надстройкой iSpring Suite 8 позволяет создавать интерактивные образовательные ресурсы, тесты, электронные книги. С использованием данной технологии созданы интерактивные тесты для подготовки к экзаменам по химии для нехимических специальностей.

– MS Excel с использованием макросов VBA и формул массивов позволяет решать системы уравнений. Также рассмотрена возможность создания интерактивного тестирования (которое, однако, уступает по качеству тестам в программе iSpring Suite). С использованием данных технологий также создан ряд тестовых заданий, а также внедряется применение данного редактора таблиц для расчётов лабораторных и индивидуальных расчётных работ, с целью оптимизации рабочего времени.

– Создание тестов с использованием средств создания веб-страниц (язык гипертекстовой разметки html)

– Применение программы HyperChem 8, как наглядного пособия для изучения основ строения органических веществ и наглядного их представления.

– Применение программы «Редактор блок-схем» с целью планирования химического эксперимента.

– Использование программного математического комплекса Maple 17 с целью оптимизации математических расчётов результатов экспериментов, а также подведения итогов лабораторных и индивидуальных расчётных работ [3] В частности, данное программное обеспечение использовалось для решений систем уравнений, наглядного представления графиков зависимостей. Рассматривается более широкое внедрение данной технологии, однако, на данный момент используется только для прикладных математических расчётов при решении расчётных индивидуальных работ.

– Использование возможностей облачных технологий (YandexDisk, DropBox, GoogleDisk), а также социальных сетей, как дополнительного мощного инструмента в дистанционном образовании, которое особенно актуально в нашем регионе.

– Использование программ Wunderlist, GoogleCalendar, X-Mind, Evernote, как мощных средств тайм-менеджмента как для преподавателей, так и студентов.

Планируется апробация интерактивных тестов, электронного справочника, программ для расчёта и для тайм-менеджмента на студентах нашего вуза. На данный момент студенты проходят тестирование с использованием автоматизированных систем для создания тестов и дистанционных технологий, которые, однако, значительно уступают в

функционале созданным вручную технологиям, которые преподаватель может настроить под себя, для решения задач определённого занятия.

Кому будут полезны результаты нашей работы:

- Преподавателям химических наук вузов
- Студентам, аспирантам.
- Абитуриентам химических специальностей.
- Авторам электронных пособий по химии.
- Сотрудникам НИЦ и прикладных химических лабораторий различной направленности.

### Список литературы

1. Лекции по аналитической химии. Учебное пособие (для бакалавров специальности «биология» и «биохимия» дневной и заочной форм обучения) / Сост.: А.С. Алемасова, Л.Я. Енальева. – Донецк: ДонНУ, 2007. – 284 с.
2. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. М: Химия. – 1971. – 307 с.
3. Стецик В. В. Розрахунки іонних рівноваг в аналітичній хімії з застосуванням математичної комп'ютерної програми Maple: навчальний посібник / В. В. Стецик. – Вид. 2-е, переробл. й доповн. – Донецьк: ДонНУ, 2012. – 135 с.

УДК 543.422

## НОВАЯ АНАЛИТИЧЕСКАЯ ФОРМА ПРИ КОСВЕННОМ АТОМНО-АБСОРБЦИОННОМ ОПРЕДЕЛЕНИИ ФОСФОРА

*Чуприна А.Н.,*

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

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*alemasovaa@gmail.com*

В литературе по аналитической химии существует огромное количество методик определения фосфора в самых разнообразных объектах. И, тем не менее, необходимость в разработке новых, более совершенных методик является по-прежнему актуальной задачей вследствие недостаточной чувствительности и селективности существующих методик, их трудоемкости.

Необходимость разработки косвенной атомно-абсорбционной методики обусловлена тем, что метод этот один из самых распространенных, однако прямое определение фосфора затруднено. Трудности обусловлены нахождением резонансных линий фосфора в области недоступной для промышленных спектрометров.

Существенного снижения предела обнаружения можно достичь при использовании косвенных методов. Так, измерения сигнала металла-

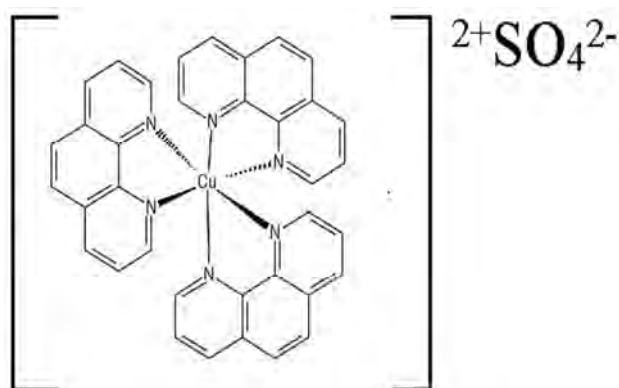
индикатора, а не фосфора, позволяет снизить пределы обнаружения пламенного и электротермического атомно-абсорбционного метода на 4-5 порядков. Причем, наибольший выигрыш в чувствительности отмечается при использовании металлов-индикаторов меди и марганца.

Косвенные атомно-абсорбционные методы можно реализовать в двух вариантах.

1. Образование тройных металлзамещённых ГПА фосфора общей формулы  $PZMo_{11}O_{40}^{n-}$  ( $Z = Ti(IV), Bi(III), Sb(III), Fe(III)$ ) и экстракционное отделение от избытка ионов замещенного металла. Однако тройные гетерополикомплексы фосфора экстрагируются намного хуже, чем двойные.

2. Второй вариант – использовать относительно новые аналитические формы – ионные ассоциаты металлсодержащих катионов и фосфоромолибдат аниона. Гораздо проще получить комплексный катион, содержащий металл-индикатор (counter-ion) медь(II) или  $Mn(II)$ , чем металлзамещенную ГПК. Например, медь образует устойчивые комплексы со многими реагентами, в том числе с *o*-фенантролином ( $lgK = 5,35$ ). Вместо экстракции можно использовать более простой метод отделения – флотацию образующегося ионного ассоциата. Как правило, молярное отношение металла-индикатора к фосфору составляет от 2 до 5, т.е. это амплификационные реакции.

Таким образом, на первом этапе исследований предлагаемая нами схема косвенного атомно-абсорбционного определения фосфора сводится к следующему: образование и флотационное отделение ионного ассоциата фенантролината меди(II) (1:3) с использованием флотореагента изоамилового спирта, деструкция концентрата и определение содержания меди в пламени ацетилен-воздух. После установления оптимальных условий всех стадий планируется непосредственное введение концентрата в атомизатор.



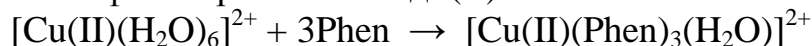
Была исследована оптимальная кислотность раствора, так как состояние фосфоромолибдат-иона в растворе в значительной степени зависит от pH. Показано, что максимальная степень извлечения достигается в интервале pH 2,5-3,5. При  $pH < 2,5$  происходит, вероятно, рост степени конденсации ГПК и образование смеси гетерополикислот с преобладанием комплекса  $H_3[P(Mo_4O_{13})] \cdot nH_2O$ . При  $pH > 3$  происходит разложение 12-ГПК:  $P Mo_{12} O_{40}^{3-} + 9H^+ \leftrightarrow H_3PO_4 + 6(HMo_2O_6)^+$  с образованием 11-ГПК.

Так как высокозарядный гетерополианион фосфора образуется в избытке молибдата аммония, то и флотационное отделение его ионного ассоциата с фенантролином меди(II) также требует примерно 80-кратного избытка молибдата.

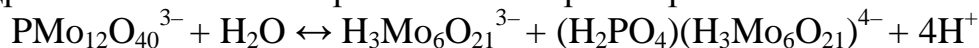
Методом изомолярных серий установлено соотношение меди к фосфору в извлекаемом ассоциате, которое составляет 2:1.

На основании этих данных и с учетом состояния фосфомолибдат-иона в растворе можно предположить механизм протекающих процессов и состав флотируемого соединения:

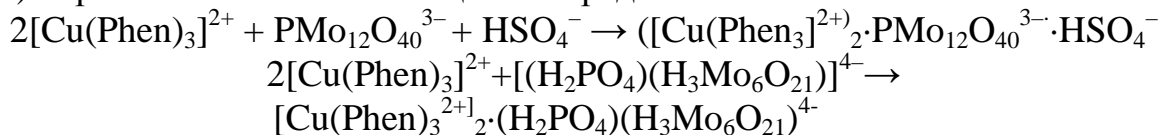
1) образование *o*-фенантролината меди(II)



2) гидролиз ГПК в сильно разбавленных растворах



3) образование ионных ассоциатов предположительного состава



Установлен диапазон определяемых содержаний фосфора от 4 до 10 мкг. При больших концентрациях фосфора степень извлечения падает, вероятно, вследствие образования ассоциатов другого состава.

УДК 547.422

## ДИМЕТИЛАНИЛИН И ЕГО ПРОИЗВОДНЫЕ КАК ЭФФЕКТИВНЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ В СИНТЕЗЕ ЭПОКСИДНЫХ СМОЛ

Абдаллах М.Н.,

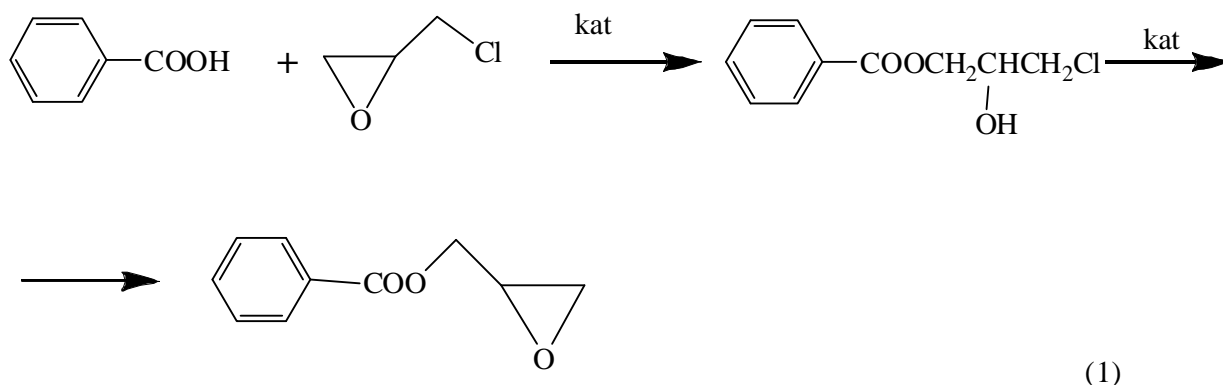
Синельникова М.А., Шкель А.С.

Республиканский многопрофильный лицей-интернат при ДонНУ МОН ДНР

licdnu@mail.ru

Эпоксидные смолы — одна из разновидностей синтетических смол, широко используемых при производстве лакокрасочных материалов, клеев, компаундов, а также абразивных и фрикционных материалов, используются как связующие при производстве слоистых пластиков на основе стеклоткани, таких как стеклотекстолит, трубки, цилиндры стеклотекстолитовые. Отрасли применения эпоксидных смол включают в себя электротехническую и радиоэлектронную промышленность, авиа-, судо- и машиностроение, а также в строительство, где они используются как компонент заливочных и пропиточных компаундов, клеев, герметиков, связующих для армированных пластиков [1–4].

Реакция взаимодействия карбоновой кислоты с 1-хлор-2,3-эпоксипропаном (эпихлоргидрином) с последующим дегидрохлорированием хлоргидринового эфира лежит в основе синтеза мономеров для получения полиэпоксидов:



Актуальным является поиск эффективных катализаторов и подбор оптимальных условий проведения реакции (1) для создания полимерных материалов с заданным комплексом свойств.

Целью работы является синтез диметиланилинов и изучение их каталитической активности в реакции раскрытия оксиранового цикла 1-хлор-2,3-эпоксипропана бензойной кислотой.

В качестве объектов исследования реакции (1) выбраны: реагент – бензойная кислота, катализаторы – N,N-диметиланилин, 4-бром-N,N-диметиланилин, 4-нитро-N,N-диметиланилин. Исследование проводили при температуре 60 °С в избытке эпихлоргидрина, который является субстратом и растворителем одновременно. Концентрация катализатора варьировалась в пределах 0,0025 – 0,005 моль/л. За ходом реакции следили по изменению концентрации бензойной кислоты методом рН-потенциометрического кислотно-основного титрования.

В ходе работы были синтезированы 4-бром-N,N-диметиланилин и 4-нитро-N,N-диметиланилин. Полученные вещества очищены методом перекристаллизации и идентифицированы по температуре плавления и хроматографично.

Исследована реакция раскрытия оксиранового цикла эпихлоргидрина бензойной кислотой в присутствии третичных ароматических аминов. Определены частные порядки реакции по реагенту и катализатору – нулевой порядок по бензойной кислоте и первый по катализатору. Оценены константы скорости некаталитического и каталитического потоков реакции. Показано, что диметиланилины являются эффективными катализаторами реакции оксиранов с карбоновыми кислотами. Введение электроноакцепторных заместителей в бензольное кольцо диметиланилина снижает его каталитическую активность.

Таким образом, применение диметиланилинов как катализаторов реакции ацидолиза эпихлоргидрина карбоновыми кислотами увеличивает скорость реакции по сравнению с некаталитическим процессом и позволяет осуществлять ее в более мягких условиях.

### Список литературы

1. Pat. 20030004281A1 USA/ Smits J., Marx E., Kooijmans P. et al. - Publ. 2003.
2. Бобылев В.А. Специальные эпоксидные смолы для клеев и герметиков / Клеи. Герметики. Технологии. – 2005. – № 5.
3. Кочергин Ю.С., Кулик Т.А., Григоренко Т.И. Клеевые композиции на основе модифицированных эпоксидных смол //Пластические массы. – 2005. – № 10. – С. 9-16.
4. Получение хлоргидриновых эфиров карбоновых кислот / М.Ф. Сорокин, Л.Г. Шоде, А.И. Кузьмин и др. // Лакокрасочные материалы и их применение. – 1983. – № 4. – С. 4-7.

## ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ КОНКУРЕНТНОЙ ЭКСТРАКЦИИ В МЕЖФАЗНО-КАТАЛИТИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ АМИНОЛИЗА АКТИВИРОВАННЫХ ЭФИРОВ N-ЗАЩИЩЕННЫХ АМИНОКИСЛОТ

*Абебе Д.Б.*

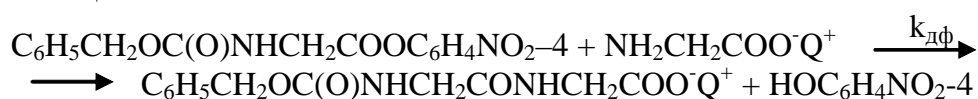
*Дорошкевич В.С.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*bio-chem@mail.ru*

Цель работы - изучить константы распределения реактантов между фазами.

Реакция:



где Q<sup>+</sup> - катион межфазного катализатора.

Условия эксперимента: субстрат – 4-нитрофениловый эфир N-бензилоксикарбонилглицина, C = (1 ÷ 10)·10<sup>-3</sup> М; межфазный катализатор – тетрафенилфосфоний бромид (ТФФБ), C = (1 ÷ 10)·10<sup>-3</sup>М; двухфазная система – хлороформ/глициновый буферный раствор, рН = 10; объемное соотношение фаз 1:1, скорость перемешивания реакционной смеси 1000 об/мин.

Методы исследования: ионометрический с использованием ионселективных электродов, спектрофотометрический.

Результаты:

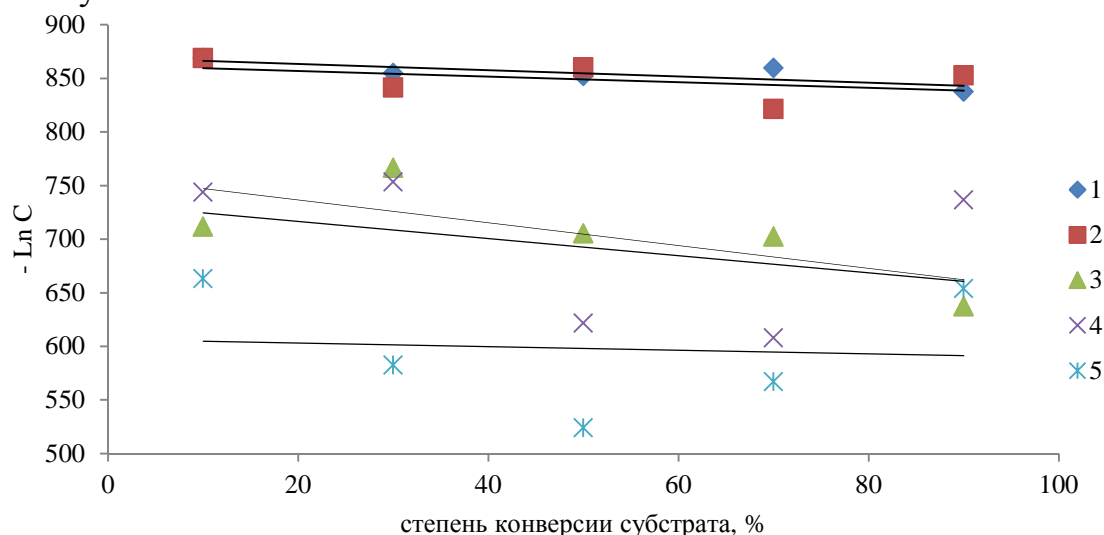


Рис 1. Зависимость концентрации бромид – ионов ( $-\ln C$ ) в органической фазе от степени конверсии субстрата, концентрации ТФФБ (1 – 0,001М, 2 – 0,003 М, 3 – 0,005М, 4 – 0,007М, 5 – 0,009 М).

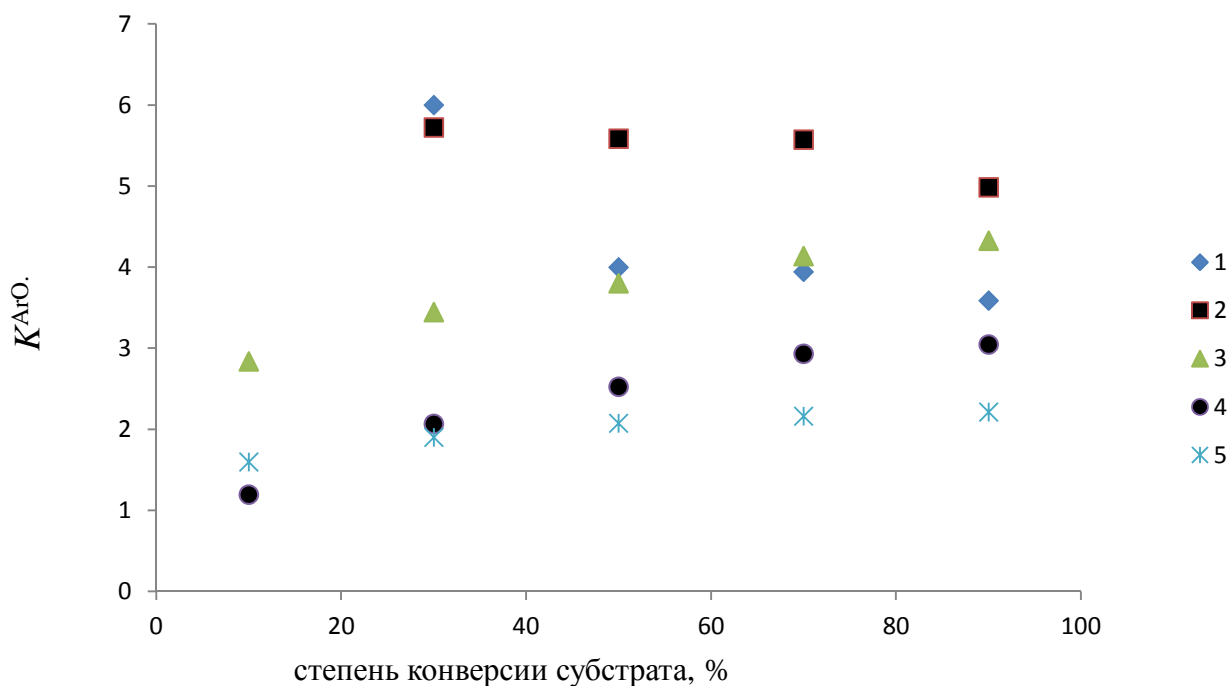


Рис. 2. Зависимость коэффициента распределения 4- нитрофенола ( $K^{ArO}$ ) от степени конверсии субстрата (%) в присутствии ТФФБ (1 –  $1 \cdot 10^{-3} M$ , 2 –  $3 \cdot 10^{-3} M$ , 3 –  $5 \cdot 10^{-3} M$ , 4 –  $7 \cdot 10^{-3} M$ , 5 –  $9 \cdot 10^{-3} M$ ).

Бромид – ион находится преимущественно в водной фазе (рис. 1), а 4 – нитрофенолят – анион и тетрафенилфосфоний – катион – в органической фазе. При низких концентрациях катализатора (рис. 2) 4 – нитрофенол находится в органической фазе. С увеличением концентрации тетрафенилфосфоний бромида происходит перенос глицинат-иона в зону реакции (органическую фазу), 4–нитрофенолят-анион вытесняется в водную фазу.

Определены константы распределения бромид-, 4-нитрофенолят-ионов.



## СИНТЕЗ АСПИРИНА И АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ЕГО ЛЕКАРСТВЕННОЙ ФОРМЫ

*Бардах Я.В.,*

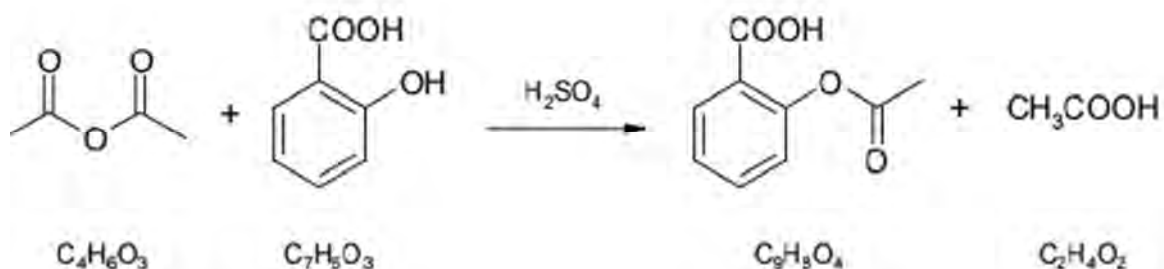
*Синельникова М.А., Шкель А.С.*

Республиканский многопрофильный лицей-интернат при ДонНУ МОН ДНР  
*licdnu@mail.ru*

Ацетилсалициловая кислота (АСК) входит в группу анальгетиков и антипиретиков. В медицине используют в качестве нестероидного противовоспалительного и обезболивающего средства, как вспомогательный препарат против склеивания кровяных телец (антиагрегационный эффект). Лекарственные препараты на основе АСК применяют при лихорадочных состояниях, головной боли, невралгиях и в качестве противоревматического средства и т.д., причем товарных знаков данных лекарственных средств значительное количество и они достаточно широко используются в амбулаторной практике.

Целью данной работы является апробация и усовершенствование методики синтеза ацетилсалициловой кислоты и анализ качества фармакопейного аспирина.

Синтез АСК осуществляется по схеме:



В литературе представлено несколько методик синтеза АСК как в промышленных условиях, так и в лабораторных. В зависимости от природы исходных реагентов и условий проведения реакции получают АСК с разным выходом и разной степенью чистоты. Однако, некоторые методики предусматривают использование малодоступных исходных веществ. Особое значение в синтезе АСК высокой чистоты играет выбор растворителя для ее очистки методом перекристаллизации. Поэтому в работе решалась задача усовершенствования методики синтеза АСК в лабораторных условиях с применением доступных реагентов, подбор эффективного растворителя для очистки продукта.

Для синтеза АСК была предварительно проведена очистка исходных веществ: салициловая кислота очищена методом возгонки, а ацетилацетат – методом фракционной перегонки.

Проведен подбор растворителя для очистки продукта реакции. Показано, что из нескольких органических растворителей – хлороформ,

четырёххлористый углерод, вода, этанол – наиболее эффективным растворителем для очистки АСК является этанол. Полученная кислота идентифицирована по температуре плавления, хроматографично и по данным рКа.

Проведен анализ качества лекарственного препарата «Аспирин». Оценена его растворимость в органических растворителях, щелочах; прозрачность, цветность его растворов, наличие свободной салициловой кислоты, посторонних примесей.

Подлинность полученного препарата оценена методом ИК- и УФ-спектроскопии. Проведенный анализ показал, что оцененные характеристики соответствуют ГОСТу.

Таким образом, в ходе работы был проведен синтез аспирина в лабораторных условиях, усовершенствована методика его очистки, проведен анализ качества аспирина, выпускаемого в лекарственной форме.

### Список литературы

1. Государственная фармакопея Российской Федерации / Издательство «Научный центр экспертизы средств медицинского применения», 2008. – 704с.: ил.
2. Голубчиков О.А. Органический практикум: учеб. пособие/ О.А.Голубчиков, Иван. гос. хим.-технол. ун-т.- Иваново, 2014. – 139 с.
3. Пономарев С.В., Золотарева А.С., Сагинова Л.Г., Теренин В.И. [Электронный ресурс]: Практикум по органической химии (Методическая разработка II для студентов III курса). – Москва, 1999. URL: <http://www.chem.msu.su/rus/teaching/pono/welcome.html> (дата обращения: 15.06.2017).
4. Майофис Л.С. Технология химико-фармацевтических препаратов — Л.: МЕДГИЗ, 1968. — 539 с.

УДК 577

## АНТИРАДИКАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭКСТРАКТОВ РЯБИНЫ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ИЛИ ШВЕДСКОЙ (*Sorbus intermedia* или *Sorbus scandica*)

*Демяненко И.В.,*

*Моренко В.В.*, канд. хим. наук, с.н.с.

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

Целью исследования было изучение антирадикальной активности водно-спиртовых экстрактов древесины веток, лиственной массы и плодов рябины промежуточной или шведской (*Sorbus intermedia* или *Sorbus scandic*).

Для выполнения экспериментов использовался высушенный сбор растительного сырья рябины обыкновенной или шведской. Для получения

экстрактов (*Extracta fluida*) использовался метод мацерации в течении одного месяца. В качестве экстрагента применялся 70 об.% водный раствор этилового спирта (ГОСТ 5962-67). По окончании процесса мацерации балластные вещества удалялись из экстрактов выдержкой экстрактной системы при температуре 8–10 °С в течении 3 суток с последующим центрифугированием. Активность экстрактов веществ определялась в отношении стабильного радикала 2,2-дифенил-1-пикрилгидразида (ДФПГ). Для определения концентраций, в виде коэффициентов разбавления растительных экстрактов использовался спектрофотометрический метод на спектрофотометре СФ-2000. Соотношение масс растительной массы и экстрагента 1:40.

В видимой области спектра 70 об.% растворы ДФПГ в водно-спиртовом растворителе, по результатам спектрофотометрических определений, имеют максимум поглощения при длине волны 519 нм. При добавлении растительного экстракта в систему оптическая плотность системы уменьшается.

Антирадикальная активность растительного экстракта соотносилась с величиной  $EC_{50}$ , что в данной серии исследований, представляет собой величину разведения экстракта, в присутствии которого в системе концентрация активных радикалов ДФПГ уменьшалась в два раза. Определены начальные скорости взаимодействия ДФПГ с водно-спиртовыми экстрактами рябины.

Результаты спектрофотометрических определений показали, что наилучшим антирадикальным действием обладает экстракт лиственной массы рябины обыкновенной или шведской (*Sorbus intermedia* или *Sorbus scandic*). Исследованные экстракты рябины, в порядке уменьшения антирадикальной активности можно представить в виде ряда: лиственная масса – древесина веток – плоды рябины.

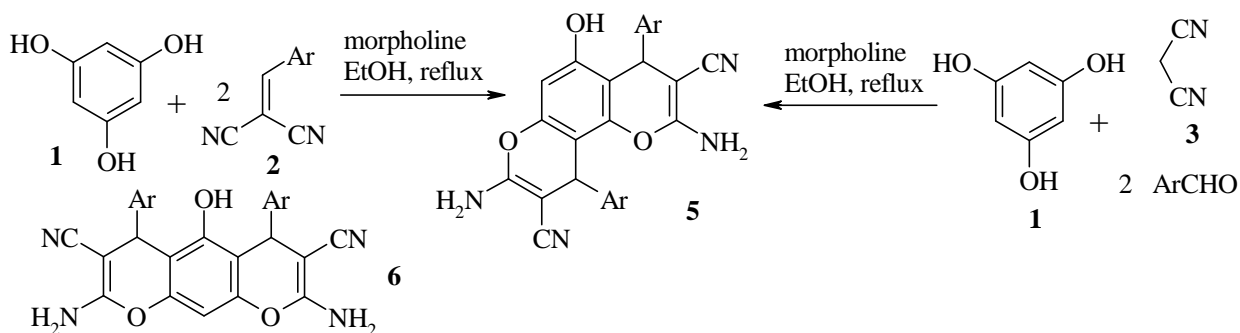
## СИНТЕЗ ПРОИЗВОДНЫХ ПИРАНО[2,3-F]ХРОМЕНА НА ОСНОВЕ ФЛОРОГЛЮЦИНА

*Диденко И.В.,*

*Доценко В.В.,* д-р хим. наук

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», РФ

Взаимодействие активных фенолов с арилметиленмалоннитрилами (являющимися продуктами конденсации малоннитрила и альдегидов) – достаточно известный способ получения производных 4*H*-хроменов [1,2]. Однако флороглюцин достаточно редко упоминается в роли активного фенола. Так, недавно было установлено, что соединения **1** и **2** в условиях катализа ZnCl<sub>2</sub> вступают в реакцию Хёша с образованием 5,7-дигидроксифлавонов [3]. Нами было установлено, что малоннитрил **3** и ароматические альдегиды **4** вступают в реакцию с флороглюцином в условиях основного катализа в соотношении 2:2:1 с образованием ранее не описанных ангулярных 2,8-диамино-4*H*-пирано[2,3-*f*]хромен-5-ол-3,9- дикарбонитрилов **5**. Поскольку в ЯМР спектрах обнаруживается учетверение сигналов 4*H*-пирановых фрагментов, свидетельствующие о наличии двух диастереомерных пар, продуктам не может быть приписана симметричная линейная структура **6**.



### Список литературы

1. Шестопалов А. М., Емельянова Ю. М. Синтез и биологическая активность замещенных 2-амино-4*H*-пиранов/ Избранные методы синтеза и модификации гетероциклов, том 2 / Под ред. В.Г. Карцева. М.: IBS PRESS, 2003.
2. Шаранин Ю. А., Гончаренко М. П., Литвинов В. П. Взаимодействие карбонильных соединений с α,β-непредельными нитрилами – удобный путь синтеза карбо- и гетероциклов // Успехи химии. – 1998. – Т. 67. – № 5. – С. 442-473.
3. Chen J., Yang W., Pan X., Li Y., Tan Z. A Novel Synthesis of Flavanones // Chem. J. Chin. Univ. – 1987. – Vol. 8(10). – P. 914-916.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В БИООБЪЕКТАХ ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

*Доминин А.С.*

*Дорошкевич В.С.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*bio-chem@mail.ru*

Загрязнение окружающей среды, сопровождающееся серьезными изменениями состава биосферы, ставит перед исследователями задачу совершенствования эколого-аналитического мониторинга токсикантов, контроля качества и безопасности продуктов питания, продовольственного сырья.

Для успешного решения этой задачи используют высокоэффективные методы химического анализа, к числу которых относятся вольтамперометрические методы. Инверсионная вольтамперометрия (ИВА) – высокочувствительный метод, основан на электрохимическом концентрировании электроактивных компонентов раствора (металлов) при постоянном потенциале на поверхности индикаторного электрода и последующем растворении полученного концентрата при заданной скорости изменения потенциала.

Цель данной работы – определить содержание тяжелых металлов в биообъектах вольтамперометрическим методом.

Объектом исследования служила хвоя ели обыкновенной (*Picea abies*), отобранная из различных районов Донецкой Народной Республики. Отбор хвои проводили в весенние месяцы, до начала периода вегетации ели. Содержание тяжелых металлов (цинк, кадмий, свинец) определяли в годичной хвое деревьев одного и того же вида. Перед анализом хвою отделяли от веточек, высушивали, затем составляли объединенную пробу. Высушенные образцы измельчали в фарфоровой ступке. Для определения валового содержания тяжелых металлов проводили их вскрытие методом «мокрого» озоления. Одновременно готовили холостую пробу с учетом всех операций пробоподготовки.

Содержание металлов в образцах измеряли на вольтамперометрическом анализаторе «Экотест-ВА» (Россия). Стандартные растворы металлов готовили согласно паспортам ГСО. Статистическую обработку результатов проводили с использованием специализированного программного обеспечения.

При выборе времени очистки время накопления в случае определения свинца (II) составляло 400 с, а при определении меди (II) – 300 с. При выборе времени накопления при определении свинца (II) время очистки составляло 90 с, а при определении цинка (II) – 120 с. Время очистки варьировали в

диапазоне от 30 до 150 с, время накопления в диапазоне от 100 с до 500 с. Шаг изменения составлял 30 с и 100 с соответственно. Для каждого значения времени очистки или накопления проводили не менее трёх измерений.

При определении времени очистки оптимальным значением для совместного определения двух металлов выбрали 300 с. Для повышения чувствительности определений, варьировали значение потенциала накопления и продолжительность накопления. Значение времени накопления равное 400 с, обеспечивало достаточную экспрессность анализа и использовалось во всех последующих измерениях. При увеличении скорости развертки потенциала площадь пика свинца практически не изменялась, а пик кадмия уменьшался (рис.). При данных условиях измерения удалось совместно определить содержание свинца (II), кадмия (II) и цинка (II) на пределе их обнаружения.

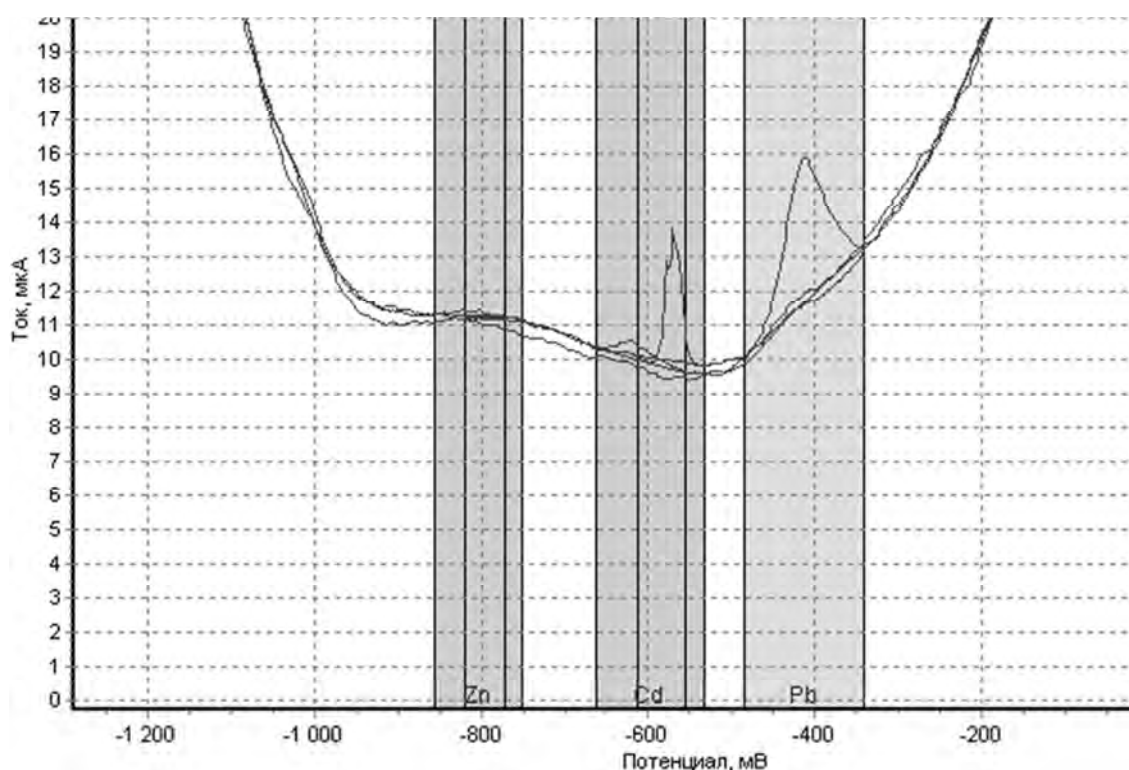


Рис. 1. Вольтамперограмма определения свинца (II), кадмия (II) и цинка (II) в зависимости от скорости развертки потенциала поляризации электрода.

Таким образом, оптимизирована методика и условия индивидуального инверсионно-вольтамперометрического определения свинца (II), кадмия (II) и цинка (II) на углеситалловом электроде в пробах биообъектов: время и потенциал процессов очистки и накопления, скорость развертки потенциала и др.

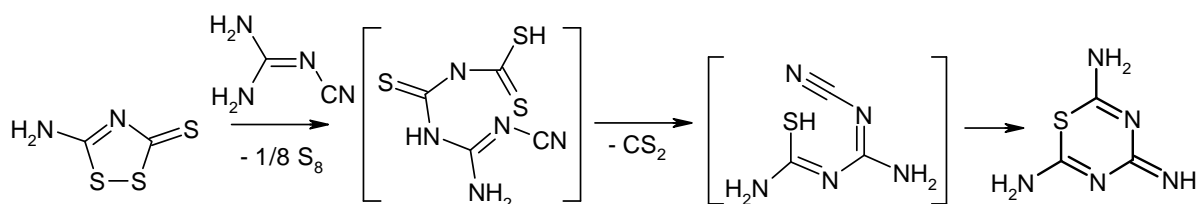
## РЕЦИКЛИЗАЦИЯ КСАНТАНОВОГО ВОДОРОДА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ДИЦИАНДИАМИДА

*Евмещенко Т.Ю.,*

*Доценко В.В.,* д-р хим. наук

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»

Ксантановый водород (КВ) **1** является первым органическим соединением, полученным Фридрихом Вёлером из неорганических исходных реагентов (HCl и тиоцианата ртути) в 1821 году [1, 2]. Ксантановый водород является реакционноспособной молекулой из-за наличия в его структуре нуклеофильных тио- и аминогрупп. Несмотря на то, что КВ является достаточно хорошо изученным соединением, вопросам построения гетероциклических систем на его основе в литературе уделяется недостаточное внимание [1, 3]. Нами было установлено, что взаимодействие ксантанового водорода с дициандиамидом приводит к отщеплению серы и образованию ранее не описанного производного 1,3,5-тиадиазина. Строение продукта было подтверждено методами масс-спектрометрии, ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$ , ИК-спектроскопией.



### Список литературы

1. Rys, A. Z. Xanthane Hydride [Электронный ресурс] / A. Z. Rys, D. N. Harpp // e-EROS Encyclopedia of Reagents for Organic Synthesis. – 2008. – URL: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/047084289X.rn00881/abstract>
2. Жоркин, Н.В. Строение, физико-химические свойства и применение изонадтиоциановой кислоты (ксантановодорода) и ее производных в качестве ускорителей и вулканизирующих агентов. / Н.В. Жоркин, В.А. Игнатов, Г. А. Блох // Вопросы хим. и хим. Технологии. – 1972, №. 2. – С. 176-186.
3. Florence S. Y. Chan. Novel Synthesis and Chemistry of 1,2,4-Dithiazolium Salts / S. Y. Chan Florence, M. P. S. Florence // J. Chem. Soc. Chem. Commun. – 1985, №. 22. – P. 1641-1642.

## АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ СИНТЕЗ ИЗОГУВАЦИНА И ЕГО N-2-АРИЛ-2-ОКСИЭТИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ

**Запорожец О.О.**

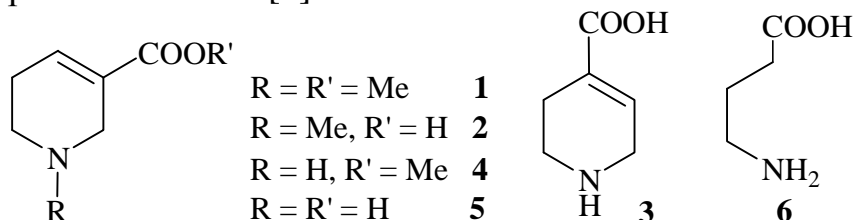
**Абрамянц М.Г., к.х.н., Ломов Д.А., к.х.н.**

ГУ "Институт физико-органической химии и углехимии

им. Л.М. Литвиненко", г., Донецк

*lomov\_dmitrii@mail.ru*

Из плодов арековой пальмы (*Areca catechu*) выделена группа алкалоидов – производных тетрагидропиридина, к числу которых принадлежат ареколин **1**, арекаидин **2**, изогувацин **3**, гуваколин **4**, являющиеся производными гувацина (1,2,5,6-тетрагидроникотиновой кислоты) **5**, который также содержится в арековой пальме [1].



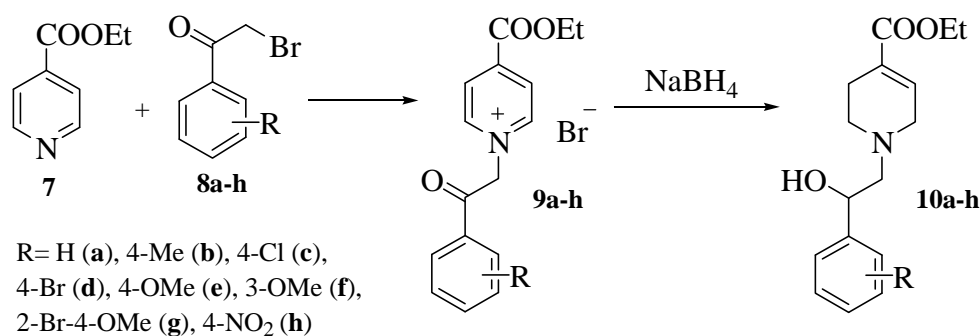
Все вышеперечисленные алкалоиды могут рассматриваться как циклические аналоги  $\gamma$ -аминомасляной кислоты (ГАМК) **6** и являются агонистами ГАМК – рецепторов, кроме изогувацина. Изогувацин обладает свойствами ГАМК-миметика в концентрациях  $3 \cdot 10^{-6}$  –  $3 \cdot 10^{-5}$  моль/л, оказывая угнетающее действие на мотонейроны изолированного спинного мозга и одновременно деполяризуя первичные афференты.

Впервые изогувацин был синтезирован в 1996 г. сложным, трехстадийным способом исходя из *N*-*трет*-бутоксикарбонилпиперидона-4 [2]. Позже [3] был разработан альтернативный способ, основанный на использовании труднодоступного производного *N*-бензилпиперидин-2,6-диона. Однако, все известные способы получения изогувацина и его производных трудоемки, реализуются в безводной инертной среде с применением дорогостоящих металлокомплексных катализаторов.

Целью настоящей работы является разработка нового, технологичного способа получения изогувацина, исходя из доступных соединений, и определение закономерностей его образования.

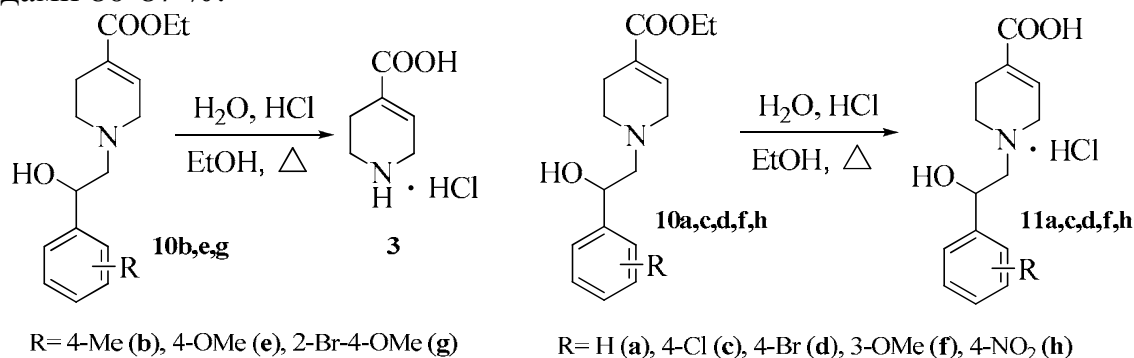
В качестве исходных соединений в синтезе изогувацина **3** и его *N*-2-арил-2-оксиэтильных производных выбраны этиловый эфир изоникотиновой кислоты **7** и различные замещенные в ароматическом ядре фенацилбромиды **8a-h**. Взаимодействие эквимольных количеств этих соединений в ацетоне при комнатной температуре приводит к четвертичным солям **9a-h** с выходами 60-95%.





Восстановление избытком боргидрида натрия солей **9a-h** в водно-метанольном растворе при комнатной температуре приводит к получению N-2-арил-2-оксиэтилпроизводных изогувацина **10a-h** с выходами 70-97 %.

Нами установлено, что гидролиз соединений **10a-h** протекает двояко. Так, кипячение соединений **10b,e,g**, которые содержат в *para*-положении фенильного кольца электронодонорные заместители, в водно-спиртовом растворе соляной кислоты в течение 10-12 часов приводит не только к гидролизу сложноэфирной группы, но и к расщеплению терминальной связи C–N с образованием гидрохлорида изогувацина **3**, который был получен с выходами 80-87 %.



Нагревание соединений **10a,c,d,f,h**, которые не содержат в фенильном ядре заместителей, либо содержат электроноакцепторные заместители, в аналогичных условиях приводит лишь к гидролизу сложноэфирной группы. Расщепления по терминальной связи C–N при этом не происходит.

Строение всех синтезированных соединений доказано методами ЯМР  $^1\text{H}$ , ЯМР  $^{13}\text{C}$ , ЯМР  $^{13}\text{C}$  dept-135 спектроскопии.

### Список литературы

1. The Alkaloids: Chemistry and Physiology. Ed. R.H.F. Manske & H.L. Holmes. N.-Y.: Academic Press. 1950. – Vol.1. – P. 171.
2. Rohr M., Chayer S., Garrido F., Mann A., Taddei M., Wermuth C.-G. Heterocycles. 1996, vol. 43. p. 2131-2138.
3. Chang Meng-Yang, Chen Shui-Tein, Chang Nein-Chen. Heterocycles. 2002, vol. 57. p. 2321-2334.

## КВАТЕРНИЗАЦИЯ МЕТИЛОВОГО ЭФИРА ПИКОЛИНОВОЙ КИСЛОТЫ ЗАМЕЩЕННЫМИ ФЕНАЦИЛБРОМИДАМИ

*Запорожец О.О.,*

*Абрамяц М.Г., к.х.н., Ломов Д.А., к.х.н.*

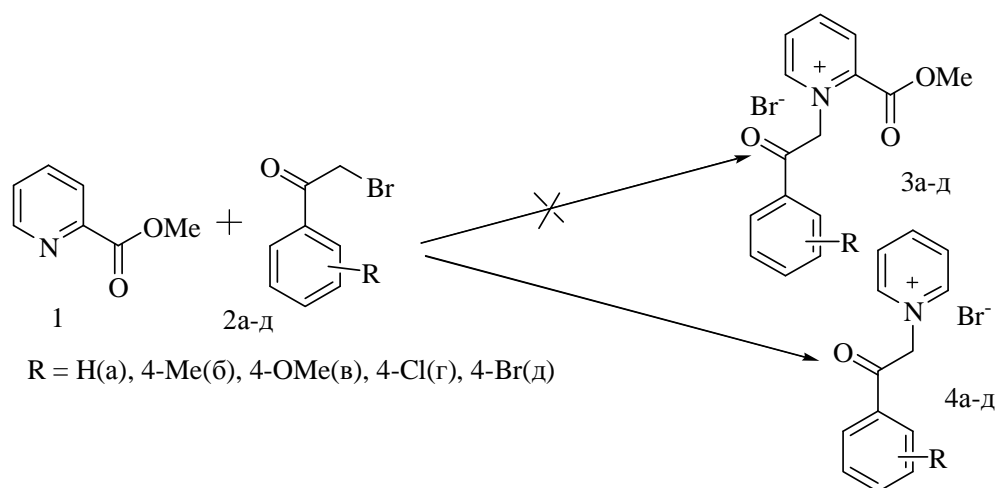
ГУ "Институт физико-органической химии и углехимии

им. Л.М. Литвиненко", г. Донецк

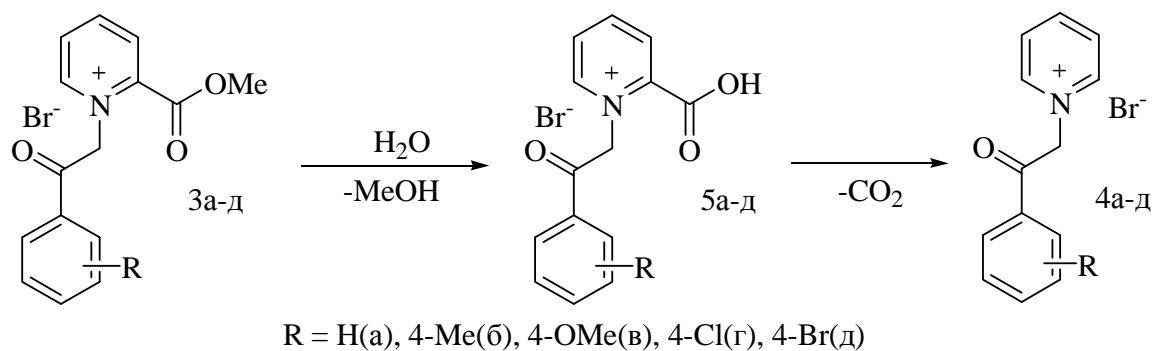
*lomov\_dmitrii@mail.ru*

Одним из классических способов получения четвертичных солей пиридиния является нагревание пиридина с галогенпроизводными различного строения в среде спирта, ацетона или ацетонитрила. Образующиеся соли плохо растворимы в указанных растворителях и выпадают в осадок, смещая равновесие реакции в сторону образования продуктов. Иным образом дело обстоит с пространственно затрудненными производными пиридина. В этом случае процесс кватернизации либо не идет вовсе, либо образуются продукты более глубоких химических трансформаций [1]. Фенацилиевые соли эфиров пиколиновых кислот до настоящего времени в литературе не описаны.

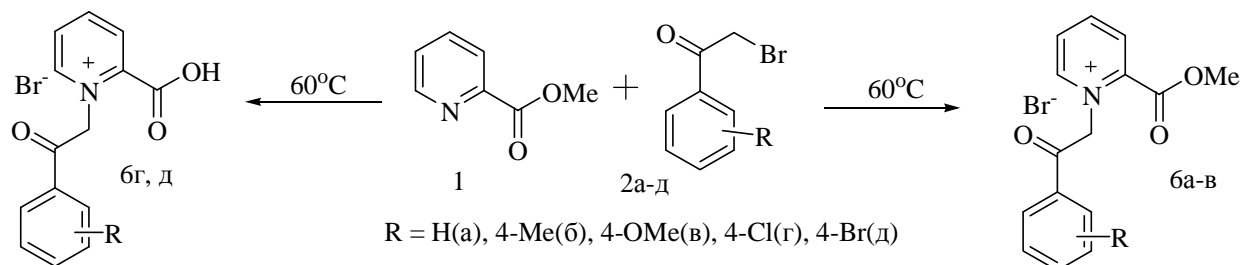
Нами обнаружено, что взаимодействие метилового эфира пиколиновой кислоты **1** с замещенными в фенильном ядре фенацилбромидами **2а-д** в растворе *n*-пропанола при 70–80 °С в течение 4–6 часов приводит не к ожидаемым солям **3а-д**, а к производным пиридиния **4а-д**, которые были выделены с выходами 20–45 %.



Можно предположить, что в процессе данной реакции происходит гидролиз образующихся *in situ* солей **3а-д** следами воды с образованием карбоновых кислот **5а-д**, которые легко декарбоксилируются в производные **4а-д**.



Осторожное сплавление эквимольных количеств соединений **1** и **2а-д** без растворителя при 60 °С в течение 3-4 часов приводит к четвертичным солям различного строения. В случае фенацилбромида и его производных с электронодонорными заместителями в фенильном ядре образуются соли метилового эфира пиколиновой кислоты **ба-в**.



При наличии в фенильном ядре фенацилбромида электроноакцепторных заместителей образуются соли пиколиновой кислоты **6г,д**. Во всех случаях выходы продуктов невелики и составляют 25–45 %. Соли **ба-в** исключительно легко гидролизуются. Кипячение их в воде в течение 10–15 сек приводит к соответствующим карбоновым кислотам с почти количественными выходами.

Строение всех синтезированных соединений однозначно подтверждено данными ЯМР  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$  спектроскопии.

### Список литературы

1. T.J. Donohoe et al. The ammonia-free partial reduction of substituted pyridinium salts / Org. Biomol. Chem. – 2006. – Vol.4. – P. 1071-1084.

**ФЕРМЕНТАТИВНОЕ ОКИСЛЕНИЕ НАСТОЕВ ЧАЙНОГО ЛИСТА****Зозуля Е.И.,****Одарюк И.Д., к.х.н.**

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*Izozulyaelena@gmail.com*

На настоящий момент чай является очень популярным напитком, употребляемым в разных странах. Это обусловлено как его полезными свойствами, так и высокой доступностью. Органолептические и физико-химические свойства настоев натурального чайного листа определяются качественным и количественным составом экстрагируемых веществ, значительную долю которых составляют многоатомные фенолы и полифенолы. Окисление трехатомных фенолов молекулярным кислородом в присутствии лакказы *Trametes Versicolor* сопровождается хемилюминесцентным (ХЛ) свечением, которое должно быть и при окислении настоев чая. Свечение также возникает тогда, когда субстратами являются многоатомные фенолы близкие по структуре с природными фенолами растительного происхождения. В данной работе изучены закономерности ХЛ при ферментативном окислении экстрактивных веществ чая.

Объектами исследования были несколько видов зеленого и черного чаев. В работе варьировали навесками чая, изменяли состав буферного раствора, температуру и количество фермента. Настаивание чайного листа осуществляли в 10 мл бидистиллированной воды после доведения ее до кипения в течение времени, необходимого для естественного охлаждения до комнатной температуры. Далее водный экстракт фильтровали, центрифугировали при 9 тыс. об/мин, чтобы добиться прозоачности образцов, и работали с декантатом. Буферный раствор и раствор фермента помещали в реактор, а экстракт чая вводили системой ввода через 20 секунд после начала реакции. Максимальная интенсивность ХЛ, величина светосуммы и время выхода свечения на максимум сильно варьируют для разных образцов чая. Так,  $I_{max}$  изменяется в пределах от 3 мV, то есть на пределе чувствительности установки, до 40-45 мV. Таким образом, разработана и апробирована методика определения физико-химических свойств настоев чая.

Было обнаружено, что при введении раствора сульфата железа II на пике кинетической кривой хемилюминесценции происходит значительное кратковременное увеличение ее интенсивности. Это указывает на образование пероксида водорода в ходе ферментативного или побочных неферментативных реакций окисления фенолов чайного листа, так как похожие кинетические кривые хемилюминесценции получают при исследовании системы Фентона.

## ОСОБЕННОСТИ КАТАБОЛИЗМА НУКЛЕОТИДОВ СВЯЗАННЫЕ СО ЗЛОКАЧЕСТВЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИЕЙ

*Зуйков С.А.,*

*Зинкович И.И.,* д-р мед. наук, проф.

Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького, г. Донецк

*83chem@mail.ru*

Онкологические заболевания являются одной из основных проблем здравоохранения во всём мире, а в странах СНГ, считаются второй по значимости причиной смертности среди населения, после заболеваний сердечно-сосудистой системы [1], при этом опухоли желудка занимают одно из лидирующих мест в структуре данной патологии [2]. Для рака желудка (РЖ) присущ целый ряд метаболических нарушений, тесно связанных между собой [3], причем, ведущую роль в патогенезе опухолевого роста играет разобщение соотношения про- и антиоксидантных систем в клетке, а также нарушения метаболизма нуклеотидов, способствуя усиленной генерации активных форм кислорода (АФК) [4].

**Цель:** установить особенности взаимодействия компонентов системы свободно-радикального окисления (СРО) в патогенезе злокачественной трансформации.

**Задачи:** выявить особенности катаболизма пуриновых нуклеотидов, для оценки прооксидантного статуса и изучить особенности изменения ферментативной антиоксидантной защиты (АОЗ), связанные со злокачественной трансформацией, в плазме крови и гомогенатах тканей – опухоли и нетрансформированной слизистой оболочки желудка (СОЖ).

**Материалы и методы исследования.** Было обследовано 35 больных РЖ с различной стадией заболевания (I-IV стадия). Гистологической формой РЖ являлась аденокарцинома. Возраст всех обследуемых был от 40 до 80 лет. Группу контроля, для изученных показателей в плазме крови, составили 80 здоровых добровольцев, не имеющие онкозаболеваний и тяжелых патологий желудочно-кишечного тракта. В качестве показателей системы генерации СРО нами была изучена активность ключевых ферментов распада пуриновых нуклеотидов – аденозиндезаминазы (АДА) и ксантиноксидазы (КО), а для изучения АОЗ, нами были определены активности ферментов – супероксиддисмутазы (СОД) и глутатионпероксидазы (ГПО). Определение всех исследуемых показателей проводилось спектрофотометрически и регистрировались на спектрофотометре Specord-200. Статистическая обработка данных проводилась с помощью программы «Statistica 10.0» Statsoft.

**Результаты:** У больных РЖ в плазме крови установлено статистически значимое повышение активностей ферментов катаболизма пуринов – АДА и КО по сравнению с контрольной группой ( $p < 0,001$ ), при этом в гомогенатах

опухолевых тканей активности ферментов так же были выше относительно тканей СОЖ ( $p < 0,001$ ). Проведя корреляционный анализ на выявление взаимосвязи между ферментами пуринового обмена в плазме крови и гомогенатах тканей (опухолевой и СОЖ) у больных РЖ установили прямые взаимосвязи между АДА в ткани опухоли и плазме крови  $r = 0,81$  ( $p \leq 0,001$ ), в ткани опухоли и СОЖ  $r = 0,69$  ( $p \leq 0,001$ ). Для КО статистически значимых взаимосвязей не установлено.

Изучив ферментативное звено АОЗ, установили, что в плазме крови больных РЖ активность СОД достоверно ниже, по сравнению со здоровыми добровольцами ( $p \leq 0,001$ ), тогда как в опухолевых тканях активность фермента выше, относительно ткани СОЖ ( $p \leq 0,001$ ). При этом в плазме крови активность ГПО выше у больных РЖ, а в опухолевых тканях достоверно ниже контроля ( $p \leq 0,001$ ). Исследовав связь между показателями АОЗ у больных РЖ обнаружены прямые взаимосвязи между СОД в ткани опухоли и СОЖ  $r = 0,41$  ( $p \leq 0,05$ ), а так же между ГПО в ткани опухоли и ткани СОЖ  $r = 0,86$  ( $p \leq 0,001$ ). Следовательно, у больных РЖ во всех изученных образцах, между ферментами первой линии АОЗ обнаружен дисбаланс в работе ключевых ее ферментов.

**Выводы.** Повышение активности АДА в плазме у больных РЖ может выступать не только как маркер целостности клеточных мембран опухолевой ткани (тем более что в ткани опухоли АДА повышена по сравнению с нетрансформированными тканями), но и свидетельствует о системности процесса злокачественной трансформации. При этом акцент в АОЗ у больных РЖ смещен на СОД, а не на ГПО, причем дисрегуляция ферментативного звена АОЗ выступает как патогенетическое звено прогрессии опухолевого роста, приводя к накоплению  $H_2O_2$  в опухолевой ткани.

### Список литературы

1. Иванюков А.К. Заболеваемость злокачественными новообразованиями в мире, РФ и отдельных её регионах (обзор литературы) // Молодой ученый. 2014. – № 2. С. 337-339.
2. Рыбалкина Д. Х., Дюсембаева Н. К., Шпаков А.Е. [и др.] Обзор современных эпидемиологических аспектов по онкопатологии // Гигиена труда и медицинская экология. 2015. № 4. Т. 49. С. 31-48.
3. Phan L. M., Yeung S. C., Lee M. H. Cancer metabolic reprogramming: importance, main features, and potentials for precise targeted anti-cancer therapies // Cancer Biol. Med. 2014. Vol. 11. № 1. P. 1-19. Doi: 10.7497/j.issn.2095-3941.2014.01.001.
4. He Y. C., Zhou F. L., Shen Y. [et al.] Apoptotic death of cancer stem cells for cancer therapy // Int. J. Mol. Sci. 2014. Vol. 15. № 5. P. 8335-8351. Doi: 10.3390/ijms15058335.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРОКСИДА ВОДОРОДА В РЕАКЦИИ ЛАККАЗНОГО ОКИСЛЕНИЯ ГИДРОХИНОНА

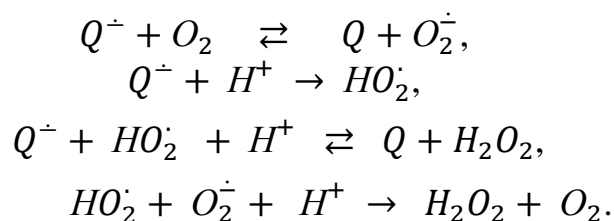
*Калач И.Е.,*

*Одарюк И.Д.,* канд. хим. наук

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*iradonetsk2204@gmail.com*

Фермент лакказы, который относится к голубым медьсодержащим оксидазам и примечателен высокой активностью и низкой субстратной специфичностью, широко используется в различных отраслях промышленности и сельского хозяйства. Лакказы окисляет различные субстраты, как правило, фенольной природы, восстанавливая кислород до воды. Согласно литературным данным [1, 2], каталитический цикл фермента не приводит к образованию перекисных соединений. В работе [1] подчеркивается, что в этом состоит преимущество лакказы для промышленного применения перед пероксидазами, для работы которых необходим пероксид водорода, в то же время приводящий к их дезактивации через несколько циклов. Однако не только восстановление кислорода, но и превращения феноксильного радикала, второго продукта лакказы, способны генерировать АФК, в том числе и  $H_2O_2$ , например, по реакциям [3]:



Для выявления пероксида водорода в реакционной смеси при лакказном окислении фенолов применялась высокочувствительная методика, основанная на усилении хемилюминесценции кобальт-люминольной системы при введении  $H_2O_2$  [4]. Реакционная смесь, вводимая в кобальт-люминольную систему, разбавлялась в  $10^5$  раз, что обеспечивало отсутствие влияния на интенсивность хемилюминесценции примесей, также способных вызвать схожий эффект.

Реакцию лакказного окисления гидрохинона проводили в термостатируемом реакторе с барботацией ( $[ГХ]_0 = 1,36$  мМ,  $[Е]_0 = 20$  мг/л, цитратный буфер рН 4,6,  $35^\circ\text{C}$ ). Через 20 минут после начала реакции отбирали 0,05 мл реакционной смеси и разбавляли дистиллированной водой в  $10^5$  раз. В 5 мл кобальт-люминольной смеси ( $[люм] = 7,0$  мкМ,  $[CoSO_4] = 1,0$  мкМ, карбонатный буфер рН=9.9) вводили по 0,5 мл разбавленной реакционной смеси или растворы пероксида водорода

известной концентрации, что вызывало скачок на кривой хемилюминесценции (Рис. 1.). Сравнивая интенсивность хемилюминесценции, получаем, что в реакционной смеси присутствует примерно 1 мМ  $H_2O_2$ , то есть концентрация пероксида водорода соизмерима с начальной концентрацией гидрохинона.

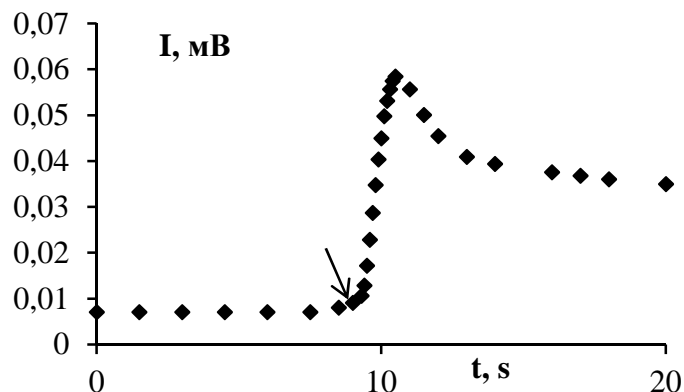


Рис.1. Влияние пробы реакционной смеси (стрелкой показан момент введения) на люминол-зависимую ХЛ. Карбонатный буфер pH 9.9; [люминол] = 7,0 мкМ;  $[CoSO_4] = 1,0$  мкМ).

Таким образом, показано образование пероксида водорода при лакказном окислении гидрохинона с помощью кобальт-зависимой хемилюминесценции люминола. Это указывает на то, что в ходе каталитических циклов образуются активные формы кислорода, диффундирующие из активного центра в реакционную смесь и приводящие к образованию пероксида водорода.

### Список литературы

1. Использование базидиальных грибов в технологиях переработки и утилизации техногенных отходов: фундаментальные и прикладные аспекты (обзор) / Н. А. Куликова [и др.] // Прикладная биохимия и микробиология. – 2011. – Т. 47. – С. 619-634.
2. Laccase: Properties, Catalytic Mechanism, and Applicability / A. I. Yaropolov et al. // Applied Biochemistry and Biotechnology. – 1994. – Vol. 49. – P. 257-280.
3. Автоокисление фенольных антиоксидантов в водных средах: монография / А. Н. Шендрик [и др.]. – Донецк: ДонНУ, 2013. – 147 с.
4. Determination of Hydrogen Peroxide in Water by Chemiluminescence Detection / S. Uchida et al. // Journal of Nuclear Science and Technology. – 2004. – Vol. 41. № 9. – p. 898–906.



## РОЛЬ МЕТИЛ-ДНК-СВЯЗЫВАЮЩЕГО БЕЛКА KAISO В СТРЕССОВОЙ АДАПТАЦИИ

*Каплун Д.С.*

*Женило С.В.*, к.ф.-м.н, *Литвинова Е.А.*, к.б.н., *Жигалова Н.А.*, к.б.н.,  
*Прохорчук Е.Б.*, д.б.н. профессор

Институт биоинженерии, Научный центр биотехнологии Российской  
академии наук, Москва, Россия

Институт цитологии и генетики Сибирского отделения РАН  
Российская академия наук (СО РАН), Новосибирск, Россия

*kaplun.dascha@yandex.ua*

Белок Kaiso является членом ВТВ/POZ семейства метил-ДНК-связывающих белков, участвующих в онкогенезе, клеточном цикле, апоптозе и сигнальном пути WNT[1,2,3]. Ранее мы продемонстрировали, что репрессивные свойства Kaiso зависят от посттрансляционной модификации, а именно сумоилирования. Различные стрессовые воздействия, в том числе гипоксия, гиперосмос и др., показали, что гиперосмотический стресс приводит к десумоилированию Kaiso. Целью данного исследования было определение участия Kaiso при токсических условиях *in vivo*, используя разные нокаутные модели. Мы обнаружили, что Kaiso экспрессируется в

клетках дистальных почечных канальцев (Рис.1).

Ранее уже установлена экспрессия Kaiso в эпидермисе, роговице, кишечнике, мочевом пузыре. Можно предположить его участие в гиперосмотическом ответе, поскольку все эти ткани могут контактировать с физиологическими жидкостями с высокой осмомоляльностью. Мы подтвердили участие Kaiso в гиперосмотической реакции стресса в эксперименте с солевой нагрузкой с

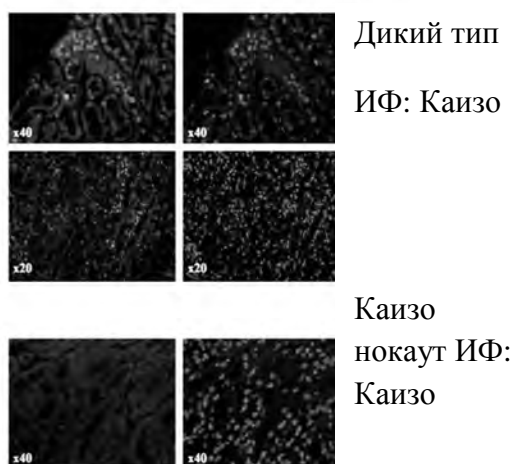


Рис. 1. Экспрессия Kaiso в дистальных почечных канальцах

использованием нокаутных мышей Kaiso. Для обнаружения потенциальных мишеней Kaiso в ответ на гиперосмотическую обработку мы получили клетки HEK293 с нокаутом по Kaiso с помощью редактирования генома CRISPR / CAS9. Во-вторых, было показано, что гиперосмос облегчает перепрограммирование соматических клеток за счет активации р38сopряженная с уменьшением уровня метилирования ДНК. Используя эту

модельную систему, мы обнаружили улучшенное перепрограммирование ИПСК МЭФ с Kaiso нокаутом по сравнению с клетками дикого типа.

Мы продемонстрировали, что перепрограммирование соматических клеток под гиперосмотическим стрессом протекает на много более эффективно в клетках дикого типа MEF, в то время как Kaiso нокаутные МЭФы не проявили чувствительности к добавлению соли. Таким образом, мы предполагаем новую роль Kaiso в регулировании гомеостаза *in vivo*.

#### Список литературы

1. *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.

2. *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.

3. *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.

4. *Shaiya C. Robinson* Kaiso differentially regulates components of the Notch signaling pathway in intestinal cells//Cell Commun Signal. 2017. Vol. 11. No 2. P.118-131

УДК 621.365.24.661.666.2-4

## ВЛИЯНИЕ ДАВЛЕНИЯ НА ДУГОВОЙ СИНТЕЗ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР

*Котенко Е.Н.,*

*Заритовский А.Н.,* к.х.н., с.н.с.

ГУ «Институт физико-органической химии и углехимии

им. Л.М. Литвиненко», г. Донецк

*likakot@yandex.ru*

В последние 10–15 лет внимание исследователей различных научных направлений привлекает изучение наноматериалов, в первую очередь, углеродных нанотрубок (УНТ).

Развитие фундаментальных научных и прикладных представлений об углеродных нанотрубках уже в ближайшее время может привести к существенным изменениям в области материаловедения, электроники, медицины и пр.

Одним из основных методов синтеза углеродных нанотрубок являются способы, основанные на возгонке-десублимации углеродного материала, в первую очередь, графитового происхождения. При этом наибольшее развитие получил способ, основанный на использовании электродугового разряда, сущность которого заключается в термическом распылении

графитовых электродов в плазме дугового разряда, горящего при пониженном давлении в атмосфере инертного газа, чаще всего гелия.

В процессе реакции часть образующихся продуктов реакции, содержащая графит, аморфную фазу, фуллерены осаждаются на охлаждаемых стенках камеры-реактора, часть, содержащая графит и углеродные нанотрубки, осаждаются на поверхности катода.

В зависимости от наличия или отсутствия катализатора электродуговой синтез УНТ приводит к образованию одностенных (ОУНТ), или многостенных (МУНТ) нанотрубок [1–5].

Следует отметить, что процесс дугового синтеза УНТ является многофакторным и одним из параметров, влияющих на выход и характер образующихся наноматериалов является давление в реакционной зоне. В литературе известны отдельные работы по изучению влияния давления в системе на выходы углеродных материалов, однако в общем процесс изучен недостаточно и не позволяет делать однозначные выводы при планировании эксперимента.

Для понимания влияния давления на процесс формирования наноструктур, нами сравнивались особенности образования наноструктур синтезируемых дуговым методом при различных давлениях.

Эксперименты проводились на сконструированной для синтеза фуллерена установке в дуге постоянного тока силой 80 А при давлении 500 и 750 торр и непрерывной подаче газообразного гелия. Непрерывный ток гелия, как известно, является более предпочтительным, чем статическая газовая атмосфера [6].

Разрядный зазор дуги для стабильности параметров дугового разряда составлял 2 мм, скорость подачи буферного газа 100 мл/мин, анод и катод изготовлены из графита спектральной чистоты и имеют диаметры 6 и 18 мм соответственно.

Полученные в результате синтеза образцы прикатодного депозита, представляющие собой порошкообразные материалы черного цвета, исследовались с помощью электронного микроскопа высокого разрешения (ТЕМ).

Как показали исследования, синтезированный плазменнодуговым методом при давлении в системе 500 торр углерод-углеродный конденсат представляет собой массив многостенных углеродных нанотрубок (МУНТ) с диаметром 60–90 нм.

Образования побочных продуктов в виде аморфной сажи не наблюдалось (рис. 1, а).

Проникающая электронная микроскопия применялась для неочищенных образцов углеродного композита.

Переход к осуществлению дугового синтеза при атмосферном давлении приводит к изменению характера и морфологии образующихся углеродных наноструктур (рис. 1, б).

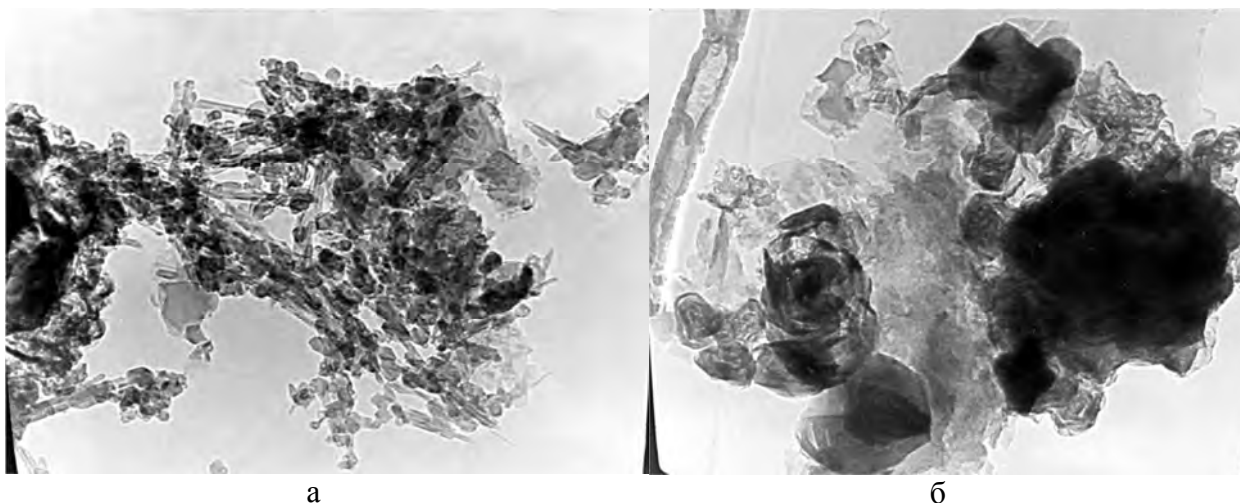


Рис. 1. Электронномикроскопическое изображение ( $\times 30000$ ) наноструктур образующихся при давлении гелия 500 торр (а), 750 торр (б).

Наряду с нанотрубками с диаметром около 300 нм в депозите прикатодного пространства наблюдается уменьшение степени упорядоченности образующихся наноструктур. Образующийся углеродный конденсат имеет разупорядоченную наномасштабную морфологию, наблюдается увеличение количества сажеобразных образований, имеющих разнообразную форму с включением графеновых частиц.

На наш взгляд, полученный углеродный депозит, за счет разупорядоченной морфологии, может явиться эффективным компонентом композиционных материалов, обладающих повышенными прочностными характеристиками.

### Список литературы

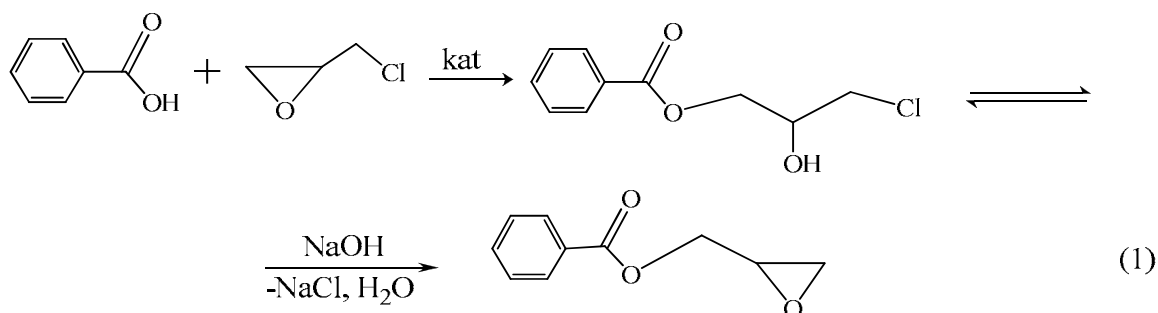
1. Харрис П. Углеродные нанотрубки и родственные структуры. – М.: Техносфера. – 2003. – 336 с.
2. Елецкий А.В. Углеродные нанотрубки // УФН. – 1997. – Т. 167, N 9 – С. 945–972.
3. Раков Э.Г. Методы получения углеродных нанотрубок // Успехи химии. – 2000. – Т. 69, N 1. – С. 41-59.
4. Ткачев А.Г., Золотухин И.В. Аппаратура и методы синтеза твердотельных наноструктур: монография. – М.: Изд-во Машиностроение-1, 2007. – 316 с.
5. Рухов А.В. Процессы и реакционное оборудование производства углеродных наноматериалов. – М.: Изд. Дом «Академия естествознания». 2013. – 141 с.
6. Беликов А.Е., Зайковский А.В., Мальцев В.А., Нерушев О.А., Новопашин С.А., Пахарукова В.П., Снытников П.В., Сахапов С.З., Смовж Д.В. Свойства углерод-углеродного конденсата, синтезированного в плазменной дуге // Теплофизика и аэромеханика. – 2009. – Т. 16, N 4. – С. 691-694.

## КИНЕТИКА АЦИДОЛИЗА ХЛОРМЕТИЛОКСИРАНА БЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТОЙ В ПРИСУТСТВИИ НИЗКООСНОВНЫХ ТРЕТИЧНЫХ АМИНОВ

*Кравец А.В., Оврамко Н.А.,  
Синельникова М.А.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк  
*kravec1992@rambler.ru*

Эпоксидные смолы широко применяются в различных областях техники для изготовления большого спектра изделий, клеев, композиционных материалов, пропиточных компаундов для электроники[1-4]. Реакция, которая лежит в основе образования мономеров для синтеза полиэпоксидов с заданным комплексом свойств, является взаимодействие карбоновой кислоты с хлорметилоксираном (эпихлоргидрин, ЭХГ) с последующим дегидрохлорированием хлоргидринового эфира:



Реакция каталитического ацидолиза хлорметилоксирана (эпихлоргидрина) важна не только в практическом аспекте, но и для изучения механизма раскрытия оксиранового цикла под действием нуклеофильных реагентов. Несмотря на значительное количество работ по исследованию реакции  $\alpha$ -окисей с карбоновыми кислотами, кинетические закономерности этой реакции изучено недостаточно. Остаются открытыми вопросы, связанные с порядками реакции, механизмом действия катализаторов.

Целью работы является изучение влияния природы и концентрации катализатора, температуры на скорость реакции ацидолиза хлорметилоксирана бензойной кислотой.

Объекты исследования – бензойная кислота (нуклеофильный реагент), хлорметилоксиран (субстрат), катализаторы – ароматические третичные амины: N,N-диметиланилин (ДМА), 4-NO-N,N-диметиланилин, 4-NO<sub>2</sub>-N,N-диметиланилин, рКа которых варьируется в диапазоне 5,06÷0,61. Исследование проводилось в избытке эпихлоргидрина в температурном

интервале 50–70 °С. Концентрация катализатора варьировалась в пределах 0,005÷0,00125 моль/л. Контроль за ходом процесса осуществлялся методом рН- потенциометрического кислотно-основного титрования.

В результате проведенных исследований установлен нулевой порядок реакции по нуклеофильному реагенту – бензойной кислоте, и первый по катализатору. В случае катализа реакции (1) низкоосновными 4-NO- и 4-NO<sub>2</sub>-N,N-диметиланилином нулевой порядок реакции по реагенту устанавливается после 20 % степени конверсии кислоты. Оценено влияние природы катализатора на скорость реакции (1). Показано, что каталитическая активность третичных аминов увеличивается с ростом их основности. Изучено влияние температуры на скорость каталитического ацидолиза эпихлоргидрина. Рассчитаны активационные параметры реакции. На основе полученных экспериментальных данных предложено кинетическое уравнение реакции бензойной кислоты с эпихлоргидрином при катализе низкоосновными жирноароматическими третичными аминами.

### Список литературы

1. Бобылев В.А. Специальные эпоксидные смолы для клеев и герметиков/ В.А. Бобылев// Клеи. Герметики. Технологии. – 2005. – № 5. – С. 8-11.
2. Дрюк В.И. Оксираны-синтезибиологическая активность. механизм, ассоциативные и стерические эффекты пероксидного оксидирования алкенов / В.И. Дрюк, В.Г. Карцев, М.А. Войцневская. – М: "Богорский печатник" 1999. – 528 с.
3. Bukowska A., Bukowski W. A highly regioselective catalyst of epichlorohydrin acidolysis / J. Chem. Technol. Biotechnol., 1998. – № 73 – P. 341-344.
4. Пропилхлоргидриновые эфиры олигонафтолов и закономерности их синтеза / А.В. Рагимов, Б.А. Мамедов, Ч.О. Исмаилова и др // Высокомолекулярные соединения. Сер. А. – 1985. – Т. 27, № 2. – С. 289-294.

## ЛАККАЗНАЯ АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТОВ ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ВЕШЕНКИ ОБЫКНОВЕННОЙ

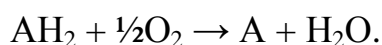
*Кравченко Е.М.,*

*Одарюк И.Д.,* канд. хим. наук

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*elena\_grazhina@mail.ru*

Распространенные в природе ферменты семейства лакказ катализируют окисление молекулярным кислородом органических и неорганических соединений. Конечным акцептором электронов в этом процессе является кислород, восстанавливающийся до воды по реакции:



Широкая субстратная специфичность, активность и стабильность делают эти ферменты перспективными объектами биотехнологических исследований и промышленного применения. Они уже используются при решении различных технологических задач, от биodeградации отходов и очистки воды и почвы, до тонкого органического синтеза [1]. Ведется поиск новых источников лакказ и способов извлечения из них фермента. Удобным объектом для этого являются экстракты культуральных сред и мицелия макромицетов, обладающих пищевой ценностью.

Лакказы разных штаммов *Pleurotus ostreatus* являются высоко- и среднепотенциальными, сходны по биохимическим свойствам [2]. Штамм НК-35 высокопродуктивен и выращивается для употребления в пищу [3].

Целью работы является поиск селективной методики исследования ферментативной активности экстракта питательной среды, на которой выращивается мицелий вешенки обыкновенной НК 35.

Биоматериал для исследований был любезно предоставлен сотрудниками кафедры физиологии растений биологического факультета ДонНУ. Экстракт получали настаиванием 10 г биоматериала с 40 мл бидистиллированной воды в течение 2 часов при периодическом перемешивании, твердые частицы отделяли центрифугированием и использовали прозрачную надосадочную жидкость.

В качестве маркера лакказной активности использовали 2,2'-азино-бис-(3-этилбензтиазолин-6-сульфонат), который не взаимодействует с другими ферментами, которые могут попасть в экстракт, например, фенол оксидазами и пероксидазами, и используется в подобных исследованиях [4].

Электронный спектр поглощения исследуемого экстракта практически идентичен спектру раствора лакказы *Trametes versicolor* (Sigma-Aldrich), что указывает на наличие фермента в экстракте и на сходство строения этих двух лакказ.

Варьируя рН буферных растворов и температуру реакционной смеси, установили температурный и рН-оптимумы лакказной активности исследуемого экстракта. Оптимум рН фермента находится в области 2.8-3.2, а при значении рН 6.0 и выше фермент полностью теряет каталитическую активность. Температурный оптимум фермента оказался близким к 40°C, что характерно для многих голубых медьсодержащих оксидаз. В температурном интервале 10–70°C фермент не теряет полностью каталитическую активность.

При добавлении исследуемого экстракта к реакционной смеси, содержащей флороглюцин и растворенный молекулярный кислород зафиксировано хемилюминесцентное свечение. Вид хемилюминесцентной кривой аналогичен таковому для аналогичных опытов с лакказой *Trametes versicolor*.

Фермент в водном экстракте и в исходном биоматериале сравнительно неустойчив, хранится в холодильнике не более недели (экстракт) и месяца (питательная среда). Замораживание питательной среды также ведет к почти полной потере ферментативной активности. Следовательно, необходимо работать со свежесобраным биоматериалом.

Суммарное количество белков в экстракте определяли весовым методом, осаждая их с помощью трихлоруксусной кислоты. Установлено, что экстракт содержит примерно 200–250 мг/л общего белка, а лакказы в нем, следовательно, еще меньше. Поэтому для извлечения фермента необходимо иметь значительные количества экстракта или использовать более эффективные методы культивирования мицелия с применением индукторов лакказы.

Таким образом, в экстракте питательной среды мицелия Вешенки обыкновенной обнаружен фермент, проявляющий оксидазную активность, которым, вероятнее всего, является оксидаза данного макромикета. Получен первичный массив экспериментальных данных, в том числе установлены оптимумы температуры и рН этого фермента, который позволит вести дальнейшие исследования.

### Список литературы

1. Mate, Diana M. Laccase engineering: from rational design to direct evolution // *Biotechnology Advances*. – 2015. – Vol. 33(1). – P. 25-40.
2. Hautphenne, C., Debaste, F., Penninckx, M. Product formation from phenolic compounds removal by laccases: A review // *Environmental Technology&Innovation*. – 2016. –Vol. 5. – P. 250-266.
3. Анненков, Б. Г., Азарова, В. А. Коллекция штаммов вешенки обыкновенной, их оценка и использование в грибоводстве // *Дальневосточный аграрный вестник*. – 2009. – Т. 1(9). – С. 22-28.
4. Pelaez, F., Martinez, M. J., Martinez, A.T. Screening of 68 species of basidiomycetes for enzymes involved in lignin degradation // *Mycological Research*. – 1995. – Vol. 99, part 1. – P. 37-42.



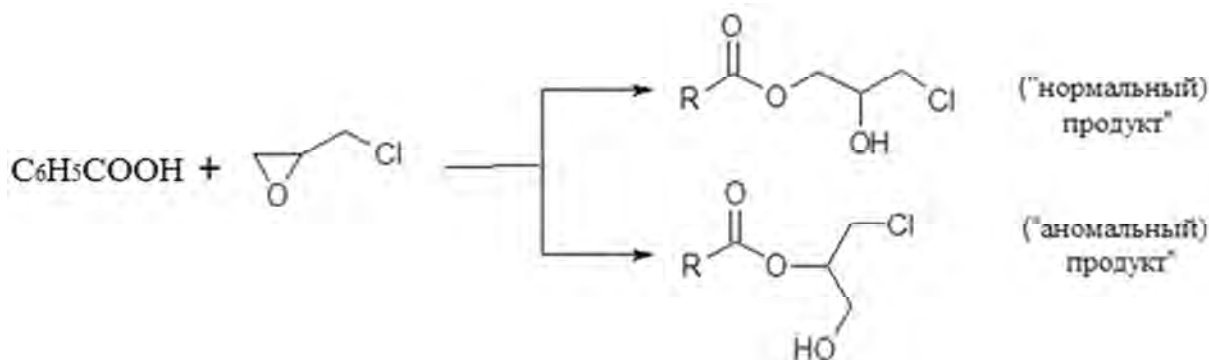
## КИНЕТИКА АЦИДОЛИЗА 1-ХЛОР-2,3-ЭПОКСИПРОПАНА БЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТОЙ В ПРИСУТСТВИИ БЕНЗОАТОВ ТЕТРАЭТИЛАММОНИЯ

*Лаврова А.И., Стенук В.А.,  
Синельникова М.А.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк  
*nutka.lavrova@mail.ru*

Оксираны являются важными синтонами основного органического синтеза. К числу продуктов, производимых на их основе, относятся разнообразные лаки, краски, клеи, синтетические волокна, ионообменные смолы, каучуки, характеризующиеся высокой масло-, термостойкостью, газонепроницаемостью и др. Оксирановый цикл является структурным элементом ряда биологически активных соединений природного и синтетического происхождения. Реакция алкилирования нуклеофильных групп (-ОН, -СООН, -NH и др.) эпоксидами рассматривается как модельная при изучении механизма биохимических процессов и создания биологически активных веществ [1–5].

При взаимодействии 1-хлор-2,3-эпоксипропана (эпихлоргидрина) с бензойной кислотой возможно как нормальное, так и аномальное раскрытие цикла:



Широкое практическое применение находит продукт «нормального» раскрытия цикла, т.к. он может заново образовывать оксирановый цикл. Поэтому актуальным является изучение закономерностей каталитического раскрытия оксиранового цикла гидроксилсодержащими реагентами.

Целью работы является изучение природы и концентрации катализатора, температуры на скорость ацидолиза эпихлоргидрина бензойной кислотой при катализе тетраэтиламмоний бензоатами.

В качестве катализаторов реакции выбраны бензоаты тетраэтиламмония ( $RC_6H_4COO^+N(C_2H_5)_4$ ), где R: 2-CH<sub>3</sub>, 2-Cl, 2-Br, H, 2-NO<sub>2</sub>. Исследования

проводили в избытке эпихлоргидрина, который одновременно является и субстратом, и растворителем в температурном интервале 30÷60 °С. Концентрация катализатора варьировалась в пределах 0,0015÷0,005 моль/л. Контроль за протеканием процесса осуществлялся рН-потенциометрически.

В результате изучения формальной кинетики реакции бензойной кислоты с эпихлоргидрином в присутствии бензоатов тетраэтиламмония определены частные порядки реакции: нулевой по кислотному реагенту, первый по катализатору. Рассчитаны каталитические константы скорости. Показано, что реакция имеет низкую чувствительность к природе аниона соли тетраэтиламмония. Определены активационные параметры реакции. Установлено, что наибольшее влияние на скорость реакции ацидолиза 1-хлор-2,3-эпоксипропана бензойной кислотой оказывает температурный фактор. Полученные результаты вносят важный вклад в изучение и детализацию механизма нуклеофильного раскрытия оксиранового цикла карбоновыми кислотами в присутствии тетраалкиламмониевых солей.

#### Список литературы

1. В.Г. Дрюк, В.Г. Карцев, М.А. Войцеховская. Оксираны – синтез и биологическая активность. М. – 1999. – 527 с.
2. Pat. 20030004281A1 USA/ Smits J., Marx E., Koosjmans P. et al. – Publ. 2003.
3. Изучение процесса взаимодействия о-крезола с эпихлоргидрином в присутствии аммониевых солей / С.П.Кобзев, М.А.Симонов, А.М.Романцевич и др. // Журн.прикл.химии. – 1991.- № 2. – С.398-403.
4. Кинетические параметры реакции фенолов с эпихлоргидрином / А.В.Рагимов, Б.А. Мамедов, Ч.О. Исмайлова и др. // Кинетика и катализ. – 1985. – Т.26., № 1. – С.75-78.
5. Пропилхлоргидриновые эфиры олигонафтолов и закономерности их синтеза / А.В. Рагимов, Б.А. Мамедов, Ч.О. Исмайлова и др // Высокомолекулярные соединения. Сер.А. – 1985. – Т. 27., № 2. – С.289-294.

**ОЦЕНКА СВЯЗИ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК  
ПИГМЕНТНОГО СОСТАВА ХВОИ ЕЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ  
(PICEA ABIES) С ЗАГРЯЗНЕННОСТЬЮ ТЕРРИТОРИЙ  
ДОНЕЦКОЙ ОБЛАСТИ**

*Мацука Н.А.  
Дорошкевич В.С.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк  
*bio-chem@mail.ru*

Известно, что содержание хлорофилла - а и b, а также каротиноидов у растений коррелирует с морфологическими изменениями объектов, произрастающих как в благоприятных, так и в загрязненных участках окружающей среды. В литературных источниках также отмечено, что накопление пигментов в хвое ели зависит от различных экологических условий.

Целью работы было оценить экологическое благополучие урбанизированных ландшафтов г. Донецка, подвергающихся непосредственному воздействию выбросов в атмосферный воздух вредных веществ предприятий тяжелой промышленности и автотранспортных дорог с помощью пигментов, содержащихся в хвое Ели обыкновенной (*Picea Abies*).

Объектами исследования была выбрана годичная хвоя Ели обыкновенной, произрастающих на территориях г. Горловка и г. Донецк. Обследовано 8 точек, расположенных в следующих районах: г. Горловка, уличное озеленение, парковая зона; г. Донецк, уличное озеленение; г. Донецк, ул. Пятницкого, частный сектор вблизи аэропорта; г. Донецк, ул. Свободы, частный сектор вблизи аэропорта; г. Донецк, ул. Рабфаковская, частный сектор вблизи аэропорта; г. Горловка, Никитовский район, переулочек Зайцевский; г. Горловка, Никитовский район, Артемовское автомобильное шоссе; г. Горловка, Никитовский район, небольшая поляна в роще, вблизи Никитовского ртутного комбината.

Концентрация хлорофиллов а и b и каротиноидов в вытяжке пигментов определена методом спектрофотометрии (СФ-2000, Россия) в максимумах поглощения определяемых пигментов при  $\lambda = 664, 647, 630$  и  $750$  нм. Проведены расчеты пигментного индекса  $E_{450}/E_{480}$ .

По результатам измерений содержания пигментов в хвое наибольшая концентрация хлорофилла а наблюдается в парковых зонах г. Донецка, наименьшая – г. Горловка в Никитском районе.

Высокое значение суммы пигментов хлорофилла а хлорофилла b в хвое Ели обыкновенной отмечено в частном секторе, находящийся возле аэропорта г. Донецка.

Результаты исследований состояния пигментной системы хвои ели в различных зонах г. Донецка и г. Горловки обобщены и представлены на рис.

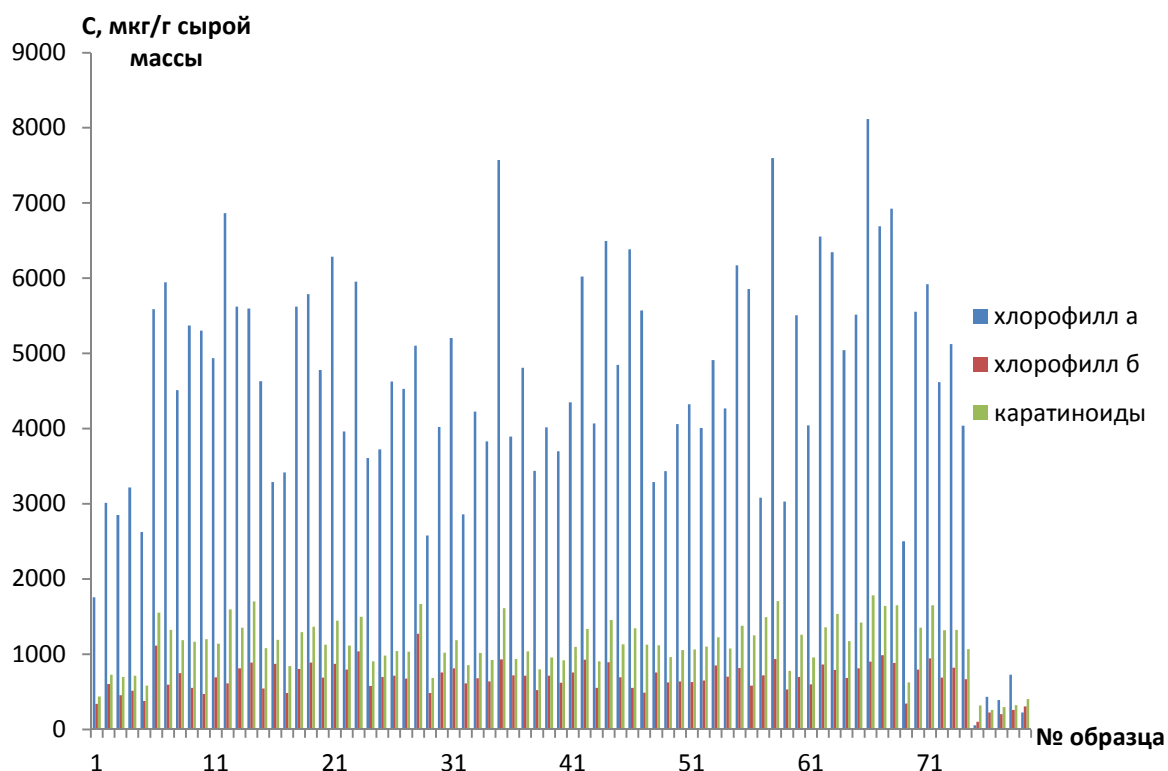


Рис. Содержание пигментов в хвое Ели обыкновенной.

Обнаружено, что содержание пигментов зависит от интенсивности загрязнения воздушной среды участка. Наглядными показателями состояния растений являются содержание хлорофиллов и каротиноидов ассимиляционного аппарата. Загрязнение среды промышленными, автомобильными выбросами оказывает неблагоприятное влияние на пигментную систему хвои Ели обыкновенной. Тяжелые металлы и др. загрязнители ослабляют процессы накопления хлорофилла и приводят к нарушениям метаболизма деревьев. Рассчитанный пигментный индекс  $E_{450}/E_{480}$  в исследованных образцах может использоваться для экспресс-оценки состояния Ели обыкновенной.

## ДИСМЕТАБОЛИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ДЕЗОРГАНИЗАЦИЯ ГЛИКОКАЛИКСА ЭРИТРОЦИТОВ У БОЛЬНЫХ РАКОМ ЛЕГКИХ

*Миронова К.А.,*

*Бакурова Е. М.,* к.мед.н., доцент

Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького,  
г.Донецк

Исследование эритроцитов периферической крови у пациентов с онкозаболеванием – перспективное направление поиска показателей, которые характеризуют состояние организма в целом. Такими чувствительными критериями могут быть изменения метаболических показателей эритроцитов и состояние их мембран. Дисметаболические процессы в эритроцитах и их дисфункция могут опосредовать нарушение микроциркуляции, адекватной оксигенации тканей и способствовать прогрессии опухоли [1].

**Цель исследования.** Провести сравнительное изучение активности: лактатдегидрогеназы (ЛДГ) – фермента энергообмена клеток, глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы (Г6ФДГ) – регуляторного фермента пентозофосфатного пути окисления глюкозы, участвующий в глутатионовой системе защиты клетки [3], аденозиндезаминазы (АДА) – энзима, регулирующего уровень сигнальной молекулы – аденозина [1, 2] в эритроцитах у больных раком легких. Сопоставить метаболические особенности эритроцитов с показателями состояния их мембран.

**Материал и методы.** Спектрофотометрически исследована активность ЛДГ, Г6ФДГ, АДА и ВНиСММ в эритроцитах крови у 45 пациентов с раком легких (РЛ). Возраст пациентов – от 40 до 76 лет. Группу контроля составила кровь 30 доноров того же возраста. Сорбционная способность эритроцитов (ССЭ) определена фотоэлектрокалориметрически. Осмотическая резистентность эритроцитов (ОРЭ) – методом Лимбека [1].

Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием программы «MedStat» (Альфа) и «Statistica 6.0» (StatSoft).

**Результаты.** Группа больных РЛ была неоднородной, по показателям ферментативной активности выделили две: 1-я гр. – основная и 2-я гр. Во 2-й группе анализ пациентов показал наличие анемии. В 1-й группе активность ЛДГ имела максимально высокие значения, по сравнению со 2-й группой и контролем (1-я гр. -  $10,79 \pm 0,67$  (9,58-14,33) нмоль/мин\*мг,  $p < 0,001$ ; 2-я гр.  $4,1 \pm 0,75$  (2,62-6,41),  $p = 0,012$ ; контроль -  $2,69 \pm 0,15$  (2,19-3,28) нмоль/мин\*мг). Активность АДА снижалась, наиболее выражено во 2-й гр. больных (1-я гр.  $8,37 \pm 1,5$  (4,7-10,5) нмоль/мин\*мг,  $p < 0,001$ ; 2-я гр.  $2,7 \pm 0,5$  (2,7-3,95) нмоль/мин\*мг,  $p < 0,001$ ; контроль -  $12,8 \pm 1,7$  (9,42-19,65) нмоль/мин\*мг). Активность Г6ФДГ изменялась в группах достоверно, но

разнонаправленно (1-я -  $0,16 \pm 0,06$  ( $0,12-0,37$ ) нмоль/мин\*мг,  $p < 0,001$ ;  $0,04 \pm 0,01$  ( $0,032-0,07$ ) нмоль/мин\*мг,  $p = 0,006$ ; контроль -  $0,10 \pm 0,01$  ( $0,05-0,13$ ) нмоль/мин\*мг). В основной группе больных однонаправленное повышение ферментов углеводного обмена и снижение активности энзима пуринового обмена происходило на фоне физиологического уровня гемоглобина. Это свидетельствует о повышенных потребностях клеток в АТФ, репаративных процессах в мембранах, дисбалансе пула аденилатов. Во 2-й группе больных РЛ разнонаправленные изменения активности углеводного обмена свидетельствуют об энергодефиците, нарушении энергозависимых трансмембранных реакций, активации ПОЛ, о старении эритроцитов. Минимальная активность АДА, приводит к накоплению аденозина, а он, как известно, взаимосвязан с образованием патологических форм эритроцитов [2].

Анализируя ОРЭ в группах было установлено, что в 1-й гр. эритроциты характеризуются повышенной резистентностью, а во 2-й – наоборот (min: 1-я гр. -  $0,45 \pm 0,03$  %,  $p < 0,05$ ; 2-я гр. -  $0,57 \pm 0,03$ %,  $p < 0,05$ ; контроль -  $0,50 \pm 0,01$ % и max: 1-я гр. -  $0,25 \pm 0,01$ %,  $p = 0,081$ ; 2-я -  $0,27 \pm 0,02$ %,  $p < 0,05$ ; контроль -  $0,23 \pm 0,01$ %. Повышение ОРЭ отражает наличие молодых форм эритроцитов, а снижение ОРЭ свидетельствует о повышенной циркуляции в крови патологических форм эритроцитов, что согласуется со снижением активности АДА и ГбФДГ во 2-й группе.

ССЭ была повышена у всех больных РЛ ( $45 \pm 5$ % и  $33,5 \pm 4,0$ %,  $p = 0,001$ ), что считается индикатором повреждения мембран и клеточной дезорганизацией. Повышение уровня ВНиСММ в эритроцитах больных РЛ  $20,1 \pm 3,1$  у.е. и  $12,9 \pm 0,7$  у.е.,  $p = 0,002$  характеризует перегрузку гликокаликса.

**Выводы.** Дисметаболические процессы в эритроцах у больных РЛ взаимосвязаны с изменением свойств гликокаликса и его дезорганизации, активации энергопотребляющих трансмембранных реакций. Отражают функциональные способности мембран. Снижение активности АДА (в 4,7 раза), ГбФДГ (в 2,5 раза) при незначительных отклонениях от нормы активности ЛДГ (1,5 раза) на фоне перегрузки гликокаликса могут свидетельствовать о процессах старения эритрона и развитии анемии, следовательно, о неблагоприятном прогнозе течения заболевания.

### Список литературы

1. Миронова К.А. Особенности обмена аденозина и лактата в клетках крови при аденокарциноме / Евразийский союз ученых. М. 2015. № 8-3 (17). С 148-152.
2. Zhang Y., Xia Y. Adenosine signaling in normal and sickle erythrocytes and beyond / *Microbes Infect.* 2012. Aug; 14 (10):863-873.
3. The return of metabolism: biochemistry and physiology of the pentose phosphate pathway/ A. Stincone [et al.] // *Biological Reviews.* – 2015. – Vol. 90, Is. 3. – P. 927–963.

## ЦИКЛОКОНДЕНСАЦИЯ 3-АМИНОТИЕНОПИРИДИН-2-КАРБОКСАМИДОВ С НИНГИДРИНОМ

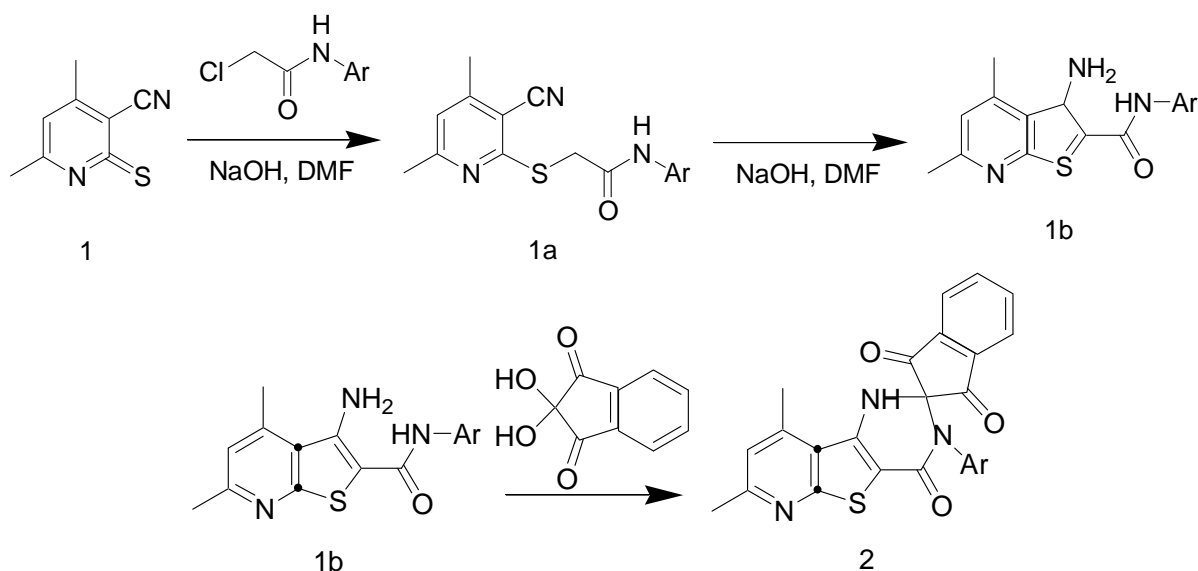
*Муравьев В.С.,*

*Лукина Д.Ю.,* к.х.н., доцент

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», Краснодар

Получение производных тиено[2,3-*b*]пиридина и изучение их свойств является актуальной задачей, т.к. на их основе возможно создание множества лекарственных средств. К тому же, наличие препаративно удобных методов синтеза позволяет получать большое количество производных используемых далее для тонкого органического синтеза.

Был синтезирован ряд веществ структуры пиридо[3',2':4,5]тиено[3,2-*d*]пиримидина (2) на основе производных тиено[2,3-*b*]пиридина (1*b*) путём их конденсации с нингидрином в среде уксусной кислоты в присутствии каталитических количеств серной кислоты. Исходные соединения (1*b*) получены циклизацией 2-алкилтио-3-цианопиридинтионов (1*a*), которые традиционно синтезируют из соответствующих 3-цианопиридин-2(1*H*)-тионов (1) конденсацией с алкилирующими агентами, содержащими электроноакцепторный заместитель в  $\alpha$ -положении относительно атома галогена.



## МОДИФИКАЦИЯ СОПОЛИМЕРОВ МАЛЕИНОВОГО АНГИДРИДА БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ

*Нестеренко Д.Ю.,*

*Тюрина Т.Г., д.х.н.*

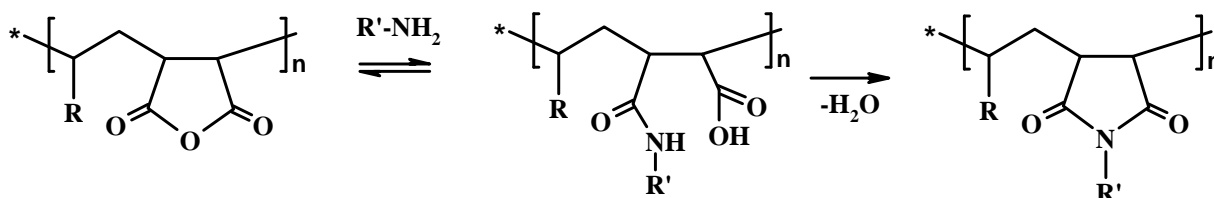
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

ГУ «Институт физико-органической химии и углехимии

им. Л. М. Литвиненко», г. Донецк

*d.nesterenko1995@gmail.com*

Присоединение лекарственных препаратов к полимерной матрице позволяет пролонгировать его действие, селективно направить в определенные органы или ткани. Среди полимеров, используемых в качестве матрицы, известны сополимеры малеинового ангидрида (МА), медицинскому и фармацевтическому применению которых благоприятствуют такие свойства, как биосовместимость, растворимость в воде, четко определенная структура, возможность дальнейших химических превращений сополимера по звену МА [1–3]. Цель данной работы – модификация сополимеров малеинового ангидрида с винилацетатом лекарственными аминокислотами по схеме:



В качестве лекарственных препаратов для модификации сополимера были выбраны препараты, содержащие аминогруппу: антибиотик амоксилав (действующее вещество – амоксициллин) и ряд аминокислот (глицин, лейцин, изолейцин).

Исходя из растворимости выбранных аминокислотных веществ, к раствору сополимера в диоксане амоксилав добавляли в виде раствора в ДМСО, глицин – в виде водного раствора, лейцин и изолейцин – в виде кристаллического порошка. Модификацию проводили при соотношении сополимер : препарат = 1 : 1 моль/моль без и в присутствии катализатора триэтиламина (ТЭА) (температура синтеза 60 °С и 105 °С).

Степень модификации сополимера определяли по данным потенциометрического титрования, путем дифференцирования кривых титрования «рН-V», считая объем титранта по нулевой точке на дифференциальной кривой 2-го порядка (рис. 1).



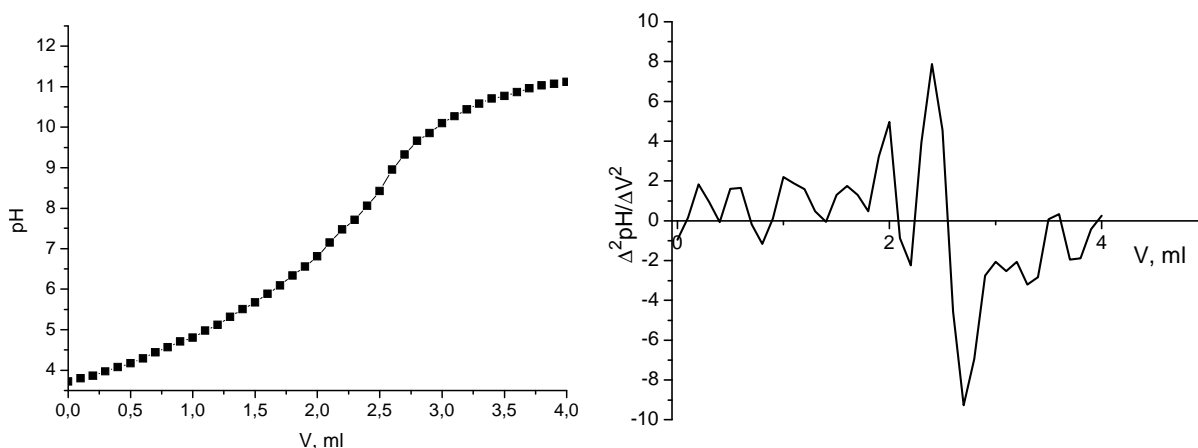


Рис. 1. Кривая потенциометрического титрования продукта амидирования сополимера амоксиклавом (слева) и ее вторая производная (справа)

Найдено, что при обработке сополимера амоксиклавом образуются звенья полуамида (ПА), однако часть звеньев малеинового ангидрида остается немодифицированной. Соотношение звеньев ПА и немодифицированного МА в продукте составляет 0,75 : 0,25 моль/моль для синтеза без добавления ТЭА, и 0,70 : 0,30 моль/моль – в присутствии ТЭА.

Амидирование сополимера глицином проходит более полно. В продукте модификации обнаружены звенья полуамида и циклического амида (ЦА). Соотношение ПА : ЦА равняется 0,24 : 0,76 и 0,85 : 0,15 для модификации глицином без и в присутствии ТЭА. Аналогичные результаты получены для других аминокислот. Таким образом, применение триэтиламина в качестве катализатора приводит к более высокой степени превращения карбоксильных групп звена малеинового ангидрида в полуамидные при модификации сополимера аминокислотой, однако он оказывается малоэффективным при реакции с амоксициллином.

### Список литературы

1. Biomedical applications of maleic anhydride copolymers / I. Popescu, D. Mihalea Suflet, I. M. Pelin, G. Ch. Chițanu // // *Revue Roumaine de Chimie*. – 2011. – Vol. 56, N 3. – P.173-188.
2. Synthesis, characterization and antiproliferative activities of novel modified poly (maleic anhydride-co-vinyl acetate)/cytosine  $\beta$ -D-arabinofuranoside hydrochloride conjugate / G. Karakuş, A. Ş. Yağlıoğlu, H. B. Zengin, N. Karakuş // *Marmara Pharmaceutical Journal*. – 2015. – Vol. 19. – P. 73-81.
3. Heterocyclic compounds with potential biological activity coupled on poly(maleic anhydride-alt-vinyl acetate) / V. Sunel, M. Popa, C. L. Dumitriu [et al.] // *Reactive & Functional Polymers*. – 2005. – Vol. 65. – P. 367-380.

## УРОВНИ СУБКЛАССОВ ИММУНОГЛОБУЛИНОВ G У ЗДОРОВЫХ ЛИЦ

*Панета О.П.*

*Прилуцкий А.С.*, д.мед.н., профессор

Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького, г. Донецк  
*olya.papeta@mail.ru*

Иммуноглобулины — защитные белки сыворотки крови или секретов, обладающие функцией антител и относящиеся к глобулиновой фракции. Иммуноглобулины класса G составляют основную фракцию иммуноглобулинов в крови человека. Существует четыре субкласса G: IgG1, IgG2, IgG3, IgG4. Обладая высокой специфичностью, они активно участвуют в иммунном ответе, одновременно регулируют его, влияя на активность других механизмов иммунного ответа — клеточных и гуморальных, определяя во многом полноценность иммунного ответа. Исследования, посвященные оценке уровня субклассов G среди здоровых лиц юношеского возраста немногочисленны.

Цель данной работы заключалась в определение количественного содержания иммуноглобулинов G в сыворотке крови у здоровых лиц проживающих в Донецком регионе.

**Материалы и методы.** В работе была поставлена цель отработать и освоить методику определения субклассов G методом иммуноферментного анализа, провести статистическую обработку полученных данных, а также определить средние региональные нормы содержания I-IV субклассов G, у условно здоровых лиц в Донецком регионе. В качестве объекта исследования использовалась сыворотка крови.

Нами было проведено исследование уровней субклассов G сыворотки у 107 здоровых доноров в возрасте от 18 до 23 лет. Забор крови проводили утром натощак. Определение содержания субклассов G проводилось с помощью разработанных сотрудниками кафедры клинической иммунологии, аллергологии и эндокринологии ДонНМУ им. М.Горького иммуноферментных тест-систем для определения указанных иммуноглобулинов.

В ходе работы была проведена статистическая обработка полученных данных, которая включала анализ распределения. В связи с непараметрическим характером распределения полученных данных для статистического анализа рассчитывались медиана и ошибка медианы.

**Результаты.** В результате эксперимента было установлено, что иммуноглобулины IgG1 субкласса чаще всего регистрируются в диапазоне 5,01-7,0 г/л (32%), IgG2 субкласса 1,55-2,50 г/л (27%), IgG3 субкласса 0,1-0,3 г/л (31%), IgG4 субкласса-0,04-0,20 г/л (30% обследованных).

В результате исследований было установлено, что у лиц с наличием аллергических заболеваний в анамнезе, в сравнении с лицами которые не страдают ими, имеет место статистически достоверное снижение концентрации IgG2 субкласса ( $p=0,013$ ) на фоне повышения IgG4 субкласса ( $p < 0,01$ ). У лиц с наличием аллергии на какие либо установленные аллергены повышена концентрация IgG4 субкласса ( $p < 0,01$ ).

Нами было установлено, что у лиц с наличием частых ОРЗ в анамнезе сопровождается достоверным снижением IgG2 ( $p < 0,001$ ) субкласса на фоне повышения IgG4 субкласса ( $p=0,02$ ) и повышением IgG1 субкласса ( $p= 0,02$ ), у лиц с синуситом в анамнезе сопровождается достоверным снижением IgG2 субкласса ( $p < 0,001$ ) и повышением IgG4 субкласса ( $p=0,045$ ).

**Выводы.** В ходе исследования определена зависимость концентрации (г/л) субклассов от частоты (%) методом иммуноферментного анализа, а также проведена статистическая обработка полученных данных.

Установлены уровни G в сыворотке у условно здоровых лиц, в зависимости от наличия аллергических заболеваний в анамнезе, аллергии на известный аллерген, частых ОРЗ, синусита с указанием на наличия и отсутствия заболеваний.

Полученные значения представляют собой ориентировочные региональные нормы содержания I-IV субклассов G, у здоровых лиц, проживающих в Донецком регионе.

Данные результаты могут быть использованы как справочный материал.

УДК 544.6

## **ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВАНИЛИНОВ**

*Рогатко М.И., Семенова Р.Г., Макарова Р.А.,  
Хилько С.Л., канд. хим. наук., с.н.с.*

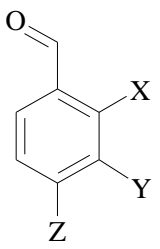
ГУ «Институт физико-органической химии и углехимии  
им. Л.М. Литвиненко», г. Донецк  
*sv-hilko@yandex.ru*

Окислительно-восстановительные процессы являются основой жизнедеятельности живых организмов, энергетики, металлургии, химической промышленности, синтетической химии и др. При исследовании потенциальных антиоксидантов важным является определение количества функциональных групп в их молекулах, которые принимают участие в окислительно-восстановительных процессах. Для фенольных антиоксидантов это количество гидроксильных (-ОН) групп. Известно, что антиоксидантная

активность зависит от числа и положения -ОН групп в молекулах фенолов и наличия других заместителей в их молекулах [1-3].

Ванилин (4-гидрокси-3-метоксибензальдегид) и его производные хорошо известны как вещества, используемые в пищевой, косметической, парфюмерной и фармацевтической промышленности. Целью работы было исследование особенностей окисления производных ванилина (приведены ниже) перманганатом калия в нейтральной среде и их антиоксидантные и антирадикальные характеристики.

Таблица 1

	Соединение			
	Ванилин (3-метокси-4-оксибензальдегид)	Н	ОСН <sub>3</sub>	ОН
	Изованилин (3-окси-4-метоксибензальдегид)	Н	ОН	ОСН <sub>3</sub>
	Орто-ванилин (2-окси-3-метоксибензальдегид)	ОН	ОСН <sub>3</sub>	Н
	Протокатеховый альдегид («оксиванилин») (3,4-дигидроксибензальдегид)	Н	ОН	ОН

Величину окислительно-восстановительного потенциала ( $E$ , мВ) определяли на прецизионном мультиметре РСТ-407 с использованием окислительно-восстановительного электрода РО50. Растворы  $KMnO_4$  (0.1 н) готовили из стандарт-титров. Точки эквивалентности определяли как максимумы на дифференциальных кривых:  $\Delta E/\Delta V = f(V_{KMnO_4})$ .

Антиоксидантные свойства ванилинов были изучены в процессах радикально-цепного окисления кумола, инициированных азодиизобутиронитрилом в среде диметилсульфоксида волнометрическим методом. Антиоксидантную активность (АОА) характеризовали отношением:  $АОА = W_0/W$ , где  $W$  – скорость поглощения кислорода в присутствии ванилинов;  $W_0$  – скорость поглощения кислорода без ванилинов.

Для характеристики антирадикальных свойств ванилинов применяли метод, основанный на их реакции со стабильным свободным радикалом ДФПГ (2,2'-дифенил-1-пикрилгидразил) в этаноле. За ходом реакции следили по изменению величины оптической плотности растворов при  $\lambda = 517$  нм. Для количественной оценки антирадикальной активности (АРА) использовали величины  $EC_{50}$  – концентрации субстратов, необходимые для уменьшения концентрации ДФПГ на 50 %, время полупревращения ДФПГ в условиях реакции ( $T_{1/2}^{ДФПГ}$ ) и величину, обратную произведению  $EC_{50}$  и  $T_{1/2}^{ДФПГ}$ , как «антирадикальную эффективность», АЕ ( $AE = 1/(EC_{50} \times T_{1/2}^{ДФПГ})$ ).

На дифференциальных кривых редокс-титрования ванилина, орто-ванилина и изованилина присутствует по одному максимуму, которые находятся в близкой области ( $E_{max}$ , в табл. 2). Для протокатехового альдегида имеется два скачка редокс-потенциала, что указывает на протекание процессов окисления разных по реакционной способности –ОН групп (рис. 1).

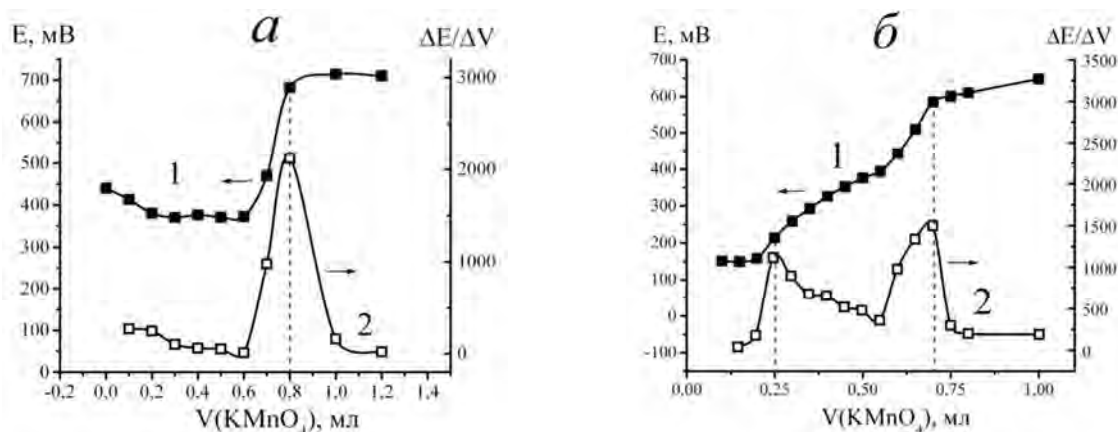


Рис. 1. Интегральные и дифференциальные кривые редокс-титрования 0,001 М растворов ванилина (а) и протокатехового альдегида (б) раствором  $\text{KMnO}_4$

Таблица 2

Соединение	$E_{max}$ , мВ	$W_{O_2} \cdot 10^3$ , моль·л <sup>-1</sup> ·с <sup>-1</sup>	АОА	$EC_{50}$ , моль/л	$T_{1/2}$ , сек	АЕ, л/(моль·с)
Ванилин	672	2,490	1,100	0,026	2125	0,018
Изованилин	667	–	–	0,026	2415	0,016
Орто-ванилин	661	–	–	0,016	1421	0,044
Протокатеховый альдегид	241 ; 585	0,270	10,152	0,000011	45	2020

Высокая антирадикальная (АЕ) и антиоксидантная (АОА) активность протокатехового альдегида (см. табл.), очевидно, связаны с наличием двух -ОН групп с разной реакционной способностью за счет наличия альдегидной группы, как электроноакцепторного заместителя в бензольном кольце.

### Список литературы

1. Yang B., Kotani A., Arai K., Kusu F. // Analytical Sciences. – 2001. – Vol. 17. – P. 599-604.
2. Farkas O., Jakus J., Heberger K. // Molecules. – 2004. – Vol. 9. – P. 1079-1088.
3. Yang J.-G., Liu B.-G., Liang G.-Zh., Ning Zh.-X. // Molecules. – 2009. – Vol. 14. – P. 46-52.

**КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ МАЛЬТОЛА  
ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ СОДЕРЖАНИЯ СТРЕПТОМИЦИНА  
СУЛЬФАТА (*STREPTOMYCIN SULFATE*)**

*Руденко Я.А.,*

*Моренко В.В.,* к.х.н., с.н.с.

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

Целью исследования в данной работе были количественные определения стрептомицина сульфата методом спектрофотометрии и фотоколориметрии на основе мальтольной пробы.

Для приготовления водных растворов лекарственного препарата использовался порошок стрептомицина сульфата производства ОАО «Биохимик». Спектрофотометрические и фотоколориметрические определения выполнялись на спектрофотометре СФ 2000 («ООО ОКБ Спектр», Россия). Реактивы: гидроксид натрия, серная кислота, соляная кислота, хлорид железа (III), железоммониевые квасцы, дистиллированная вода.

Стрептомицин проявляет основные свойства. В слабокислой среде растворы стрептомицина устойчивы, а в сильно кислой среде и особенно в основной среде стрептомицин легко гидратируется до стептотидина и стрептобиозамина, который далее распадается на N-метил-L-глюкозамин и L-стрептозу. Химизм мальтольной пробы состоит в нагревании стрептомицина из остатка L-стрептозы образуется мальтол.

Количество мальтола можно определить по абсорбционному максимуму поглощения в ультрафиолетовой области спектра. При использовании в качестве исходного раствора 0,03 г стрептомицина сульфата в 100 мл дистиллированной воды. Получен спектр поглощения при  $\lambda_1 = 275$  нм и  $\lambda_2 = 325$  нм, который можно использовать для количественного анализа лекарственного препарата.

Фотоколориметрическая часть исследований состоит из количественного определения мальтола при длине волны 525 нм, которая основана на химической реакции мальтола с раствором хлорида железа (III) с образованием окрашенного сиреневого комплекса. Получен калибровочный график поглощения мальтола, который можно использовать для количественного определения содержания стрептомицина сульфата в анализируемом объекте.

Результаты спектрофотометрических и фотоколориметрических определений показали, что эти методы анализа можно успешно использовать для быстрого и точного количественного анализа стрептомицина сульфата.

## АНТИРАДИКАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ СПИРТОВЫХ ЭКСТРАКТОВ ИРГИ ОБЫКНОВЕННОЙ (*AMELÁNCHIER OVÁLIS*)

*Савченко И.Л.,*

*Моренко В.В.*, к.х.н., с.н.с

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

Целью исследований в данной работе было изучение антирадикальной активности водно-спиртовых экстрактов веток, лиственной массы и плодов ирги обыкновенной (*Amelánchier ovális*).

Для получения жидких растительных экстрактов (*Extracta fluida*) использовался метод мацерации в течении одного месяца. В качестве экстрагента применялся 70 об.% раствор этилового спирта (ГОСТ 5962-67) в дистиллированной воде. Для удаления балластных веществ, по окончании процесса мацерации, экстракты выдерживались при температуре 8–10°С в течении 3 суток с последующим центрифугированием. Активность экстрактивных веществ определялась в отношении стабильного радикала 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила (ДФПГ). Для определения концентраций, в виде коэффициентов разбавления растительных экстрактов (в соотношении 1:40 масса:объем) использовался спектрофотометрический метод на спектрофотометре СФ-2000.

По результатам спектрофотометрических определений установлено, что в видимой области спектра 70 об.% растворы ДФПГ в водно-спиртовом растворителе имеют максимум поглощения при длине волны 519 нм, которые уменьшаются при взаимодействии радикала с донорами протонов растительного экстракта.

В качестве количественного индикатора антирадикальной активности растительных экстрактов использовалась величина ЕС<sub>50</sub>, точнее величина разведения экстракта, в присутствии которого в системе концентрация активных радикалов ДФПГ уменьшалась в два раза. Определены начальные скорости взаимодействия экстрактов со стабильным радикалом.

Результаты спектрофотометрических определений показали, что наилучшим антирадикальным действием обладает экстракт лиственной массы ирги обыкновенной. Исследованные экстракты, в порядке уменьшения антирадикальной активности, можно представить в виде ряда:

Лиственная масса – Древесина веток – Плоды ирги.

Относительное соотношение активностей и низкую антирадикальную активность плодов можно объяснить длительной стадией сушки растительного сырья. Известно, что свежие плоды ирги обыкновенной содержат значительное количество провитамина А, витаминов В и С, кумаринов и т.д., которые являются сильными антиоксидантными и антирадикальными свойствами.

## ПОЛУЧЕНИЕ ГРАФЕНОПОДОБНЫХ ЧАСТИЦ ВОССТАНОВЛЕНИЕМ ОКСИДА ГРАФИТА

*Семенкова А.В.<sup>1</sup>,*

*Алемасова Н.В.<sup>2</sup>, к.х.н., Невечеря О.И.<sup>1</sup>*

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

<sup>2</sup> ГУ «Институт физико-органической химии и углехимии

им. Л.М. Литвиненко», г. Донецк

*semenkovaanastasiya@mail.ru*

Углерод – один из самых распространенных элементов, который способен существовать во множестве аллотропных модификаций. Наиболее интересной и перспективной с точки зрения своих уникальных свойств модификацией является графен - это слой углерода толщиной в один атом, состоящий из конденсированных шестичленных колец, атомы в которых соединены  $sp^2$ -связями в гексагональную двумерную решетку. Он обладает в 200 раз более высокой механической прочностью, чем сталь, уникально высокими теплопроводностью и электропроводностью. Актуальной проблемой является разработка промышленных методов получения графена и графеноподобных частиц. Восстановление расщепленного на слои оксида графита – один из наиболее перспективных путей решения этой проблемы. Очевидно, что успешное решение этой задачи невозможно без исследования закономерностей процесса восстановления оксида графита.

Цель предлагаемой работы – выявление факторов, влияющих на процесс химического восстановления оксида графита, синтезированного разными методами, до графеноподобных частиц.

Оксид графита представляет собой нестехиометрическое соединение углерода, водорода и кислорода, получаемое обработкой графита различными окислителями в кислой среде.

Исследование процесса восстановления проводили на оксидах графита, синтезированных по методу Хаммерса [1] и методу Броди [2]. Элементный состав синтезированных образцов был определен гравиметрическим микрометодом после сжигания образца в токе кислорода, а также рентгеноспектральным микроанализом. Показано, что окисление графита по методу Хаммерса приводит к получению оксида графита большей глубины окисления – мольное соотношение О/С составляет 0.67 против 0.59 для оксида графита синтезированного по методу Броди.

Функциональный состав синтезированных образцов оксидов графита исследован методом ИК-спектроскопии. Выявлено, что на ИК спектрах оксида графита по Хаммерсу присутствует полоса поглощения вблизи  $1250\text{ см}^{-1}$ , соответствующая колебаниям эпоксидной группы, которая отсутствует на ИК спектре оксида графита по Броди. В обоих случаях



наблюдается полоса поглощения в области  $970-980\text{ см}^{-1}$ . Ее можно приписать полосе поглощения колебаний O–O ароматических перекисей. Полоса поглощения ( $1680-1710\text{ см}^{-1}$ ), соответствующая колебаниям связи C=O карбоксильной группы, ярко выражена в случае оксида графита по Хаммерсу и существенно слабее для оксида графита по Броди.

При выборе восстановителей исходили из того, что оксид графита – достаточно сильный окислитель, сравнимый по силе, например, с перекисью водорода или диоксидом свинца. Кроме того, учитывали, что оксид графита обладает свойствами слабой кислоты, поэтому предпочтение отдавали соединениям щелочного характера или слабым кислотам. Было проведено сравнение восстанавливающих свойств традиционных реагентов (NaOH, щавелевой кислоты,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ , мочевины, тиомочевины,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ), а также некоторых других потенциальных восстановителей (муравьиной кислоты;  $\text{NaNO}_2$  или  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  в щелочной среде, KSCN). Восстановление проводили в водной среде в унифицированных условиях (массовое соотношение оксида графита к восстановителю 1:40, температура –  $90^\circ\text{C}$ , длительность процесса – 1 час). Образцы восстановленного оксида графита исследовали методами сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии. Глубину восстановления определяли по величине мольного соотношения O/C, рассчитываемого по результатам рентгеноспектрального микроанализа.

Показано, что эффективность восстановления оксида графита зависит от способа его синтеза. Эффективность восстановителя увеличивается при проведении реакции в щелочной среде, причем это условие более значимо для оксида графита по Хаммерсу. Для восстановления оксида графита, синтезированного по методу Хаммерса, наиболее эффективными оказались следующие восстановители – KSCN, тиомочевина,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  и  $\text{NaNO}_2$ . Последние два реагента требуют использования щелочной среды. Наилучшую эффективность при восстановлении оксида графита по Броди проявили KSCN, тиомочевина и  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ .

Установлено, что характер воздействия восстановителей разной природы на оксид графита отличается. При использовании в качестве восстановителей KSCN,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  и особенно смеси  $\text{NaNO}_2$  с NaOH происходит дополнительное химическое или реагентное вспучивание восстановленного оксида графита по Хаммерсу.

### Список литературы

1. Hummers W.S. Offeman R.E. Preparation of graphitic oxide // J. Am. Chem. Soc. – 1958. – Vol. 80, №6. – P. 1339-1339.
2. Brodie B.C. On the atomic weight of graphite // Phil. Trans. R. Soc. Lond. – 1859. – Vol. 149. – P. 249-259.

## ФЕРМЕНТАТИВНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ИГИДРОКСИФЕНИЛТИАЗОЛОВ

*Сигаева А.К.,*

*Одарюк И.Д.*, канд. хим. наук

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*i\_odaryuk@mail.ru*

На настоящий момент производные тиазола используются в качестве антиоксидантных, антирадикальных агентов, антимикробных препаратов, красителей и т.д. Вследствие их активного использования, наряду с изучением токсичности для человека, актуальными являются исследования степени их биodeградации как ксенобиотиков. Поэтому целью данной работы было сравнить степень окислительной деструкции дигидроксифенилтиазолов по сравнению с их структурным аналогом под действием грибных оксидаз. В качестве фермента исследован коммерческий очищенный препарат – лакказы, выделенный из дереворазрушающего макромицета *Trametes Versicolor*. Субстраты – 2-N-(фуран-2'-илметиламино)-4-(3'',4''-дигидроксифенил)тиазол (**I**) и 2-N-(4'-сульфамидфениламино)-4-(3'',4''-дигидроксифенил)тиазол (**II**).

Окисление производных тиазола молекулярным кислородом в присутствии лакказы проводили в цитратном буферном растворе (рН 4.6) при 308 К. Исследования выполнены на приборе Specord S 300. Контроль за скоростью реакции осуществляли спектрофотометрическим методом по убыли реактанта. Концентрацию соединений в исследуемой пробе определяли, используя коэффициенты экстинкции, полученные из калибровочных графиков.

Изученные тиазолы подвергаются окислительной деструкции молекулярным кислородом в присутствии лакказы, также как их структурный аналог – пирокатехин. Начальную скорость ферментативного окисления рассчитывали по тангенсу угла наклона начального линейного участка кинетических кривых расщедования субстрата. Скорости ферментативного окисления соединений **I** и **II** соизмеримы со скоростями окисления их структурного аналога. В отличие от пирокатехина, который является классическим субстратом лакказ, зависимости скорости окисления дигидроксифенилтиазолов от концентрации в координатах уравнения Лайнуивера-Берка не являются линейными.

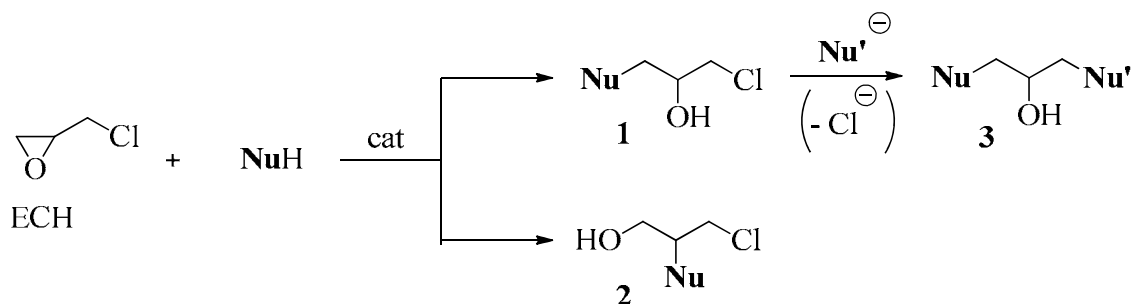
По аналогии с пирокатехином, можно предположить, что окислению в первую очередь подвергается фенольный фрагмент производных тиазола, превращаясь в *орто*-бензохинон. В водных средах этот продукт ферментативного превращения будет неустойчивым и может претерпевать дальнейшие превращения, как в ферментативных, так и неферментативных процессах.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ОСНОВАНИЙ В РЕАКЦИИ ОКСИАЛКИЛИРОВАНИЯ ПРОТОНСОДЕРЖАЩИХ НУКЛЕОФИЛОВ

*Степанова Ю.А.,  
Бахтин С.Г.*

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

Реакция раскрытия 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. Более того, реакция оксиранов с реагентами NuH моделирует алкилирование молекул ДНК водорастворимых эпоксидиолов, образующихся при метаболизме полиядерных ароматических углеводов в живых организмах:



Успехи синтетической химии оксиранов во многом обусловлены применением специальных катализаторов, которые в ходе реакции генерируют реакционноспособные нуклеофильные частицы Nu<sup>-</sup>. Однако в настоящее время остается невыясненным детальный механизм их действия. Наиболее часто механизм действия третичных аминов обсуждают с точки зрения общесосновного механизма либо нуклеофильного.

Целью работы является изучение механизма действия нуклеофильных и ненуклеофильных оснований в системе «НОАс – эпихлоргидрин (ЭХГ) – R<sub>3</sub>X (X = N, P)». Методом УФ-спектроскопии изучено поведение модельного основания – трифенилфосфина – в реакции кватернизации. Реакция проводилась в условиях избытка ЭХГ, который одновременно выступал в роли реагента и растворителя. Для установления механизма действия PPh<sub>3</sub> на раскрытие цикла оксирана важным является одновременный мониторинг поведения в системе основания и кислотного реагента. Ход процесса контролировали по изменению концентрации реагента методом потенциометрического кислотно-основного титрования и трифенилфосфина методом УФ-спектроскопии.

Проведенные исследования позволили определить частные порядки реакции, получить кинетические уравнения скорости, рассчитать активационные параметры как суммарной реакции, так и стадии с участием основания. Изучено поведение третичного амина, кислотного реагента, оксирана в отдельных стадиях реакции, поведение модельного основания – трифенилфосфина в реакции кватернизации  $RPh_3$ , детализирован механизм реакции раскрытия оксиранового цикла протонодонорными реагентами в присутствии основания.

УДК 547.824:547.874.8

## РЕАКЦИЯ МАННИХА В СИНТЕЗЕ ПОТЕНЦИАЛЬНО БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ПИРИДО[1,2-*A*][1,3,5]ТРИАЗИНА

*Хрусталева А.Н.,*

*Кривоколыско С.Г.,* д.х.н., проф.

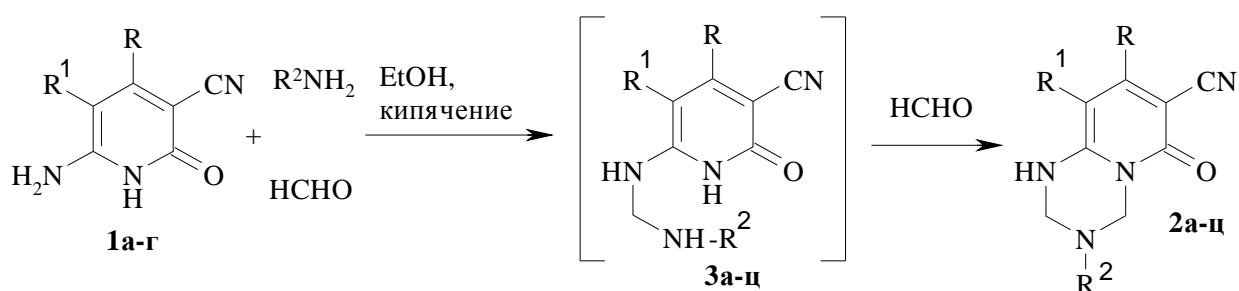
Лаборатория «ХимЭкс», Луганский национальный университет

им. Владимира Даля, г. Луганск

*khrustaleva.anastasia@yandex.ru*

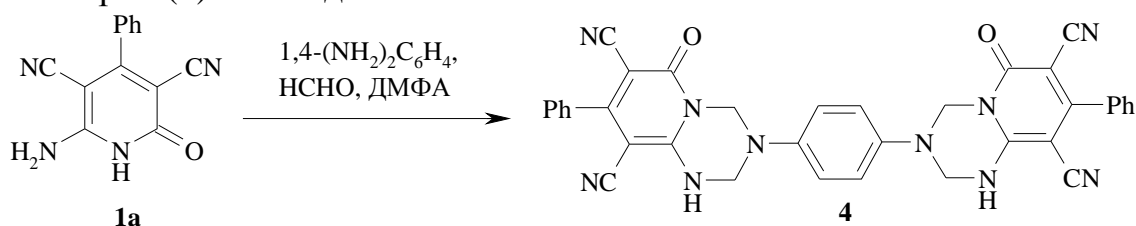
3-Цианопиридин-2(1*H*)-халькогеноны и их производные находят широкое практическое применение в качестве ценных субстратов в синтезе лекарственных препаратов и биологически активных соединений.

Установлено, что при взаимодействии 3,5-динуклеофильных производных 6-аминопиридин-2(1*H*)-она (**1а-г**) с избытком первичного амина и многократным избытком формальдегида происходит образование замещенных пиридо[1,2-*a*][1,3,5]триазинов (**2а-ц**) с выходами 21–77 % [1–2]. Предположительно, реакция протекает с образованием неизоллируемого интермедиата (**3а-ц**), который при взаимодействии со вторым молекул  $HCHO$  подвергается внутримолекулярной циклоконденсации, приводящей к соединениям **2а-ц**. Данные исследования представлены в табл. 1



	R	R <sup>1</sup>	R <sup>2</sup>	Выход, %		R	R <sup>1</sup>	R <sup>2</sup>	Выход, %
<b>1a</b>	Ph	CN			<b>2й</b>	H	CN	PhCH <sub>2</sub>	47
<b>1б</b>	4-MeOC <sub>6</sub> H <sub>4</sub>	CN			<b>2к</b>	H	CN	Ph	49
<b>1в</b>	H	CN			<b>2л</b>	H	CN	4-MeOC <sub>6</sub> H <sub>4</sub>	20
<b>1г</b>	H	COOEt			<b>2м</b>	H	CN	4-MeC <sub>6</sub> H <sub>4</sub>	36
<b>2a</b>	Ph	CN	Me	30	<b>2н</b>	H	CN	2-MeC <sub>6</sub> H <sub>4</sub>	46
<b>2б</b>	Ph	CN	PhCH <sub>2</sub>	77	<b>2о</b>	H	CN	2-EtOC <sub>6</sub> H <sub>4</sub>	49
<b>2в</b>	Ph	CN	Ph	23	<b>2п</b>	H	CN	3,4-Me <sub>2</sub> C <sub>6</sub> H <sub>3</sub>	55
<b>2г</b>	Ph	CN	4-MeC <sub>6</sub> H <sub>4</sub>	72	<b>2р</b>	H	COOEt	Me	38
<b>2д</b>	Ph	CN	4-FC <sub>6</sub> H <sub>4</sub>	30	<b>2с</b>	H	COOEt	2-furylmethyl	24
<b>2e</b>	4-MeOC <sub>6</sub> H <sub>4</sub>	CN	Me	31	<b>2т</b>	H	COOEt	PhCH <sub>2</sub>	21
<b>2ё</b>	4-MeOC <sub>6</sub> H <sub>4</sub>	CN	PhCH <sub>2</sub>	28	<b>2у</b>	H	COOEt	4-EtC <sub>6</sub> H <sub>4</sub>	26
<b>2ж</b>	4-MeOC <sub>6</sub> H <sub>4</sub>	CN	4-MeC <sub>6</sub> H <sub>4</sub>	27	<b>2ф</b>	H	COOEt	4-MeC <sub>6</sub> H <sub>4</sub>	22
<b>2з</b>	H	CN	Pr	21	<b>2х</b>	H	COOEt	4-MeOC <sub>6</sub> H <sub>4</sub>	23
<b>2и</b>	H	CN	2-furylmethyl	24	<b>2ц</b>	H	COOEt	Ph	23

При взаимодействии пиридона **1a** с *n*-фенилендиамином в соотношении 2:1 в присутствии избытка HCHO был получен 3,3'-(1,4-фенилен)бис(6-оксо-8-фенил-1,3,4,6-тетрагидро-2*H*-пиrido[1,2-*a*][1,3,5]триазин-7,9-дикарбонитрил (**4**) с выходом 80%.



Попытки осуществить реакцию взаимодействия соединений **1a,б** со вторичными аминами (морфолин) и HCHO в тех же условиях не привели к успеху – с выходами 51 и 70 % соответственно были выделены исходные пиридоны.

Строение полученных соединений **2a-ц**, **4** подтверждено комплексом спектральных методов (ИК, ЯМР <sup>1</sup>H, ЯМР <sup>13</sup>C), данными элементного анализа. Строение соединения **2в** доказано методом РСА (рис. 1).

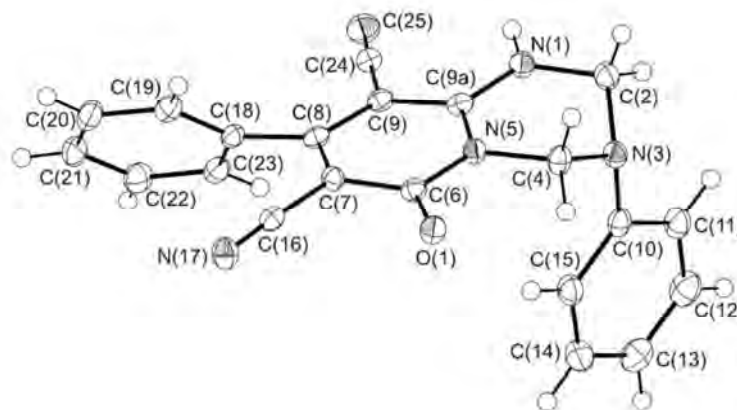


Рис. 1. Молекулярная структура соединения **2в**

Синтезированные вещества были исследованы на наличие биологической активности. Соединение **2ф** показало потенциальные свойства фармакорректора алиментарного ожирения [3].

#### Список литературы

1. Хрусталева А.Н., Фролов К.А., Доценко В.В., Кривоколыско С.Г. Аминометилирование производных 5-R-6-амино-2-оксо-1,2-дигидропиридин-3-карбонитрилов // ЖОрХ.– Т.50. Вып.12. – М., 2014. – С. 1823-1827.
2. Хрусталева А.Н., Фролов К.А., Доценко В.В., Кривоколыско С.Г. Синтез производных пиридо[1,2-а][1,3,5]триазины аминометилированием 6-амино-4-арил-2-оксо-1,2-дигидропиридин-3,5-дикарбонитрилов // ХГС. – 2014. – С. 52-58.
3. Бибик Е. Ю., Шипилова Н. В., Хрусталева А. Н., Деменко А. В., Фролов К.А., Доценко В.В., Кривоколыско С.Г. Скрининг средств для фармакоррекции алиментарного ожирения после избыточного потребления пальмового масла // Вестник ВолгГМУ. Вып. 2 (62). – 2017. – С. 111-114.

УДК 543.46:582.475.2

### БИОМОНИТОРИНГ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ХВОЕ ЕЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PICEA ABIES*)

*Червоная С.Н.<sup>1</sup>, Борисюк М.В.<sup>2</sup>  
Дорошкевич В.С.*

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

<sup>2</sup>Донецкий национальный медицинский университет

им. М. Горького, г. Донецк

*bio-chem@mail.ru*

Антропогенные факторы оказывают неблагоприятное воздействие на окружающую среду, в том числе и биосферу. Это проявляется накоплением в тканях животных и растений вредных для них веществ, нарушением естественных метаболических функций клеток. Более выражено такое влияние в растениях. По этой причине одним из методов оценки масштабов загрязнений является измерение содержания вредных веществ в растительных материалах и, в частности, в деревьях. Особое место среди растений-индикаторов занимают хвойные. Они обладают повышенной металлоаккумулирующей способностью и не сбрасывают хвою в зимний период в течении семи лет. Поэтому ее удобно использовать в сравнительных аналитических исследованиях, так как по одному и тому же растению можно проследить динамику накопления вредных веществ за несколько лет.

Целью данной работы является оценивание посредством измерения содержания меди (II), железа (III) и цинка (II) в хвое Ели обыкновенной (*Picea Abies*), степени загрязнения тяжелыми металлами экологически напряженных городов Донецка и Горловки.

В качестве объекта исследования была выбрана годичная хвоя Ели обыкновенной, являющаяся хорошим косвенным биоиндикатором.

Пробы образцов отбирали по методу квадратов с таких территорий как: парковая зона Горловки, частный сектор Куйбышевского района г. Донецка вблизи аэропорта, Никитовский район г. Горловки вблизи ртутного комбината.

Для определения содержания тяжелых металлов проводили их вскрытие методом «мокрого» озоления. Одновременно готовили холостую пробу с учетом всех операций пробоподготовки.

Определение низких концентраций отдельных элементов в биологических объектах – одна из сложных задач, которая с успехом может быть решена методом вольтамперометрии. Измерение содержания меди (II), железа (III) и цинка (II) в хвое Ели обыкновенной проводили на вольтамперометрическом анализаторе «Экотест-ВА» согласно сборнику методик выполнения измерений массовой концентрации ионов металлов, разработанной НПП ООО «Эконикс-Эксперт».

По результатам вольтамперометрического анализа исследуемых образцов на рис. 1 приведены зависимости концентрации тяжелых металлов от объектно-территориальной локализации соответствующей пробы.

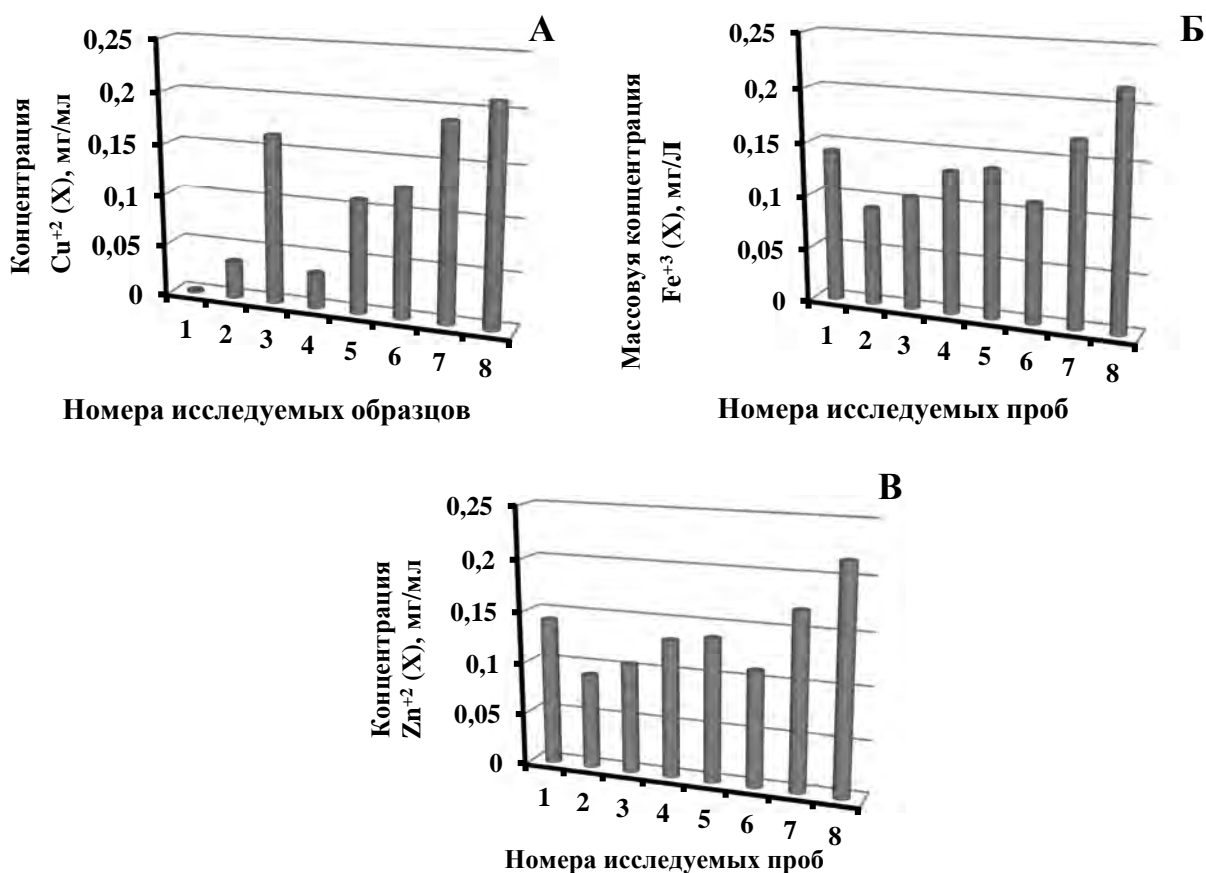


Рис. 1. Содержание меди (II) (А), железа (III) (Б) и цинка (II) (В) в образцах хвои Ели обыкновенной.

1. г. Горловка, уличное озеленение, парковая зона; 2. г. Донецк, уличное озеленение; 3. г. Донецк, ул. Пятницкого, частный сектор вблизи аэропорта; 4. г. Донецк, ул. Свободы, частный сектор вблизи аэропорта; 5. г. Донецк, ул. Рабфаковская, частный сектор вблизи аэропорта; 6. г. Горловка, Никитовский район, переулок Зайцевский; 7. г. Горловка, Никитовский район, Артемовское автомобильное шоссе; 8. г. Горловка, Никитовский район, небольшая поляна в роще, вблизи Никитовского ртутного комбината.

Сравнивая результаты по содержанию тяжелых металлов в хвоинках ели, произрастающей в г. Донецк и г. Горловка, прослеживается следующая закономерность. Местом наибольшего загрязнения является Никитовский район г. Горловки, вблизи ртутного комбината и железно-дорожного вокзала. Наименьшее содержание меди (II) в парковой зоне Горловки, а цинка (II) и железа (III) меньше всего в частном секторе Куйбышевского района г. Донецка.



УДК 54-78

**A STUDY OF THERMALLY STIMULATED DEPOLARIZATION CURRENT OF  $\gamma$ - IRRADIATED IN THE HDPE+ZRO<sub>2</sub> POLYMER NANOCOMPOSITES**

*Nabiyev A.A.<sup>1,2</sup>, Islamov A.Kh.<sup>2</sup>, Maharramov A.M.<sup>1</sup>, Nuriyev M.A.<sup>1</sup>, Ismayilova R.S.<sup>1</sup>, Doroshkevich A.S.<sup>2,5</sup>, Pawlukojs A.<sup>2,4</sup>, Linnik D.S.<sup>6</sup>, Kuklin A.I.<sup>2,3</sup>*

<sup>1</sup>ANAS Institute of Radiation Problems, Baku

<sup>2</sup>Joint Institute for Nuclear Research, Dubna

<sup>3</sup>Moscow Institute of Physics and Technology, MIPT, Dolgoprudny

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

<sup>5</sup>Donetsk Institute for Physics and Engineering named after O.O.Galkin of the NAS of Ukraine, Kyiv

<sup>6</sup>Donetsk National University, Donetsk  
asifnebi@jinr.ru

The aim of the work was to study the electric properties of HDPE+ZrO<sub>2</sub> that was irradiated with gamma rays. Addition of nanoparticles into polymer matrices remarkably changes thermal, mechanical, optical and electrical properties relative to the host polymer. Among these components are advanced capacitors that greatly require the advanced dielectric materials and film processing techniques. It has been well recognized that every new generation of capacitors have been primarily credited to the innovation and engineering of new dielectric materials [1]. The composite films were prepared by a hot pressing method (15 MPa, 418 K, for about 10 min), and then irradiated with gamma rays in the dose range between 100 and 500 kGy. As a filler it has been used a crystal zirconium dioxide ZrO<sub>2</sub> spherical particles (Sky Spring Nanomaterials, Inc. Houston, USA) with size of 20~30 nm, specific surface area of  $S=35 \text{ m}^2/\text{g}$  and density of  $5.68 \text{ g/cm}^3$ . The samples were irradiated with  $\gamma$ -radiation <sup>60</sup>Co isotope source on the facility PX- $\gamma$ -30. Radiation dose rate was  $-3.3 \cdot 10^3 \text{ Gy/h}$ . In this work by means of a method of thermally stimulated depolarization current technique are studied accumulation and charge relaxations in samples to composite system on the basis of the high density polyethylene (HDPE) with a nanodisperse filler dioxide of zirconium (ZrO<sub>2</sub>). For creation of composites the powder technology which consists in mixing of powders of filler and of the dielectric matrix with the subsequent short-term pressing of homogeneous mix at the temperature exceeding temperature of transition of polymer in a plastic state is used. This composite allows achieving to close casual distribution of particles of a disperse phase [2]. The were charged

samples from the side of a nonmetallized surface by negative corona at a voltage of 7 kV, the time of the charging was 300 second. Just after the polarization, the thermally stimulated current (TSC) was measured. In studied polymer nanocomposites made the volume maintenance of filler to 20 %, and the absorbed dose  $5 \cdot 10^4$  Gy. Among studied samples of composites HDPE +10% ZrO<sub>2</sub> finds the greatest influence of  $\gamma$  - radiation at a dose  $5 \cdot 10^4$  Gy. Therefore in figure1 depicts of the spectra TSDC on the basis HDPE +10 % ZrO<sub>2</sub> subjected to a corona discharge (black spectra), preliminarily radiated by  $\gamma$  - radiation in the air under the condition of a corona discharge (blue and red spectra), and for the samples gamma radiation. From the figure 1, it is seen that HDPE +10 % ZrO<sub>2</sub> after the corona discharge in the TSDC spectrum it is possible to see three peaks - at 36.83, 119.38 and 122.64 °C, respectively and the maximal current value for the low-temperature and high-temperature peaks is almost identical, but differ peak width. The peak at 36.83 °C points to the fact that, in the investigated film made of polyethylene, low-energy traps are prevalent, which were localized in the surface layers of the film. The charges carriers become free under at lower temperatures. The second peak in the spectra of TSDC of this sample at a temperature of 119.38 °C apparently, was related mainly with the charge carriers from deeper power traps at limit of the section of phases. On the spectra of the TSDC on basis HDPE + ZrO<sub>2</sub> have only one peak at a temperature of 56.99 °C and 61.55 °C preliminarily radiated by  $\gamma$ -quanta. We assume that the  $\gamma$ -radiation increases conductivity of polymer composite, owing to that the charge of carriers from of the zone a corona discharge cannot get into sample volume rather deeply and under the surface traps are captured. In this case, there is no peak high-temperature, and low-temperature will shift rather low-temperature peak corona electret HDPE+10 % ZrO<sub>2</sub> approximately on 25 °C towards high temperatures.

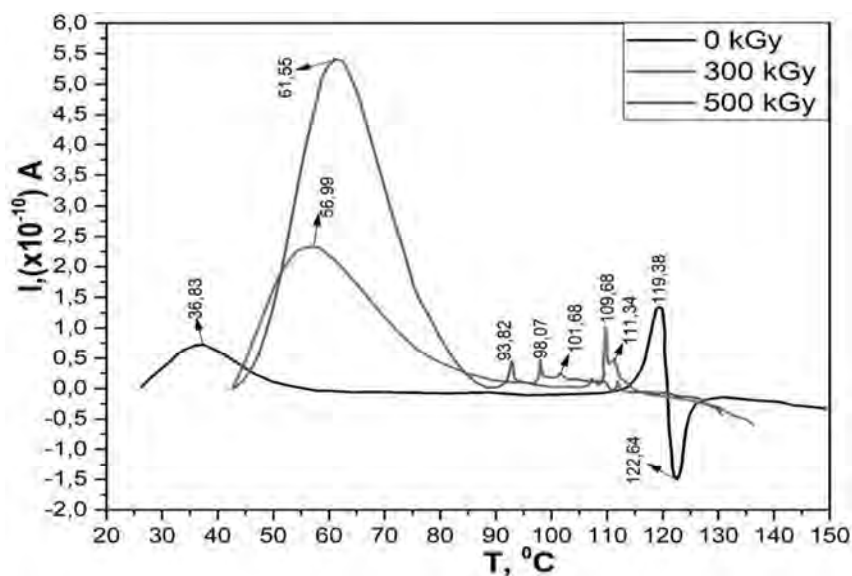


Fig. 1 TSDC spectra of HDPE+10 % ZrO<sub>2</sub> polymer nanocomposite  
*black* spectra - without radiation, *red* spectra – 300 kGy dose, *blue* spectra – 500 kGy dose

Charging in the corona discharge after the preliminarily radiation (red spectra) films HDPE +10 % ZrO<sub>2</sub> on the spectra TSDC is found one peak at a temperature of 56.99 °C. In the red and blue spectra's it is seen that composite HDPE +10 % ZrO<sub>2</sub> subjected only to gamma radiation are found by small peak at the between 93.82 - 111.34 °C, are absent low-temperature peak on spectra TSDC [3,4].

Table 1.

TSDC characteristics of HDPE+ 10% ZrO<sub>2</sub> polymer nanocomposite

Mass ratio, %	0 kGy			300 kGy			500 kGy		
	Activation energy, E <sub>a</sub> , eV	Electric charge, Q, nC	Peak temp., °C	Activation energy, E <sub>a</sub> , eV	Electric charge, Q, nC	Peak temp., °C	Activation energy, E <sub>a</sub> , eV	Electric charge, Q, nC	Peak temp., °C
10	0.133 0.292 0.159	2.52 1.35 0.076	37(Ipeak) 120(IIpeak) 123 (IIIpeak)	0.0756	181.3	57	0.045	84	62

## References

1. Daniel Tan, Yang Cao, Enis Tuncer, Patricia Irwin 2013 Materials Sciences and Applications 4 6-15
2. M.M. Guliyev, R.S. Ismayilova, A.A. Nabiyev, Journal of Radiation Research, Vol.3, №1, (2016).
3. Guliyev M.M., Maharramov A.M., Ismayilova R.S., Nabiyev A.A. Perspective materials, № 7, 17-22, (2015)
4. Maharramov A.M. Structural and radiation modification of electret, piezoelectric properties of polymer composites. (Baku, «Elm», 2001), pp.327.

**ТВЕРДЫЕ РАСТВОРЫ В СИСТЕМЕ**  
**Pb<sub>9,3-x</sub>La<sub>x</sub>Ba<sub>0,7</sub>(SiO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>(VO<sub>4</sub>)<sub>4</sub>O<sub>x/2</sub>**

*Воробьева С.В.,*

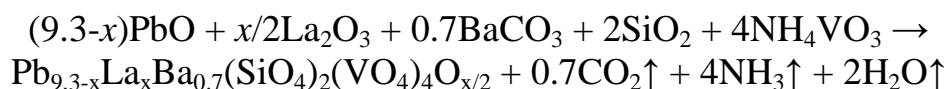
*Игнатов А.В.,* канд. хим. наук, доцент

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк,  
 Республиканский многопрофильный лицей-интернат при ДонНУ, г. Донецк  
*inorg.chem@yandex.ru*

Важной задачей современного материаловедения является поиск новых ионных проводников, используемых в качестве электролитов в твердооксидных топливных элементах в среднетемпературном диапазоне эксплуатации. Соединения со структурой апатита, обладающие высокой кислород-ионной проводимостью могут быть перспективными материалами для создания таких твердых электролитов. Наилучшими электрофизическими свойствами среди соединений семейства апатита характеризуются силикаты редкоземельных элементов состава Ln<sub>9,33</sub>□<sub>0,67</sub>(SiO<sub>4</sub>)<sub>6</sub>O<sub>2</sub> и Ln<sub>10</sub>(SiO<sub>4</sub>)<sub>6</sub>O<sub>3</sub>. Однако такие силикаты требуют высоких температур синтеза и являются весьма дорогостоящими.

Более многообещающими для использования в качестве твердых электролитов являются модифицированные редкоземельными- и щелочноземельными элементами твердые растворы со структурой апатита на основе Pb<sub>10</sub>(SiO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>(VO<sub>4</sub>)<sub>4</sub>, которые характеризуются меньшей стоимостью и более низкими температурами синтеза при сопоставимых величинах проводимости.

Целью данной работы является получение твердых растворов в системе Pb<sub>9,3-x</sub>La<sub>x</sub>Ba<sub>0,7</sub>(SiO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>(VO<sub>4</sub>)<sub>4</sub>O<sub>x/2</sub> (0 ≤ x ≤ 0.5) с целью дальнейшего исследования их электрофизических характеристик. Образование твердых растворов указанного состава является следствием протекания замещения свинца на лантан в кристаллической структуре апатита по схеме: 2Pb<sup>2+</sup> + □ → 2La<sup>3+</sup> + ½O<sup>2-</sup>. Синтез образцов проводили по методике твердофазного синтеза при температуре 850 °С в предположении протекания взаимодействия по реакции



Методами рентгенофазового анализа (ДРОН-3М дифрактометр) и сканирующей электронной микроскопии (JSM-6490LV (JEOL) электронный микроскоп) установлено образование однофазных образцов Pb<sub>9,3-x</sub>La<sub>x</sub>Ba<sub>0,7</sub>(SiO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>(VO<sub>4</sub>)<sub>4</sub>O<sub>x/2</sub> в исследованной области составов. Протекание замещения свинца на лантан подтверждается изменением параметров элементарной ячейки структуры апатита.

## ОСОБЕННОСТИ СПЕКАНИЯ СТРОНЦИЙСОДЕРЖАЩЕЙ ПЬЕЗОКЕРАМИКИ

*Гайворонская А. В.,*

*Прилипо Ю. С.,* канд. хим. наук

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*nafanya\_1995@mail.ru*

Обладая комплексом ценных электрофизических свойств, пьезокерамические материалы находят широкое применение при разработке электронных устройств с высокими эксплуатационными характеристиками. По мере развития керамического производства составы постоянно усложняются, и в последнее время значительное внимание уделяется технологии их производства.

Многокомпонентные твердые растворы получают в основном по методу твердофазного взаимодействия оксидов и карбонатов, поскольку реализация методов растворной химии в некоторых случаях не представляется возможной из – за различных условий осаждения входящих в состав компонентов. Реализация керамической технологии требует учета целого ряда факторов, влияющих на формирование электрофизических свойств пьезокерамических материалов, а именно [1, 2]: физико-химическое состояние сырьевых компонентов (предыстория получения, примесный состав, структура, дисперсность) и их подготовка; вид модифицирующих добавок; погрешность взвешивания и способ приготовления смеси исходных компонентов; активность механически приготовленной шихты (однородность, дисперсность, субструктура); вид аппаратного оформления технологических операций; температурно – временной режим, способ заборки шихты (в виде порошка, брикетов, гранул), атмосфера; дисперсность синтезированного материала, примесный состав.

Учет и преодоление технологических факторов керамической технологии, негативно влияющих на электрофизические свойства порошковых пьезоматериалов, позволяет преодолевать преимущества методов растворной химии и производить материалы с высокими и воспроизводимыми эксплуатационными свойствами.

Сегнетожесткий материал ЦТСС<sub>T</sub> – 3 находит широчайшее применение в акустических преобразователях, работающих на излучение. Его состав расположен вблизи морфотропного фазового перехода со стороны тетрагональной области.

Согласно технологического регламента при производстве данного материала используются карбонаты свинца и стронция и целый ряд модифицирующих добавок в виде оксидов (ZnO, Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO<sub>2</sub>, La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

Карбонат стронция используется в составе для частичного замещения оксида свинца оксидом стронция. При внедрении данного материала в производство возникал целый ряд вопросов, связанный с его аттестацией по электрофизическим параметрам.

Согласно технических условий при аттестации температура спекания изделий в виде дисков размером  $10 \times 1$  мм осуществлялась на воздухе в интервале температур  $1120 - 1160$  °С с шагом  $20$  °С. Однако был замечен существенный разброс параметров, и в некоторых случаях необходимо было повышать температуру до  $1180$  °С. Исследования показали, что причиной таких негативных результатов является то обстоятельство, что температура синтеза твердых растворов  $860 \pm 20$  °С не является достаточной для разложения карбоната стронция и проведения реакции его взаимодействия с  $TiO_2$  и  $ZrO_2$  [1].

Фактически карбонат стронция не претерпевает изменений в процессе синтеза, и его разложение очевидно осуществляется уже при спекании керамики, а его степень разложения влияет на разброс электрофизических свойств. С другой стороны повышение температуры синтеза является недопустимым, поскольку велика вероятность потери оксида свинца, и затруднительным становится процесс дальнейшей обработки материала, в частности его измельчения. Для подтверждения приведенной гипотезы были проведены гравиметрические исследования, и показано, что действительно карбонат стронция разлагается в интервале температур  $1180 - 1200$  °С (в зависимости от квалификации сырья). Химического замещения свинца фактически не происходит в процессе синтеза, а осуществляется лишь при спекании керамики.

Несмотря на незначительное содержание SrO в составе (табл. 1) на кривой усадки (рис. 1) наблюдается плавное увеличение усадки вплоть до температуры  $1200$  °С, связанное с разложением карбоната стронция и окончательным формированием структуры керамики.

Таблица 1

Состав материала ЦТСС<sub>Т</sub> – 3 при различных соотношениях  $ZrO_2$  и  $TiO_2$

Компоненты шихты	Соотношение $ZrO_2$ и $TiO_2$ в материале ЦТСС <sub>Т</sub> – 3		
	0,530 : 0,470	0,525 : 0,475	0,520 : 0,480
PbO	64,6543	64,6970	64,7398
SrO	1,5797	1,5808	1,5818
ZrO <sub>2</sub>	19,9130	19,7381	19,5631
TiO <sub>2</sub>	11,4504	11,5799	11,7096
Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,9665	0,9671	0,9677
MnO <sub>2</sub>	0,2705	0,2706	0,2706
ZnO	0,5064	0,5067	0,5070
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,6589	0,6593	0,6598

Было принято решение использовать более высокую температуру спекания керамики с применением атмосферосоздающих свинецсодержащих

циркониевых засыпок. Спекание проводили в интервале температур 1220 – 1260 °С. В результате оказалось, что при температуре спекания 1240 °С были получены оптимальные результаты, превышающие по своему уровню примерно на 8 – 10 % свойства керамики, спеченной при низких температурах. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости изменения технических условий аттестации материалов по электрофизическим параметрам.

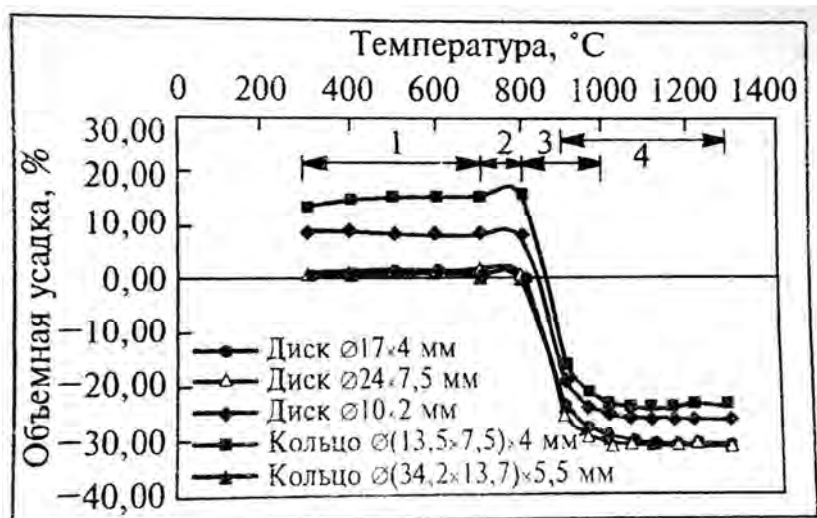


Рис. 1. Зависимость объемной усадки образцов керамики ЦТССТ – 3 различных типоразмеров от температуры.

На втором этапе исследования в качестве сырья использовали оксид стронция, предварительно полученный из карбоната. Преследовалась цель все – таки спечь керамику при низких температурах и повысить уровень свойств как при высоких температурах. Однако результаты показали, что хотя и удалось несколько повысить свойства при спекании в интервале температур 1120 – 1160 °С с шагом 20 °С, тем не менее они все равно оставались ниже, чем при высокотемпературном обжиге, хотя разброс их был незначительный. Предложенный вариант нетехнологичен, поскольку оксид стронция не является товарной продукцией из – за его гигроскопичности.

Таким образом, в результате проведенных исследований наряду с вышеперечисленными факторами выявлен еще один технологический фактор, влияющий на электрофизические свойства пьезокерамического материала.

#### Список литературы

1. Прилипко Ю. С. Функциональная керамика. Оптимизация технологии: монография. Донецк: Норд – пресс, 2007. – 497 с.
2. Приседский В. В. Нестехиометрические сегнетоэлектрики  $A^{II}B^{IV}O_3$ . Донецк: Ноулидж, 2011. – 267 с.

**УПРУГАЯ МОДЕЛЬ МИГРАЦИОННОГО БАРЬЕРА КИСЛОРОДА  
В КОМПОНЕНТАХ ГИБРИДА НА ОСНОВЕ НАНОПОРОШКА  
ИТТРИЕМ СТАБИЛИЗИРОВАННОГО ДИОКСИДА ЦИРКОНИЯ**

*Гребенюк Н.А.*

*Токий Н.В.* к.ф.-м.н.

ГУ Донецкий физико-технический институт им. А.А. Галкина, г. Донецк.  
*nvt1976@mail.ru*

При исследовании электрических характеристик компактов нанопорошков на основе  $ZrO_2$  было обнаружено, что порошки, полученные по двум различным технологиям, отличаются электропроводностью на несколько порядков [1], при этом физический механизм обнаруженного явления не был установлен. Выяснению роли катионной примеси замещения на физический механизм ионной проводимости диоксида циркония в рамках квантовомеханического подхода были посвящены работы [2,3] и упругого подхода работы [4,5,6]. Используемый в [1] технологический процесс получения порошка диоксида циркония, основан на методе химического осаждения [7]. Целью настоящей работы является рассмотрение в рамках упругого подхода влияния анионной примеси хлора и азота на энергию активации ионной проводимости компонент гибрида на основе диоксида циркония.

Термодинамический потенциал  $\Phi$  тела определяется как [8, формула (3.4)]

$$\Phi = F - \sigma_{ik} u_{ik} .$$

Откуда следует, что величина энергетического барьера миграции кислорода в кристаллите YSZ с различной технологией получения должна измениться на величину

$$E_{int} = -\int \sigma_{ik}^{Pr} u_{ik}^{bO} dV .$$

В рамках линейной теории упругости изотропного тела, поля упругих напряжений, создаваемых разными источниками, можно рассматривать независимо, используя принцип суперпозиции. Следовательно, используя полученные в [6] поля напряжения, создаваемые примесными анионами,  $N_{Cl}$  примесных анионов в оксиде YSZ полученного по хлоридной технологии создадут энергетический барьер миграции кислорода

$$E_{YCl} = E_m^0 - \frac{\pi D^3}{6} u_{ii}^{bO} \left[ \frac{96K\mu R_{Zr}^2}{3KD^3 + 32\mu R_{Zr}^3} (R_Y - R_{Zr}) N_Y + \frac{96K\mu R_O^2}{3KD^3 + 32\mu R_O^3} (R_{Cl} - R_O) N_{Cl} \right]$$

где  $E_m^0$  – барьер миграции аниона в беспримесном кристаллите диоксида циркония [4,5];  $u_{ii}^{bO}$  – дилатация, возникающая в беспримесном кристаллите



оксида при миграции аниона (активационный объем миграции кислорода);  
D – размер кристаллита.

Аналогично, в YSZ полученном по азотной технологии системе выражение для энергетического барьера миграции кислорода примет вид

$$E_{YN} = E_m^0 - \frac{\pi D^3}{6} u_{ii}^{bO} \left[ \frac{96K\mu R_{Zr}^2}{3KD^3 + 32\mu R_{Zr}^3} (R_Y - R_{Zr}) N_Y + \frac{96K\mu R_O^2}{3KD^3 + 32\mu R_O^3} (R_N - R_O) N_N \right]$$

Подставляя известные радиусы ионов можно сделать вывод, что замещающий хлор резко снижает энергию барьера.

В рамках линейного приближения упругого подхода предложена теоретическая модель для описания влияния анионной примеси замещения на равномерное всестороннее растяжение кристаллита приводящее к увеличению ионной проводимости нанопорошков на основе диоксида циркония особенно с примесью хлора, а следовательно, объясняет наблюдаемое явление повышенной электропроводимости [1].

Для окончательного подтверждения физического механизма наблюдаемого увеличения на несколько порядков ионной проводимости нанопорошков полученных по хлорной технологии необходимы измерения энергий активаций ионной проводимости компонент гибрида.

#### Список литературы

1. O.S. Doroshkevych, A.V. Shylo, O.V. Saprikina, I.A. Danilenko, T.E. Konstantinova, L.A. Ahkozov. World Journal of Condensed Matter Physics 2, 1 (2012).
2. Н.В. Токий, Б.И. Перекрёстов, Д.Л. Савина, И.А. Даниленко, ФТТ. 53, вып. 9, 1732 (2011).
3. N.V. Tokiy, B.I. Perekrestov, D.L. Savina, and I.A. Danilenko. Phys. Solid State 53, № 9, 1827 (2011).
4. Б.И. Перекрестов, В.В. Токий, Н.В. Токий, Г.К. Волкова, ФТТ. 56, вып. 4, 647 (2014).
5. B.I. Perekrestov, V.V. Tokiy, N.V. Tokiy, and G.K. Volkova, Phys. Solid State 56, №4, 673 (2014).
6. И.К. Носолев, Н.В.Токий, В.В. Токий. Вестник ЛГУ им. В. Даля. № 2(4) Ч.1.- С. 78-81. (2017).
7. Т. Е. Константинова, И. А. Даниленко, В. В. Токий, В. А. Глазунова, Наука та інновації. Т 1. № 3. С. 76–87. (2005).
8. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц, Теория упругости. Наука, М. (1987), 248 с.

**СИНТЕЗ, КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА И  
ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ  
 $Pb_{7-x}La_xCa_3(SiO_4)_2(VO_4)_4O_{x/2}$**

*Дидоренко Е.Г.,*

*Игнатов А.В.,* к.х.н., доцент

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*inorg.chem@yandex.ru*

Целью данной работы является изучение изоморфного замещения свинца на лантан по схеме  $2Pb^{2+} + V_x \rightarrow 2La^{3+} + O^{2-}$  (где  $V_x$  – вакансия) в кристаллической структуре  $Pb_7Ca_3(SiO_4)_2(VO_4)_4$  и его влияние на электрофизические свойства образующихся твердых растворов. Внимание исследователей к проблеме изоморфного замещения обусловлено тем, что большинство современных неорганических материалов используются в виде не индивидуальных соединений, а твердых растворов или изоморфных смесей, что позволяет регулировать их свойства. С точки зрения изоморфизма соединения семейства апатита, к которым принадлежит  $Pb_7Ca_3(SiO_4)_2(VO_4)_4$ , являются идеальными объектами, так как позволяют легко замещать свои структурные единицы другими атомами, ионами или молекулами, что предопределяет многообразие составов, обуславливает их уникальные свойства и широкий спектр как возможных, так и уже воплощенных идей для практического применения. Известными областями использования апатитов являются медицина (биосовместимые имплантаты и покрытия для имплантатов), ядерная промышленность (матрицы для захоронения радиоактивных элементов и продуктов их распада), органический синтез (катализаторы), материаловедение (люминесцентные и лазерные материалы, сенсоры влаги, газовые сенсоры, ионные проводники), лакокрасочная промышленность (пигменты), эко- и биотехнология (ионообменники, адсорбенты).

Экспериментально установлено, что при получении твердых растворов  $Pb_{7-x}La_xCa_3(SiO_4)_2(VO_4)_4O_{x/2}$  ( $0 \leq x \leq 1$ ) по методике твердофазного синтеза наиболее оптимальной температурой спекания является  $850^\circ C$ .

Исследование полученных образцов проводили методом рентгенофазового анализа (ДРОН-3М дифрактометр,  $CuK_\alpha$  – излучение, Ni - фильтр), сканирующей электронной микроскопии (электронный микроскоп JSM-6490LV (JEOL), оснащенный рентгеновским энергодисперсионным спектрометром INCA Penta FETx3 (OXFORD Instruments)). Измерение электрофизических свойств некоторых твердых растворов проводили на таблетках диаметром 0.8 см, спрессованных при давлении 120 МПа. Спекание таблеток проводили при температуре  $900^\circ C$  на протяжении 60 часов. Серебро использовалось в качестве электродов. Измерение полного

сопротивления проводили при нагревании образцов от 300 °С до 700 °С на измерителе параметров LCR DE-5000 при постоянном и переменном токе на различных частотах.

По данным рентгенофазового анализа замещение свинца лантаном протекает в области до  $x = 0.8$  и сопровождается уменьшением параметра  $a$ , и увеличением параметра  $c$  элементарной гексагональной ячейки структуры апатита (рис. 1).

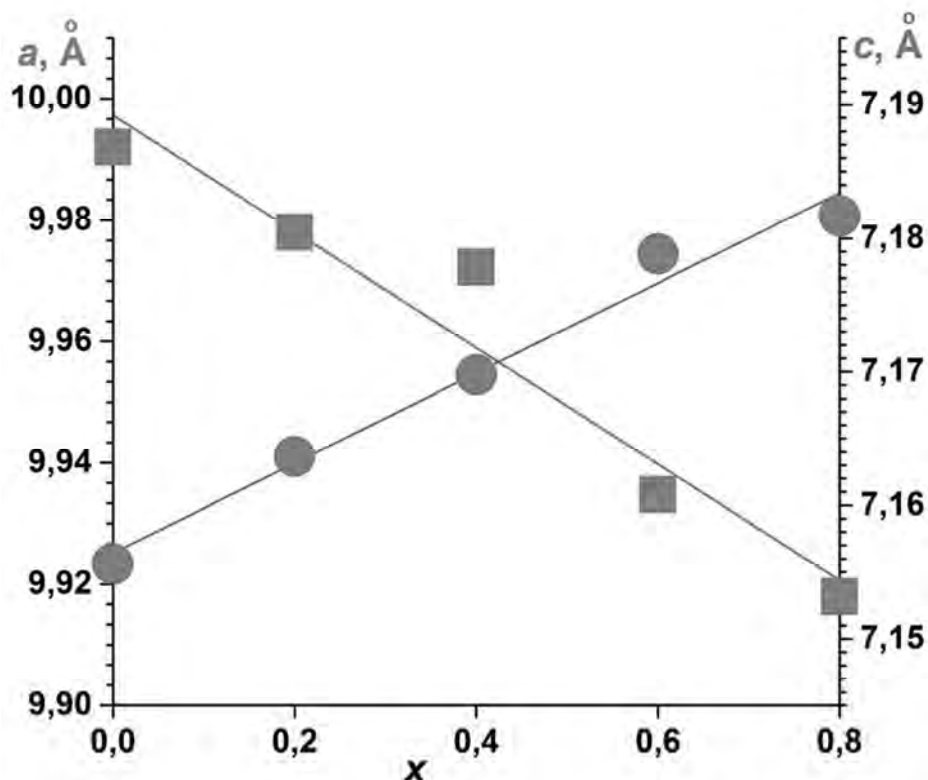


Рис. 1. Зависимость параметров твердых растворов  $Pb_{7-x}La_xCa_3(SiO_4)_2(VO_4)_4O_{x/2}$  от состава

Уточнение кристаллической структуры методом Ритвельда однофазных твердых растворов показало, что ионы кальция склонны к заселению катионного положения M(1), а ионы лантана – положения M(2). Исходя из полученных в ходе уточнения значений координат атомов, были рассчитаны величины межатомных расстояний в кристаллической структуре твердого раствора.

По данным измерения электрофизических свойств установлена зависимость удельной проводимости твердых растворов  $Pb_{7-x}La_xCa_3(SiO_4)_2(VO_4)_4O_{x/2}$  от состава при различных температурах, рассчитана энергия активации проводимости для каждого образца.

## ХЕМОЭЛЕКТРОННАЯ КОНВЕРСИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ ДИОКСИД-ЦИРКОНИЕВЫХ НАНОЧАСТИЦ В МАТРИЦЕ СЕТЧАТОГО ЭПОКСИДНОГО ПОЛИМЕРА

*Дорошкевич А.С.<sup>1,2\*</sup>, Линник Д.С.<sup>3</sup>, Гашимова В.Р.<sup>4</sup>, Шило А.В.<sup>2</sup>,  
Любчик А.И.<sup>5</sup>, Зеленьяк Т.Ю.<sup>4</sup>, Аскеров Э.Б.<sup>1,6</sup>, Логунов А.И.<sup>4</sup>,  
Мададзада А.И.<sup>2,6</sup>, Набиев А.А.<sup>1,7</sup>, Балашоу М.<sup>2,8</sup>, Алмасан В.<sup>9</sup>,  
Константинова Т.Е.<sup>10</sup>, Ткаченко А.М.<sup>10</sup>, Лоладзе Л.В.<sup>10</sup>,  
Брюханова И.И.<sup>10</sup>, Дорошкевич В.С.<sup>3</sup>, Бачериков Ю.Ю.<sup>6</sup>,  
Назмитдинов Р.Г.<sup>2,4</sup>*

<sup>1</sup>Объединенный институт ядерных исследований, Дубна,

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

<sup>3</sup>ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

<sup>4</sup>Государственный Университет «Дубна», Дубна

<sup>5</sup>i3N/CENIMAT, Department of Materials Science, Faculty of Science and Technology, New University of Lisbon and CEMOP/UNINOVA, Caparica

<sup>6</sup>National Center for Nuclear Research, Baku

<sup>7</sup>Institute of Radiation Problems, Baku

<sup>8</sup>Horia Hulubei National Institute for R&D in Physics and Nuclear Engineering (IFIN-HH)

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

<sup>10</sup>Донецкий физико-технический институт им. А.А. Галкина, г. Донецк

<sup>11</sup>Институт физики полупроводников им. В.Е. Лошкарева НАНУ, Киев  
*doroh@jinr.ru*

В настоящий момент актуальным является разработка новых альтернативных преобразователей и консерваторов энергии. Рассматривается возможность использования энергии фазовых трансформаций в материалах. С позиций электрофизики причиной Т-М превращения в керамике на основе  $ZrO_2$  при хемосорбции воды является изменение зарядового состояния ионов стабилизатора  $Y^{3+}$ . [1]. Ионы стабилизатора существуют в материале в виде примесно-вакансионных диполей (ПВД) типа  $Y^{3+(-)} - Vo^{-(+)}$ . Отрицательно заряженная относительно решетки кислородная вакансия  $Vo^-$  отдает электрон иону  $Y^{3+}$ . Таким образом, между ними образуется донорно-акцепторная связь. Энергия ионизации ПВД относительно невелика:  $E \sim 0,1 \div 0,6$  эВ. При химическом взаимодействии адсорбата с поверхностью  $ZrO_2$  - керамики этот электрон может туннелировать с локального акцепторного уровня  $Y^{3+(-)}$  на валентную орбиталь адсорбата  $H_2O$ , в результате чего происходит смещение

электронной плотности из объема материала в сторону адсорбционного слоя. На макроскопическом уровне это сопровождается переходом структуры твердого раствора в сингонию с большим объемом ячейки – А-фазу [1]. Однако, электрон, эмитированный из объема наночастицы на подвижные ионы дисперсионной среды, может быть доставлен на электрод при наличии внутреннего электрического поля или при условии электрической анизотропии последней. Таким образом, имеется возможность преобразования химической энергии адсорбции в электрический вид.

Ранее авторским коллективом были получены хемоэлектронные конвертеры в виде градиентной по толщине полимерной пленки (полимер ПВС), наполненной  $ZrO_2 + 3\text{мол}\% Y_2O_3$  – нанопорошком. На нагрузке 1МОм пиковая мощность ячейки составляла величину порядка  $P = 0,25\text{nW}$  при разности потенциалов на электродах  $\varphi < 15\text{mV}$ . Целью данной работы было повышение эффективности хемоэлектронной конверсии в данных функциональных структурах путем создания внутреннего электрического поля посредством поляризации полимера.

В качестве ион-проводящих полимерных сред были использованы эпоксидные полимеры аминного отверждения, содержащие в своей структуре полиэфирные и полииминные звенья. Для съема заряда использовалась электродная сетка со встречно-штырьевой топологией из меди или графита. Размер ячейки составлял величину порядка 30x50мм, шаг - 2,2мм. Внешнее поляризующее поле имело величину порядка 1000В/мм. Поляризация проводилась приложением напряжения к электродам как в процессе застывания смолы (из жидкой фазы) как с использованием ступенчатого подъема напряжения (ток не превышал 50мкА), так и посредством поляризации уже затвердевших составов.

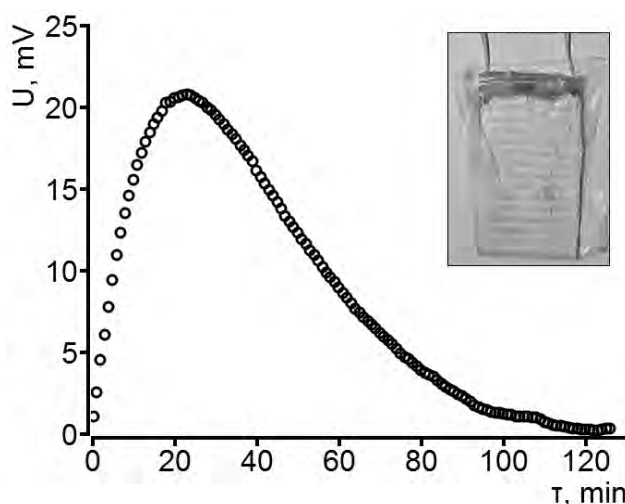


Рис. 1 Разность потенциалов на электродах хемоэлектронного конвертера на основе [диглицидиловый эфир диэтиленгликоля – полипропиленоксид триамин Jeffamine T-403]<sub>50</sub> – [ZrO(OH)<sub>2</sub>]<sub>50</sub> в атмосфере влажного воздуха (T=20 °C, φ=100 %)

Показано, что использованные полимеры проявляют хорошее сродство к атмосферной влаге. Установлено, что поляризация образца внешним

электрическим полем даже при нулевой остаточной разности потенциалов на электродах приводит к эффекту канализации свободных носителей заряда, появляющихся в объеме дисперсионной среды в результате адсорбционного взаимодействия с атмосферной влажностью.

*The work was supported through the project H2020/MSCA/RISE/HUNTER/691010, JINR-Romania Cooperation Programme Project of 2017 Order No. 219 / 55 is acknowledged. Работа поддержана грантом 17-52-45062 инд\_a РФФИ*

### Список литературы

1. Алексеенко В.И., Волкова Г.К. Адсорбционный механизм фазового превращения стабилизированного диоксида циркония // Журнал технической физики. – 1999. – Т. 70, №9. – С.57-62.

УДК 546.185'817'41'33:548.32

## УТОЧНЕНИЕ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ $Pb_{8-x}Ca_xNa_2(PO_4)_6$

*Жегайло А.О.,*

*Игнатов А.В.*, к.х.н., доцент

ГОУ ВПО Донецкий национальный университет, г.Донецк

*inorg.chem@yandex.ru*

Развитие современных технологий ставит перед учеными задачу по созданию новых материалов, обладающих необходимым комплексом физико-химических характеристик. Модифицирование индивидуальных соединений путем замещения в кристаллической решетке отдельных атомов или групп атомов другими структурными единицами является одним из способов создания новых материалов. Замещения, как правило, сопровождаются изменением межатомных расстояний и характера химической связи, что, в свою очередь, сказывается на физико-химических характеристиках материала. Поэтому модифицирование может приводить не только к изменению существующих, но и к появлению новых свойств. Исследование кристаллической структуры соединений или твердых растворов, образующихся при модифицировании, сопоставление ее особенностей со свойствами позволяет установить важнейшую взаимосвязь «состав – структура – свойства», на основании которой можно разрабатывать стратегию целенаправленного изменения одного или одновременно нескольких физико-химических параметров материала с целью улучшения его свойств.

Целью данной работы является уточнение кристаллической структуры твердых растворов  $Pb_{8-x}Ca_xNa_2(PO_4)_6$  ( $0 \leq x \leq 5$ ) методом рентгеноструктурного анализа порошка с применением алгоритма Ритвельда. Образование твердых растворов указанного состава обусловлено протеканием замещения свинца на кальций в двойном фосфате натрия свинца со структурой апатита. Уточнение структуры проводили с помощью программы FULLPROF.2k с графическим интерфейсом WinPLOTR из пакета FullProf Suite Program (3.0) с использованием массива данных, полученных из рентгенограммы поликристаллического образца, снятой в интервале углов  $15 - 140$  ( $2\theta$ ) на дифрактометре ДРОН-3М ( $CuK_\alpha$ -излучение, Ni – фильтр). Шаг сканирования и время экспозиции в каждой точке составляли соответственно  $0,05^\circ$  и 3 с.

Структура двойного фосфата свинца натрия  $Pb_8Na_2(PO_4)_6$ , как и многих других соединений семейства апатита, характеризуется гексагональной элементарной ячейкой (пространственная группа  $R\bar{3}m$ ), в которой существуют два катионных положения M(1) и M(2). Положение M(1) кратностью четыре имеет координационное окружение из девяти атомов кислорода, а положение M(2) кратностью шесть – из шести атомов кислорода. Катионы, находящиеся в позиции M(2) структуры апатита, образуют треугольники, которые повернуты друг относительно друга на  $60^\circ$  вдоль оси z и формируют вдоль этой оси канал. Перемещением ионов по этому каналу обуславливают, например, каталитические, сенсорные, электрофизические и др. важные свойства материалов на основе семейства апатитов.

В незамещенном образце  $Pb_8Na_2(PO_4)_6$  согласно данным рентгеноструктурного анализа порошка ионы натрия практически полностью (96 % от общего содержания) располагаются в положении M(1) структуры апатита. Катионное положение M(2) на 99 % заселено ионами  $Pb^{2+}$ . В структуре твердых растворов  $Pb_{8-x}Ca_xNa_2(PO_4)_6$  ионы кальция склонны к заселению положения M(1), а ионы свинца – положения M(2). По мере увеличения степени замещения происходит изменение заселенности позиций большинством ионов натрия, которые из положения M(1) переходят в положение M(2). Замещение свинца кальцием в двойном фосфате свинца-натрия приводит к существенному уменьшению расстояний M(1) – O(2) в области до  $x = 2$  и M(2) – M(2) в интервале  $2 < x \leq 5$ , изменения которых коррелируются с заселенностью катионных позиций структуры апатита.

Соединение  $Pb_8Na_2(PO_4)_6$  характеризуется катионной проводимостью, которая имеет термоактивационный характер и обусловлена перемещением ионов натрия по каналам структуры апатита. Замещение свинца на кальций в двойном фосфате свинца-натрия приводит к сжатию канала структуры и, как следствие, может понижать ионную проводимость. Измерения температурной зависимости проводимости керамики твердых растворов  $Pb_{8-x}Ca_xNa_2(PO_4)_6$  показали ее уменьшение с увеличением значения x. Для повышения этих характеристик необходимо в качестве заместителя выбирать атомы, вхождение которых в кристаллическую структуру приведет к расширению канала структуры апатита.

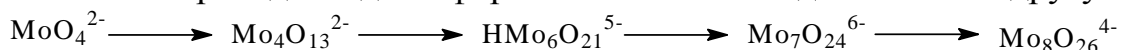
## ИЗОПОЛИМОЛИБДАТ-АНИОНЫ В ВОДНО-ДИМЕТИЛФОРМАМИДНЫХ РАСТВОРАХ

*Кравченко В.В.,  
Белоусова Е.Е., доцент*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

Известно, что на образование полиоксометаллатов оказывает влияние концентрация исходного мономерного аниона, рН синтеза, наличие восстановителей, гетероатомов, состав растворителя, условия синтеза: температура, давление.

При увеличении кислотности ( $Z=v(H^+)/v(MoO_4^{2-})$ ) в водном растворе молибдата натрия, согласно ранее полученных данных, происходит постепенный переход из одной формы изополимолибдат-аниона в другую:



в системе  $Na_2MoO_4 - HCl - H_2O$  ( $C_{Mo} = 0,1$  моль/л) в области  $Z = 0,00-2,50$ .

Системное изучение состояния ИПМА в водно-диметилформамидных, ацетонитрильных, диметилсульфоксидных и ацетоновых растворах с органическими катионами и катионами натрия, калия, цезия и аммония, показало, что органический растворитель стабилизирует некоторые формы изополимолибдат-анионов. К ним относятся  $[Mo_2O_7]^{2-}$ ,  $[Mo_6O_{19}]^{2-}$ ,  $\alpha$ - $[Mo_8O_{26}]^{4-}$ ,  $[HMo_5O_{17}]^{3-}$ .

Для наглядного сравнения влияния органического растворителя диметилформамида на образование изополимолибдат-анионов проведен синтез солей при кислотностях 1,50 и 1,67 с катионом бария. Из водного раствора при данных  $Z$  был выделен бария гидрогептамолибдат  $Ba_5[HMo_7O_{24}]_2 \cdot 3H_2O$ , а из водно-диметилформамидной (40 %) при тех же условиях бария октамолибдат –  $Ba_2[Mo_8O_{26}] \cdot 6C_3H_7NO$ .

Для того, чтобы подтвердить стабилизирующее воздействие диметилформамида (ДМФА) на образование тетра-, гекса- и окта- молибдат-анионов бы проведен синтез солей с тетраэтиламмониевым катионом в децимолярных системах и 25% содержанием ДМФА. Состав кристаллических продуктов по данным химического, рентгенофазового анализа и ИК-спектроскопии показал, что в интервале кислотностей  $Z = 1,14 - 1,80$  выпадают белые кристаллы октамолибдата  $[N(C_2H_5)_4]_4Mo_8O_{26} \cdot nC_3H_7ON \cdot mH_2O$  после отделения белых кристаллов тетрамолибдата  $[N(C_2H_5)_4]_2Mo_4O_{13} \cdot nC_3H_7ON \cdot mH_2O$  при  $Z = 1,50$  и желтых кристаллов гексамолибдата  $[N(C_2H_5)_4]_2Mo_6O_{19} \cdot nC_3H_7ON \cdot mH_2O$  при  $Z = 1,80$ . С катионом неорганической природы барием с среде с ДМФА были выделены неосаждаемые в водной среде соли с гекса-, тетра- и октамолибдат-анионом.



## СИНТЕЗ, СТРУКТУРА И СВОЙСТВА НОВОГО БАРИЯ ДЕКАВОЛЬФРАМАТА, ОБЛАДАЮЩЕГО ФОТОХРОМНЫМИ СВОЙСТВАМИ

*Кротова Е.А., Медведь А.О.,  
Пойманова Е.Ю.*

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

Наибольшее количество синтезированных и исследованных на предмет каталитических и каких-либо других свойств декавольфраматов являются солями с органическими катионами [1-5]. В то же время известно ограниченное число методик синтеза декавольфраматов с неорганическими катионами [6], хотя их преимуществом может оказаться большая термическая устойчивость, что может расширить температурные границы катализа этими солями.

В работе [7] из водных растворов при соответствующих теоретических кислотностях были получены труднорастворимые  $Ba_5[W_{12}O_{40}(OH)_2] \cdot 22H_2O$ ,  $Ba_5[HW_7O_{24}]_2 \cdot 28H_2O$  та  $Ba_3[W_{12}O_{38}(OH)_2] \cdot 23H_2O$ , что дает основание предположить, что катион бария (II) является хорошим осадителем ИПВА.

Изучено фазообразование в системе  $Ba^{2+} - WO_4^{2-} - H^+ - ДМФА - H_2O$  при  $Z=1,60$ . Установлено, что образование декавольфрамата происходит через форму гептавольфрамат-аниона. Первыми фазами являются гидраты гептавольфраматов бария. Только декавольфрамат содержит диметилформамид в сольватной оболочке. Впервые из водно-диметилформамидной среды синтезирован кристаллический декавольфрамат с катионом бария (+2):  $[Ba(H_2O)_2C_3H_7NO_3]_2[W_{10}O_{32}] \cdot 2C_3H_7NO$ . Состав подтвержден методами химического анализа, ИК- и рамановской спектроскопии, электронной спектроскопии поглощения, сканирующей электронной микроскопии.

Бария декавольфрамат был впервые охарактеризован рентгеноструктурным анализом. Центросимметричный анион  $W_{10}O_{32}$  в структуре имеет типичное строение (две «квадратные пирамиды», состоящие из пяти искаженных октаэдров  $WO_6$ , соединенные «основаниями» за счет общих вершин четырех октаэдров) (рис. 1). Координационным многогранником атома бария является одношапочная квадратная антипризма. Основные кристаллографические характеристики структуры декавольфрамата бария: триклинная сингония, пространственная группа  $P-1$ ,  $a=11.899(3)$ ,  $b=12.1313(11)$ ,  $c=13.341(2)\text{Å}$ ,  $\alpha=70.417(11)$ ,  $\beta=64.254(18)$ ,  $\gamma=87.185(12)^\circ$ ,  $V=1623.7(5)\text{Å}^3$  при  $T=293\text{K}$ ,  $Z=1$ ,  $\rho=3.356\text{г/см}^3$ .

Исследована морфология поверхности. Установлено, что при перетирании в порошок кристаллов  $[Ba(H_2O)_2C_3H_7NO_3]_2[W_{10}O_{32}] \cdot 2C_3H_7NO$

получаются частицы размером 290-425нм. На основании равномерного распределения элементов по поверхности доказана однофазность образца.

Установлено, что термическое разложение соли происходит в четыре этапа последовательной потери молекул растворителя с поглощением тепла и конечной кристаллизацией  $\text{BaWO}_4$  и  $\text{WO}_3$ , сопровождающейся экзо-эффектом.

Обнаружены обратимые фотохромные свойства синтезированного бария декавольфрамата – вещество приобретает синюю окраску под действием дневного света или УФ-лампы, а его белый цвет возвращается при устранении источника возбуждения.

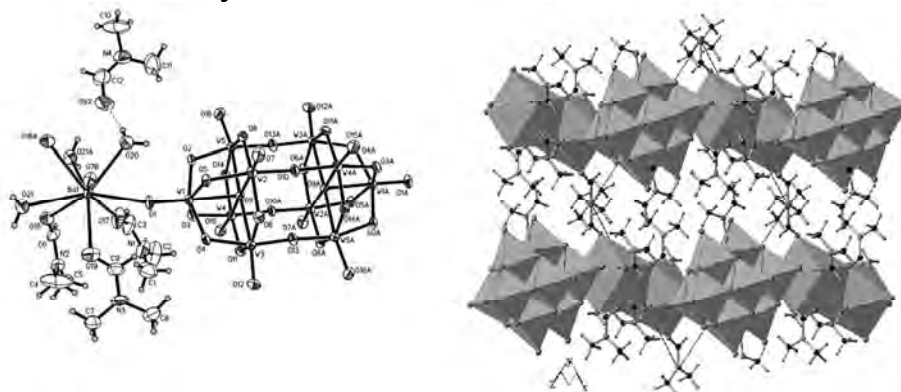


Рис.1. Структура кристалла  $[\text{Ba}(\text{H}_2\text{O})_2 \text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_3]_2[\text{W}_{10}\text{O}_{32}] \cdot 2\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}$

## Bibliography

1. Chemseddine, A. Electrochemical and photochemical reduction of decatungstate: a reinvestigation / A. Chemseddine, C. Sanchez, J. Livage, J.P. Launay, M. Fournier // *Inorg. Chem.* – 1984. – V. 23. – № 17. – P. 2609-2613.
2. Manolis, D. Tzirakis Decatungstate as an efficient photocatalyst in organic chemistry / M.D. Tzirakis, I.N. Lykakis, M. Orfanopoulos // *Chem. Soc. Rev.* – 2009. – V. 38. – P. 2609-2621.
3. Himeno, S. Capillary electrophoretic study on the formation and transformation of isopolyoxotungstates in aqueous and aqueous- $\text{CH}_3\text{CN}$  media / S Himeno, I Kitazumi // *Inorg. Chim. Acta.* – 2003. – V. 355. – P. 81-86.
4. Maldotti, A. Selective photooxidation of diols with silica bound  $\text{W}_{10}\text{O}_{32}^{4-}$  / A. Maldotti, A. Molinari, F. Bigi // *Journal of Catalysis.* – 2008. – V. 253. – P. 312-317.
5. Sun, C.-Y. Synthesis and characterization of one- to three-dimensional compounds composed of paradecatungstate-B cluster and transition metals as linkers / C.-Y. Sun, S.-X. Liu, L.-H. Xie, C.-L. Wang, B. Gao, C.-D. Zhang, Z.-M. Su // *J. Solid State Chem.* – 2006. – V. 179. – № 7. – P. 2093-2100.
6. Розанцев, Г.М. Состояние ионов вольфрама (VI) в водно-диметилформамидной среде / Г.М. Розанцев, О.Н. Лысенко, Е.Е. Белоусова // *Журнал неорганической химии.* – 2000. – Т. 45. – № 10. – С. 1761-1767.
7. Розанцев, Г.М. Изменение состояния изополивольфрамат-анионов в водных растворах по мере достижения равновесия / Г.М. Розанцев, С.В. Радио, Е.Е. Белоусова // *Вопр. химии и хим. технологии.* – 2005. – № 5. – С.32-36.

## РЕМОНТ ОГНЕУПОРНОЙ КЛАДКИ ТЕПЛОВЫХ АГРЕГАТОВ НЕФОРМОВАННЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

*Кусмарова Д. А.,  
Горбатко С. В.,* доцент

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк  
*donntu.info@mail.ru*

Перспективы развития производства и применения огнеупоров связаны с существенным уменьшением расходов огнеупорного материала на тонну готовой продукции для снижения её себестоимости. В значительной мере это достигается за счет разработки и внедрения новых неформованных огнеупоров [1].

Одним из основных видов неформованных огнеупоров являются торкрет-массы (торкрет-бетоны). Торкретирование заключается в переносе огнеупорного материала к формуемому телу сжатым воздухом и образовании плотного слоя на поверхности футеровки. Торкрет-массы наносятся на рабочую поверхность огнеупорной футеровки для предохранения футеровки от преждевременного износа при воздействии шлаков и других разрушающих реагентов, а также для ремонта [1].

Учитывая достоинства метода торкретирования (способность осуществлять горячий ремонт поверхности футеровки любой сложности и др.), можно утверждать, что торкретирование является современной, эффективной технологией защиты и ремонта различных промышленных печей [2].

Термин «торкретирование» впервые введен в 1921 г. фирмой «Torkret», предложившей этот способ. (Слово «торкрет» имеет латинские корни и означает в переводе «уплотненная штукатурка») [1].

Торкретирование (применительно к технологии огнеупоров) заключается в переносе огнеупорного материала к формуемому телу сжатым воздухом и образовании плотного слоя. Торкрет-масса может наноситься как на холодную, так и на нагретую до высоких температур кладку. Слой массы, нанесенный торкретированием, называют торкрет-бетоном [1].

В зависимости от состояния огнеупорного материала различают сухое и мокрое торкретирование. В зависимости от температуры транспортирующего газа различают холодное и горячее торкретирование. Горячее торкретирование включает в себя факельное торкретирование и керамическую сварку [2].

В целом торкрет-масса должна отвечать следующим требованиям:

- достаточная огнеупорность;
- высокая химическая стойкость к действию металлов, шлаков, печных газов;
- противостоять резким колебаниям температур;

- хорошая адгезия к ремонтируемой кладке, способность спекаться с кладкой, образуя с ней керамическую связь;
- достаточная механическая прочность;
- химический состав должен быть близким к составу торкретируемого огнеупорного кирпича (поскольку различие в химическом составе может привести к химическому взаимодействию с образованием легкоплавких соединений, что может вызвать не только обвал торкрет-слоя, но и ухудшить условия службы огнеупорной футеровки);
- коэффициент термического расширения и усадка должны быть минимальны (в противном случае напряжения, возникающие вследствие термического расширения могут привести к появлению трещин и сколов) [1].

Торкрет-порошок представляет собой смесь огнеупорного заполнителя, вяжущего и добавки. В качестве вяжущих применяют цементы, растворимое стекло, фосфатные связки и др. Торкрет-массы содержат пластифицирующие добавки, например в виде огнеупорной глины, гашеной извести (для достижения требуемой пластичности, чему также способствует введение определенной доли тонкозернистой фракции огнеупорного заполнителя). Могут вводиться добавки ускорителей схватывания (хлорид железа, хлорид кальция, жидкое стекло, алюминат натрия, хлорид магния, сульфат магния) [2].

Несмотря на то, что торкретирование к настоящему времени стало традиционной технологией, для технологии огнеупоров этот способ сохраняет большой инновационный потенциал и непрерывно развивается. Метод торкретирования используется для футеровки доменных, коксовых и других печей для предохранения футеровки от преждевременного износа при воздействии шлаков и других разрушающих реагентов, а также для ремонта футеровки [2].

Расширение применения способа торкретирования в области технологии огнеупоров и металлургии обусловлено высокой производительностью, возможностью механизации и автоматизации, относительно малой энергоемкостью [2].

Применение метода торкретирования является экономически выгодным за счет сокращения количества используемого огнеупорного материала; при использовании торкрет-покрытий в тепловых агрегатах, увеличивается срок службы огнеупорной футеровки; при непосредственном применении метода торкретирования требуются относительно небольшие энергозатраты [2].

### **Список литературы**

1. Пивинский Ю. Е. Неформованные огнеупоры: справ. изд.: в 2-х томах. Т.1. Книга 1. Общие вопросы технологии. М., Теплоэнергетик, 2003. 448 с.
2. Штепа Е. Д. , Ярмаль А. А., Червоненко В. М. Факельное торкретирование кислородных конвекторов. К.: Техника, 1984. 143 с.

## СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ $Pb_{8-x}Sr_xLa_2(GeO_4)_4(VO_4)_2$

*Макарова С. А.,*

*Яблочкова Н. В.*, к.х.н., доцент

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*dani1.zhuk.96@mail.ru*

В последнее время интерес исследователей к соединениям со структурой апатита не теряет свою силу. Во-первых, таким соединениям присущ комплекс практически значимых свойств, поэтому они могут быть использованы, например, в качестве твердых стабильных форм для утилизации радиоактивных отходов, сорбентов, твердых электролитов, катализаторов, люминофоров, лазерных материалов и в других случаях. Во-вторых, для них характерен широкий спектр изоморфных замещений, который позволяет путем введения дополнительных компонентов регулировать их свойства.

В отличие от хорошо изученного кальциевого гидроксиапатита, его аналоги, в частности соединения, содержащие в своем составе вместо  $PO_4^{3-}$ -групп другие ионы (например,  $VO_4^{3-}$ ,  $AsO_4^{3-}$ ,  $GeO_4^{3-}$  и т.д.), на сегодняшний день изучены в гораздо меньшей степени. Не последнее место среди этих соединений занимают ванадиевый апатит свинца  $Pb_{10}(VO_4)_6(OH)_2$  и сходный по структуре германато-ванадат  $Pb_{10}(GeO_4)_4(VO_4)_2$ . При модификации редкоземельными элементами (РЗЭ) они могут стать люминофорами, щелочными металлами - твердыми электролитами с более высокой ионной проводимостью, чем ранее изученный  $Pb_8Na_2(PO_4)_6$ .

Кристаллическое строение составов данного структурного типа таково, что позволяет также повышать величину ионной проводимости за счет гетеровалентных замещений анионообразующих элементов (Si, P, Ge, V). Перспективным является направление, которое исследует возможность использования веществ, подобных  $Pb_4Ln(GeO_4)_2(VO_4)O$ , в качестве люминофоров, катализаторов, сорбентов.

Актуальным является изучение возможности существования однофазных твердых растворов на основе таких соединений, содержащих в составе РЗЭ, и исследование их свойств, поскольку только гомогенные материалы характеризуются стабильностью практически значимых характеристик, которые зависят от состава.

Минерал апатит относится, пожалуй, к самым исследуемым материалам. Интерес к апатиту вызван тем, что он склонен образовывать твердые растворы практически со всеми элементами Периодической системы. Естественно, что одновременно с замещением одних элементов на другие, происходит и определенное изменение свойств исходного материала. С

использованием таких замещенных апатитов созданы многочисленные катализаторы, сорбенты, люминофоры и другие, полезные для науки и техники материалы. Существует большое число как встречающихся в природных условиях минеральных апатитов, так и искусственно синтезированных.

В данной работе определены условия синтеза твердых растворов состава  $Pb_{8-x}Sr_xLa_2(GeO_4)_4(VO_4)_2$ , где  $x = 0 - 2,0$ , определена область гомогенности при изоморфном замещении свинца стронцием, уточнена кристаллическая структура и изучены электрофизические свойства гомогенных образцов.

На основании литературных данных, а также экспериментальным путем был выбран метод синтеза исследуемых составов. Образцы получали твердофазным способом из оксидов соответствующих элементов, смешанных в стехиометрических соотношениях. Температурный интервал синтеза  $500^{\circ}C - 800^{\circ}C$  с шагом  $100^{\circ}C$ .

Фазовый состав на каждом этапе синтеза контролировали методом РФА. Рентгенограммы снимали на дифрактометре ДРОН-3 с использованием  $CuK_{\alpha}$ -излучения и  $Ni$  фильтра. Скорость движения счетчика составляла  $2^{\circ}$  в минуту ( $2\theta$ ). Идентификация соединений проводилась с использованием программы Match и базы данных PDF-2 (ICCD) (International Centre for Diffraction Data). Таким образом, была установлена начальная температура кристаллизации фазы со структурой апатита, а также продолжительность синтеза, определена область гомогенности при замещении свинца стронцием, которая лежит в пределах  $x = 0 - 1,0$ .

Для уточнения кристаллической структуры использовался массив экспериментальных интенсивностей и углов отражения в интервале от  $15$  до  $140^{\circ}$  ( $2\theta$ ), полученных из поликристаллического образца в пошаговом режиме съемки на том же дифрактометре. Время экспозиции в каждой точке и шаг сканирования составляли соответственно  $10$  секунд и  $0,05^{\circ}$ . Расчет проводили с использованием программы FullProf.2k (version 2.80) из пакета программ WinPLOTR. В качестве исходных данных для расчетов использовали координаты атомов в гидроксиапатите кальция.

С помощью измерения импеданса получили зависимость электрической проводимости исследуемых образцов от температуры. Все измерения проводили на измерителе LCR Meter DE-5000 на переменном токе при частотах  $100$  Гц,  $1000$  Гц,  $10$  кГц,  $100$  кГц. Зависимость проводимости исследуемого образца от температуры подчиняется уравнению Аррениуса и спрямляется в координатах  $\ln \sigma - 1000/T$ .

## СОСТОЯНИЕ ИЗОПОЛИВОЛЬФРАМАТ-АНИОНОВ В ВОДНО-ДИМЕТИЛСУЛЬФОКСИДНЫХ РАСТВОРАХ. СИНТЕЗ НОВОГО ДЕКАВОЛЬФРАМАТА НИКЕЛЯ

*Медведь А.О.,  
Пойманова Е.Ю.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк  
*asia.med@yandex.ru, poymanovahe@gmail.com*

Исследовано поведение ИПВА в водно-диметилсульфоксидных растворах натрия вольфрамата методом рН-потенциометрического титрования с последующим математическим моделированием с помощью программы CLINP 2.1, а также электронной спектроскопии поглощения.

В системах  $WO_4^{2-} - H^+ - DMSO - H_2O$  были изучены взаимные переходы ИПВА при разном содержании диметилсульфоксида (ДМСО), в результате чего установлено стабилизирующее действие ДМСО на анионы  $[W_7O_{24}]^{6-}$  и  $[W_{10}O_{32}]^{4-}$ . Были построены диаграммы распределения и рассчитаны термодинамические параметры процессов образования ИПВА, что позволило определить оптимальные условия синтеза декавольфраматов из водно-диметилсульфоксидной среды.

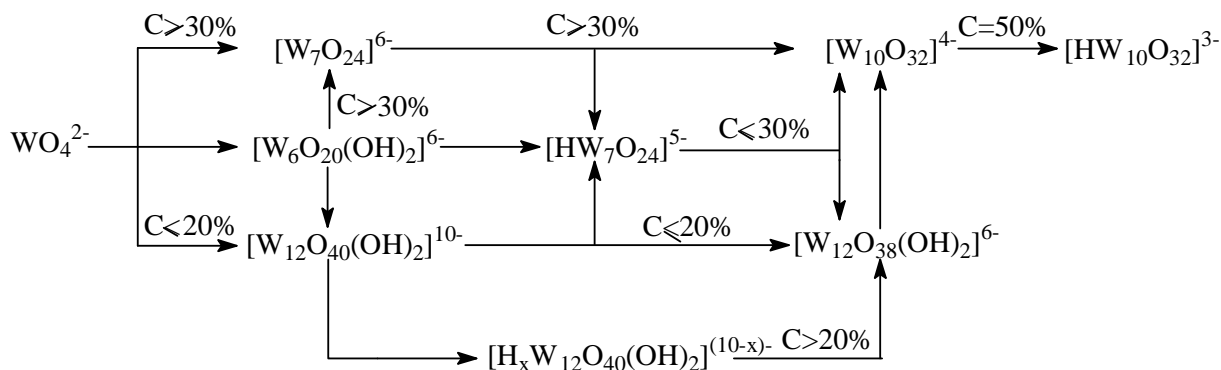


Рис. 1 Схема превращений ИПВА в подкисленных водно-диметилсульфоксидных растворах в зависимости от кислотности и концентрации ДМСО

Из раствора натрия вольфрамата, подкисленного до кислотности  $Z=1.60$  ( $Z$  – мольное соотношение ионов водорода и ортовольфрамат-аниона) проведен синтез монокристаллического никеля декавольфрамата  $[Ni(C_2H_6SO)_5(H_2O)]_2[W_{10}O_{32}]$  и расшифрована его кристаллическая структура с помощью рентгеноструктурного анализа, основные кристаллографические характеристики которого таковы: триклинная сингония, пространственная группа P-1,  $a = 11.9339(7) \text{ \AA}$ ,  $b = 12.2083(6) \text{ \AA}$ ,  $c = 12.2083(6) \text{ \AA}$ ,  $\alpha = 75.235(5)^\circ$ ,  $\beta = 71.289(6)^\circ$ ,  $\gamma = 87.785(4)^\circ$ ,  $V = 1692.44(17) \text{ \AA}^3$  при  $T = 293(2) \text{ K}$ ,  $Z = 1$ ,  $\rho = 3.223 \text{ г/см}^3$ .

Центросимметричный анион  $W_{10}O_{32}$  в структуре имеет типичное строение (две «квадратные пирамиды», состоящие из пяти искаженных октаэдров  $WO_6$ , соединенные «основаниями» за счет общих вершин четырех октаэдров). Атом никеля в структуре координирован пятью атомами кислорода, принадлежащими разным молекулам ДМСО, и одной молекулой воды. Координационным многогранником атома никеля является слегка искаженный октаэдр (рис. 2, а, б).

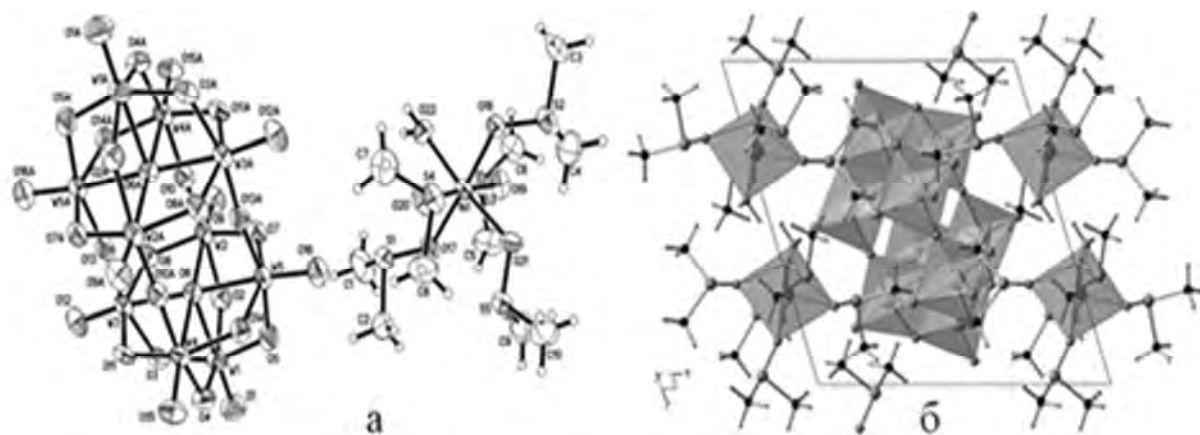


Рис. 2 Шаро-стержневая (а) и полиэдрическая (б) модель структуры  $[Ni(C_2H_6SO)_5(H_2O)]_2[W_{10}O_{32}]$

После перетирания кристаллов декавольфраматов никеля (+2) в порошок получают частицы размером 220-425 нм. Соединение является стойкими при измельчении в порошок – порошковые дифрактограммы полностью соответствует полученным при РСА монокристаллов. Отсутствие примесных линий на дифрактограммах, а также равномерный контраст поверхности образцов в режиме обратно рассеянных электронов, также указывают на их однофазность.



## ПОЛИОКСОВАНАДАТ-АНИОНЫ В ВОДНОЙ, ВОДНО-ОРГАНИЧЕСКОЙ СРЕДЕ И В СОСТАВЕ СОЛЕЙ

*Межерицкая А.С.,  
Заславская Л.В., к.х.н.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

По данным рН-потенциометрического титрования с использованием метода математического моделирования исследованы процессы комплексообразования в системе  $\text{Na}_3\text{VO}_4 - \text{HCl} - \text{NaCl} - \text{C}_3\text{H}_7\text{ON}$  (10÷40 об.%) –  $\text{H}_2\text{O}$ , ( $C_V=0,01-0,1$  моль/л;  $\mu=0,5$  моль/л) и рассчитаны по программе CLINP 2.1 концентрационные константы образования изополиванадат-анионов; построены диаграммы распределения изополианионов в зависимости от кислотности и концентрации и предложены схемы их превращения в водно-диметилформамидной среде. Установлены зоны рН (кислотности) доминирования изополиванадатов в зависимости от концентрации ионов  $\text{VO}_4^{3-}$ ; соотношения  $\text{C}_3\text{H}_7\text{ON}$  и  $\text{H}_2\text{O}$  в системах.

В исследуемых системах с ванадием в водной и в водно-органической среде удалось обнаружить существование три- ( $\text{V}_3\text{O}_9^{3-}$ ) и тетраметаванадатов ( $\text{V}_4\text{O}_{12}^{4-}$ ) в узком интервале концентраций (0,01-0,1 моль/л), а также наличие в растворе протонированного тетраметаванадата  $\text{HV}_4\text{O}_{12}^{3-}$ . Декаванадат-анион  $\text{V}_{10}\text{O}_{28}^{6-}$  фиксируется при  $Z=2,50$ , что отмечается точкой перегиба на кривой потенциометрического титрования, количество которого возрастает с увеличением концентрации ванадия (V) в системе. Тетраванадат состава  $\text{V}_4\text{O}_{13}^{6-}$ , представленный в литературе, в условиях эксперимента отсутствует. В децимолярном растворе ортованадата натрия преобладают полиоксоанионы:  $\text{V}_4\text{O}_{12}^{4-}$ ,  $\text{HV}_4\text{O}_{13}^{5-}$  и  $\text{V}_{10}\text{O}_{28}^{6-}$  при незначительном количестве протонированного декаванадата  $\text{H}_3\text{V}_{10}\text{O}_{28}^{3-}$  и  $\text{V}_3\text{O}_9^{3-}$ . С увеличением концентрации ДМФА до 25 об.% в системе стабилизируется образование непротонированной формы декаванадат аниона, причем в большем количестве при  $Z>2,5$  и отмечается образование апротонных три- и тетраванадатов. С катионом тетрабутиламмонием были выделены белые кристаллы триванадата  $[\text{N}(\text{C}_4\text{H}_9)_4]_5\text{V}_3\text{O}_{10}\cdot 4\text{H}_2\text{O}\cdot \text{C}_3\text{H}_7\text{ON}$ , кристаллы темно-коричневого цвета тетраванадата  $[\text{N}(\text{C}_4\text{H}_9)_4]_4\text{V}_4\text{O}_{12}\cdot 4\text{H}_2\text{O}\cdot 2\text{C}_3\text{H}_7\text{ON}$  и кристаллы оранжевого цвета декаванадата  $[\text{N}(\text{C}_4\text{H}_9)_4]_6\text{V}_{10}\text{O}_{28}\cdot 4\text{H}_2\text{O}\cdot 4\text{C}_3\text{H}_7\text{ON}$ . С легко гидролизующимся катионом индием (III) были получены кристаллические тетра-  $\text{In}_4(\text{V}_4\text{O}_{12})_3\cdot 7\text{H}_2\text{O}\cdot 3\text{C}_3\text{H}_7\text{ON}$  и декаванадаты  $\text{In}_2\text{V}_{10}\text{O}_{28}\cdot 5\text{H}_2\text{O}\cdot 5\text{C}_3\text{H}_7\text{ON}$ , составы которых были предложены по результатам химического анализа и термогравиметрии, а идентификация проведена по данным ИК-спектроскопии и рентгенофазового анализа.

**ЗАМЕЩЕНИЕ СВИНЦА КАЛЬЦИЕМ В СИСТЕМАХ  
 $Pb_{8-x}Ca_xM_2(PO_4)_6$  (M = Na, K, Rb)**

*Николенко В.В., Жегайло А.О.,*

*Игнатов А.В.*, к.х.н., доцент

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*inorg.chem@yandex.ru*

Большинство современных неорганических материалов (люминофоров, лазерных материалов, твердых электролитов и т.д.) используется не в виде индивидуальных соединений, а в виде твердых растворов, что позволяет регулировать их свойства. Такие твердые растворы образуются в результате изоморфных замещений в кристаллической структуре. При изоморфных замещениях в определенных границах изменяются не только межатомные расстояния и характер химической связи в кристаллических структурах, но и большинство свойств. Исходя из этого, изучение изоморфных замещений является не только одним из способов получения новых материалов с улучшенными физико-химическими характеристиками, но и решением одной из основных задач современной науки – химии: установление взаимосвязи «состав - структура - свойства».

Методами рентгенофазового анализа и сканирующей электронной микроскопии исследовано изовалентное изоморфное замещение свинца кальцием в двойных фосфатах свинца щелочного металла  $Pb_8M_2(PO_4)_6$  (M = Na, K, Rb) со структурой апатита. Протекание замещение сопровождается образованием твердых растворов, общий состав которых можно описать общей формулой  $Pb_{8-x}Ca_xM_2(PO_4)_6$  ( $0 \leq x \leq 8$ ). Получение твердых растворов проводили по методике твердофазного синтеза при конечной температуре прокаливания 800 °С.

По данным рентгенофазового анализа установлено образование однофазных твердых растворов  $Pb_{8-x}Ca_xM_2(PO_4)_6$  в области  $0 \leq x \leq 5.4$  (Na),  $0 \leq x \leq 6.0$  (K),  $0 \leq x \leq 5.8$  (Rb). Во всех системах с увеличением содержания кальция в твердом растворе происходит линейное уменьшение параметра *a* элементарной гексагональной ячейки структуры апатита. На зависимости параметра *c* ячейки от состава в однофазной области присутствует излом при  $x \approx 4$ , который связан с различной заселенностью структурно-неэквивалентных катионных позиций.

Замещение свинца на кальций в системах  $Pb_{8-x}Ca_xM_2(PO_4)_6$  ограничивается необходимостью наличия в структуре твердого раствора ионов  $Pb^{2+}$ , стереохимически-активные  $6s^2$  – электронные пары которых стабилизируют кристаллическую решетку апатита.

## СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ФЛЮОРИТОПОДОБНЫХ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ



*Овчаренко Т. В.,*

*Чебышев К. А.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*Chebyshev.konst@mail.ru*

Молибдаты редкоземельных элементов широко изучаются как потенциальные материалы для топливных элементов, кислородных мембран, катализаторов, люминофоров и др. Среди молибдатов РЗЭ существуют соединения  $\text{Ln}_5\text{Mo}_3\text{O}_{16+\delta}$ , для которых кислород-ионная проводимость соизмерима с проводимостью стабилизированного диоксида циркония при более низких температурах с высокой долей ионной составляющей.

Молибдаты состава  $\text{Nd}_{5-x}\text{Eu}_x\text{Mo}_3\text{O}_{16}$  ( $x=0; 0,05; 0,1; 0,15; 0,3; 0,5; 0,7; 1; 2; 3; 4; 5$ ) получали твердофазным методом из смесей оксидов  $\text{Nd}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Eu}_2\text{O}_3$ , и  $\text{MoO}_3$ . Перед взвешиванием оксиды РЗЭ прокаливали 1 ч при  $1000^\circ\text{C}$ , а оксид молибдена при  $500^\circ\text{C}$  в течении 4 ч. Навеска исходных компонентов составляла 1 г. Шихту гомогенизировали с добавлением спирта в агатовой ступке в течение 30 мин., прокаливали на воздухе при  $500^\circ\text{C}$  (для связывания  $\text{MoO}_3$  и предотвращения его возгонки),  $800^\circ\text{C}$  и  $1050^\circ\text{C}$  в течение 10 и 20 ч с промежуточной гомогенизацией через каждые 10 ч.

Для получения керамики из порошков, прокаленных при  $800^\circ\text{C}$  прессовали таблетки диаметром 8 мм с добавлением 5% раствора поливинилового спирта. Заготовки высушивали, для удаления спирта прокаливали при  $300^\circ\text{C}$  и  $500^\circ\text{C}$  в течение 3 ч. Спекали керамику 20 ч при  $1050^\circ\text{C}$ . На поверхность керамических таблеток наносили электроды путем вжигания серебряносодержащей пасты.

Система  $\text{Nd}_{5-x}\text{Eu}_x\text{Mo}_3\text{O}_{16+\delta}$  характеризуется достаточно широкой областью растворимости европия в молибдате неодима с кубической структурой. Согласно данным рентгенофазового анализа, состав с содержанием 40 мол.% европия содержит слабые рефлексы моноклинной фазы  $\text{Ln}_2\text{MoO}_6$ . Образцы с содержанием европия от 60 до 100 мол.% кристаллизуются в моноклинной структуре с пространственной группой  $C2/c$ . Двухфазная область, обнаруженная в системе, находится в диапазоне от 40 мол.% до 60 мол.% европия. Закономерное уменьшение параметра в ряду твердых растворов коррелирует с увеличением содержания меньшего по размеру иона  $\text{Eu}^{+3}$ . (радиус  $\text{Eu}^{+3} = 1.066\text{\AA}$ ,  $\text{Nd}^{+3} = 1.109\text{\AA}$ , к.ч. = 8).

Согласно результатам уточнения структуры методом Ритвельда для модифицированного образца состава  $\text{Nd}_4\text{EuMo}_3\text{O}_{16+\delta}$  характерно искажение координационного полиэдра  $\text{Ln}(1)$ . При замещении, половина межатомных

расстояний Ln(1) – O увеличивается, а остальные уменьшаются так, что объем полиэдра Ln(1) изменяется в меньшей степени, чем объем полиэдра Ln(2). Эти данные согласуются с распределением атомов европия по позициям – больший по размеру неодим размещается в большем по объему искаженном кубе Ln(1). Также такое размещение согласуется с большей поляризуемостью иона  $Nd^{+3}$  по сравнению с  $Eu^{+3}$ , что обеспечивает возможность большего искажения электронной плотности иона. Тем не менее, уменьшение расстояний Ln(1) – O(1) может свидетельствовать также о частичном размещении европия в положение Ln(1).

Зависимости диэлектрической проницаемости от температуры для образца с  $x=1$  при различных частотах имеют максимумы в диапазоне 300-350 °С. При увеличении частоты измерительного поля наблюдается небольшой сдвиг максимума в область более высоких температур, размытие и значительное уменьшение его пикового значения. В области температур 500-700 °С наблюдается экстремальный рост диэлектрической проницаемости связанный с ослаблением межатомных взаимодействий и увеличением подвижности ионов.

На температурных зависимостях диэлектрической проницаемости  $\epsilon$ , ( $f=1$  kHz) при нагреве от комнатной температуры наблюдается максимум при  $t \approx 340$  °С. При последующем охлаждении максимум исчезает, вместо него имеет место монотонное спадание диэлектрической проницаемости. При повторном нагреве, проведенном сразу после охлаждения образца до комнатной температуры, диэлектрические максимумы не регистрируются и зависимость  $\epsilon$  (Т) подобна кривой, полученной при охлаждении в первом цикле измерений. Полученные данные показывают, что в молибдате неодима, модифицированном европием, в определенном температурном диапазоне возникают процессы, выяснение природы которых требует дальнейших исследований.

## ВОЗМОЖНОСТЬ ЗАМЕНЫ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ В СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ

*Рыбак Е.С.*

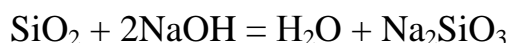
*Горбатко С.В.*, канд. техн. наук

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*sergio\_sv8@bigmir.net*

Стекловидные материалы – наиболее трудно утилизируемый отход. Оно не поддается разрушающему воздействию природных факторов (солнечных лучей, воды, атмосферы, низких температур, органических, минеральных, солей) [1]. Оно остается неподвластным грибкам и бактериям. Поэтому стекло способно сохранять первоначальную структуру многие десятилетия. Актуальность использования отходов в строительной индустрии обусловлена кроме экологических также и экономическими предпосылками. В последнее время все больше внимания уделяется утилизации стеклобоя или несортированного боя искусственных стекол. Из-за наличия посторонних примесей в бое стекла образующегося в бытовых отходах он не находит применения и скапливаются в больших количествах на свалках и полигонах.

Одним из способов применения стеклобоя является использование его в качестве замены традиционных вяжущих средств типа цемента, извести или гипса. С этой целью его сортируют, дробят, размалывают и рассеивают на определённые фракции. Полученный материал используют как мелкий заполнитель, а тонкомолотый порошок – как связующее. Для проявления стеклом вяжущих свойств к нему добавляют материалы, содержащие щелочные металлы. При повышенных температурах щелочи действуют как катализаторы и способствуют образованию легко растворимых щелочных силикатов, дополнительно переводящих  $\text{SiO}_2$  в раствор, в результате чего образуется жидкое стекло, которое способствует увеличению прочности бетонов.



Использование отходов стекла при изготовлении строительных материалов позволяет решить проблему утилизации данного вида отходов и повысить прочность строительных материалов.

### Список литературы

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

## ИЗОПОЛИВОЛЬФРАМАТ – АНИОНЫ В ВОДНО-АЦЕТОНИТРИЛЬНЫХ РАСТВОРАХ И ИХ СОЛИ

*Сухов П.В.*

*Пойманова Е. Ю.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк  
*donnu.chem@mail.ru*

Известно, что условия образования ИПВА существенно зависят от рН, исходной концентрации вольфрама ( $C_w$ ), температуры, природы растворителя. Поведение в водных растворах изополивольфрамат-анионов, таких как  $[W_7O_{24}]^{6-}$  (паравольфрамат А),  $[H_2W_{12}O_{42}]^{10-}$  (паравольфрамат В),  $[W_{10}O_{32}]^{4-}$  (поливольфрамат Y),  $\alpha$ - $[H_2W_{12}O_{40}]^{6-}$  ( $\psi$ -метавольфрамат),  $\beta$ - $[H_2W_{12}O_{40}]^{6-}$  и  $[H_4W_{11}O_{38}]^{6-}$ , детально описано в литературе как наиболее стабильных [1,2,3,4]. Известно, что в водно-органических системах стабильными ИПВА являются  $[W_6O_{19}]^{2-}$  и  $[W_{10}O_{32}]^{4-}$  [1,2,3,4].

Данная работа была направлена на исследование поведения ИПВА в водно-ацетонитрильных растворах, синтез и идентификацию солей с ИПВА и катионом  $Sr^{2+}$ .

Для получения  $Sr(+2)$  полиоксовольфраматов в растворах натрия вольфрамата в ацетонитриле создавали необходимую кислотность, отвечающую образованию соответствующего изополивольфрамат-аниона. При проведении синтеза на всех этапах контролировалось значение рН. Полученные осадки отделяли фильтрованием, промывали холодной водой, сушили на воздухе и анализировали с помощью химического анализа и ИК-спектроскопии.

Установлено, что как и в водной среде, в водно-АН растворе с содержанием АН 40 об. % наиболее устойчивой и наименее растворимой из изополивольфраматов формой является паравольфрамат; кристаллосольваты образуются только при низких кислотностях – до 1,17, при более высоких кислотностях образуются гидраты ИПВ; установлено, что для дальнейшей разработки методик синтеза декавольфраматов из водно-АН среды с неорганическим катионом необходимо использовать другое соотношение вода – ацетонитрил.

## СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ $Pb_{8-x}Ca_xNd_2(GeO_4)_4(VO_4)_2$

*Тараненко Е.А.*

*Яблочкова Н. В.*, доцент, к.х.н.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*lexus.taranenko@mail.ru*

Возросший в последние годы интерес к кальций-фосфатным материалам и, в частности, к апатитам кальция обусловлен их уникальными свойствами и широким спектром возможных и уже реализованных применений как в приборостроении (люминофоры, пьезоэлектрики, сорбенты для хроматографии), так и в медицине (пищевые добавки, материалы для имплантации, сорбенты тяжелых металлов и радионуклидов). Особое место среди материалов данного класса занимает гидроксипатит  $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ , который с некоторыми допущениями можно считать кристаллохимическим аналогом минеральной составляющей тканей скелета животных и людей и который в связи с этим успешно служит базовым компонентом синтетических материалов для ортопедии и стоматологии.

Уникальные свойства апатитоподобных соединений стали причиной детального изучения этих материалов. Однако более перспективным видится направление, в котором изучается область существования и свойства твердых растворов на их основе. Модификация апатита свинца редкоземельными элементами позволяет существенно расширить сферу его применения: при внедрении в структуру щелочных металлов он становится твердым электролитом с катионной проводимостью, редкоземельных элементов – люминофором.

Преимуществом систем с апатитом свинца, содержащих в составе ванадий, является существенно меньшая температура синтеза в сравнении с апатитами щелочноземельных элементов, что упрощает методику получения и способствует кристаллизации мелкодисперсных зерен. Таким образом, есть возможность получать пористые материалы.

Цель данной работы заключается в выборе условий синтеза твердых растворов состава  $Pb_{8-x}Ca_xNd_2(GeO_4)_4(VO_4)_2$ , (где  $x = 0 \div 5,0$ ), определении области гомогенности при замещении свинца кальцием и изучении электрофизических свойств.

В ходе проведения эксперимента использовались такие методы: рентгенофазовый анализ для контроля однофазности образцов и выявления возможных примесных фаз; измерение сопротивления, которое проводили для получения зависимости электрической проводимости от температуры.

В работе уточнены условия синтеза, определена область замещения свинца кальцием в германатованадате свинца со структурой апатита,

исследованы электрофизические свойства. Полученные результаты будут полезны специалистам в области материаловедения при создании новых неорганических материалов, проявляющих люминесцентные, каталитические свойства, твердых электролитов.

Для осуществления экспериментальных исследований был проведен синтез твердых растворов состава  $Pb_{8-x}Ca_xNd_2(GeO_4)_4(VO_4)_2$ , каждый образец был исследован на наличие возможных примесных фаз, были рассчитаны параметры гексагональной элементарной ячейки апатита и изучены электрофизические свойства некоторых составов.

Фазовый состав твердых растворов изучали методом РФА. Рентгенограммы снимали на дифрактометре ДРОН-3 с использованием  $CuK\alpha$ -излучения и Ni фильтра. Скорость движения счетчика составляла  $2^\circ$  в минуту ( $2\theta$ ). Параметры элементарной ячейки  $a$  и  $c$  решетки фазы апатита рассчитывали по рентгеновским данным, снятым с меньшей скоростью вращения счетчика –  $0,5-0,2^\circ/\text{мин.}$ , методом наименьших квадратов.

Измерение электрической проводимости проводили на измерителе параметров LCR (модель DE-5000). Сопротивление определяли на постоянном и переменном токе (100 Гц, 1 кГц, 10 кГц, 100 кГц) при повышении температуры от 300 до 700 °С с шагом 20 °С.

Методом рентгенофазового анализа было установлено, что фаза со структурой апатита начинает кристаллизоваться во всех образцах на втором этапе синтеза при 600 °С, однако количество ее при этой температуре еще незначительно. Достичь постоянства фазового состава удалось после прокаливания при температуре 800 °С в течение 28 ч. Однофазными со структурой апатита являются образцы составов, лежащих в области  $x$  от 0 до 1,0. В области составов при  $x > 1,0$  на рентгенограммах появляются пики фазы со структурой  $Pb_3(VO_4)_2$ , а при  $x = 4,0$ , закристаллизованной фазы со структурой апатита не наблюдается.

Параметры гексагональной элементарной ячейки уменьшаются с увеличением содержания кальция в гомогенной области, что согласуется с тем фактом, что ионный радиус кальция меньше, чем ионный радиус свинца.

Зависимость проводимости исследуемых образцов состава  $Pb_{8-x}Ca_xNd_2(GeO_4)_4(VO_4)_2$  от температуры подчиняется уравнению Аррениуса и спрямляется в координатах  $\lg \sigma - 1000/T$ , характер электропроводности при вхождении в структуру ионов кальция существенным образом не меняется.



## ЭВОЛЮЦИЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ И МАГНИТНОЙ СТРУКТУРЫ $\text{Ba}_2\text{FeMoO}_6$

*Турченко В.А.<sup>1,2</sup>, Каланда Н.А.<sup>3</sup>, Ковалев Л.В.<sup>3</sup>, Ярмолич М.В.<sup>3</sup>,  
Дорошкевич А.С.<sup>1,2</sup>, Линник Д.С.<sup>4</sup>*

<sup>1</sup>Лаборатория нейтронной физики им. И.М. Франка  
Объединенный институт ядерных исследований, г. Дубна

<sup>2</sup>Донецкий физико-технический институт, г. Донецк

<sup>3</sup>ГНПО «Научно-практический центр НАН Беларуси  
по материаловедению», г. Минск

<sup>4</sup>ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк  
*vitalja-turchenko@rambler.ru*

Двойные перовскиты  $\text{A}_2\text{BVB}'\text{O}_6$  (где  $\text{A} = \text{Sr}, \text{Ca}, \text{B}$ ;  $\text{B} = \text{Fe}, \text{Cr}$ ;  $\text{B}' = \text{Mo}, \text{W}, \text{Re}$ ) и твердые растворы на их основе привлекают интерес исследователей благодаря их уникальным физическим свойствам, таким как высокие значения температуры Кюри [1, 2] и полуметаллические свойства. Проявляемые ими магниторезистивные свойства туннельного типа проявляются данными материалами в слабых магнитных полях вблизи комнатной температуры [3], что позволяет рассматривать данные материалы как серьезную альтернативу уже достаточно хорошо изученных манганит-лантановых перовскитов. Управлять степенью спиновой поляризации носителей заряда двойных перовскитов возможно посредством изменения валентного состояния катионов  $\text{B}'$  и  $\text{B}''$  или их среднего ионного радиуса. В общем случае, катионы  $\text{B}'$  и  $\text{B}''$  могут статистически равномерно распределиться по всей подрешетке, однако, если их химическая природа сильно различается (например, между ними большая разница в зарядах или ионных радиусах), то возможно их упорядочение. В таком случае, кристаллическая структура данных материалов представляет собой упорядоченные в шахматном порядке кислородные октаэдры  $\text{B}'\text{O}_6$  и  $\text{B}''\text{O}_6$ , где  $\text{B}'$  и  $\text{B}''$  – катионы, отличных друг от друга химических элементов, т.е. в ближайшем окружении каждого кислородного октаэдра  $\text{B}'\text{O}_6$  находятся шесть  $\text{B}''\text{O}_6$  [4]. Соответственно, возрастание беспорядка структуры за счет варьирования соотношения катионов  $\text{B}'/\text{B}''$  может оказывать влияние на поляризационные свойства ферромагнитных полуметаллов [5]. Например, в случае  $\text{Fe}/\text{Mo} \leq 1$  степень поляризации носителей заряда [6] существенно уменьшается.

Методом нейтронного анализа была изучена эволюция кристаллической и магнитной структуры  $\text{Ba}_2\text{FeMoO}_6$  в широком интервале температур (от 10 до 500 К). Методом рентгеноструктурного анализа определена степень беспорядка (менее 10 %) в  $\text{B}'$  и  $\text{B}''$  – подрешетках. Высокое разрешение

нейтронного дифрактометра позволило проанализировать микроструктуру образца твердого раствора  $\text{Ba}_2\text{FeMoO}_6$  от температуры и определить характерные размеры когерентно рассеивающих блоков и микродеформаций в кристаллитах.

*Работа была поддержана программой научного сотрудничества ОИЯИ - Румынии (04-4-1121-2015/2017).*

### Список литературы

1. Galasso F S // *J.Chem. Phys.* 1966. **44** 1672
- 2 Kobayashi K-I, Kimura T, Sawada H, Terakura K and Tokura Y 1998 *Nature (London)* **395** 677
- 3 Sleight A.W., Weiher J.F. // *J. Phys. Chem. Solid.* 1972. **V. 33**. P. 679.
- 4 Longo J. M., Ward R. // *J. Am. Chem. Soc.* 1961. **V.83**. P.1088.
- 5 Nganba Meetei O., Erten Onur, Mukherjee Anamitra, et al. // *Phys. Rev. B.* 2013. **V. 87**. P. 165104.
- 6 Erten O., Nganba M.O., Mukherjee A., et al. // *Phys. Rev. B.* 2013. **V. 87**. P. 165105.

УДК 548.3

## ИССЛЕДОВАНИЕ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ И МАГНИТНОЙ СТРУКТУРЫ $\text{BaFe}_{12-x}\text{Ga}_x\text{O}_{19}$ ( $X=0.1-1.2$ ) МЕТОДОМ НЕЙТРОННОЙ ДИФРАКЦИИ

*Турченко В. А.<sup>1,2</sup>, Труханов А. В.<sup>3,4</sup>, Труханов С. В.<sup>3</sup>, Сумников С.В.<sup>1</sup>,  
Дорошкевич А.С.<sup>1,2</sup>, Линник Д.С.<sup>5</sup>*

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

<sup>2</sup> Донецкий физико-технический институт, г. Киев, Украина

<sup>3</sup> ГНПО «Научно-практический центр НАН Беларуси  
по материаловедению», г. Минск, РБ

<sup>4</sup> Национальный исследовательский технологический университет  
МИСИС, г. Москва, РФ

<sup>5</sup> ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк  
*turchenko@jinr.ru*

Ферриты бария и твердые растворы на их основе имеют химический состав близкий к магнетоплюмбиту  $\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$  и, как правило, сохраняют его гексагональную кристаллическую структуру [1, 2], с большой константой кристаллографической анизотропии, что обеспечивает их высокую коэрцитивную силу. Гексаферриты бария являются ферримагнетиками, со сравнительно малой индукцией насыщения, а их магнитная структура хорошо описывается моделью, предложенной Гортеном [3]. Проявляемые данными материалами сегнетоэлектрическая поляризация [4, 5] позволяет

рассматривать данные материалы как перспективные мультиферроики. В частности, величина сегнетоэлектрической поляризации гексаферритов бария может достигать значения  $11.8 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ , что в два раза выше наблюдаемой в мультиферроике  $\text{BiFeO}_3$  ( $\sim 6.1 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ ) [6]. Однако, сама причина возникновения сегнетоэлектрической поляризации в бариевых ферритах остается дискуссионной.

Цель данной работы – установление закономерностей влияния частичного замещения ионов железа диамагнитными ионами на особенности кристаллической и магнитной структуры бариевых ферритов. Особенностью данной работы является применение метода нейтронной дифракции на Фурье дифрактометре высокого разрешения (ФДВР), что позволило получить сведения как о кристаллической и магнитной структурах, так и о микроструктуре исследованных образцов.

Поликристаллические образцы  $\text{BaFe}_{12-x}\text{Ga}_x\text{O}_{19}$  ( $x = 0.1 - 1.2$ ) были получены методом твердофазного синтеза при  $1200^\circ\text{C}$  (6 ч) и спекании при  $1300^\circ\text{C}$  (6 ч). Согласно экспериментальным данным все исследованные образцы – однофазные с гексагональной элементарной ячейкой. Рост концентрации диамагнитных ионов приводит к уменьшению удельной намагниченности и значений температуры Кюри, что подтверждает замещение магнитоактивных ионов железа диамагнитными. Установлено влияние диамагнитного замещения на величины магнитных моментов подрешеток железа. Определена зависимость микроскопических деформаций кристаллитов  $\text{BaFe}_{12-x}\text{Ga}_x\text{O}_{19}$  ( $x = 0.1 - 1.2$ ) от концентрации диамагнитных ионов.

### Список литературы

1. Adelskold V. Avk. Miner. A. 12, 1, (1938.)
2. Yakubovich O.V., Kadomtseva A.M., Vorob'ev G.P. et al. Crystallography Reports. 44, 554, (1999).
3. E.W. Gorter. Proc. IEEE Suppl. B 104, 225, (1957).
4. Guolong Tann, Xiuna Chen / Structure and multiferroic properties of barium hexaferrite ceramics // Journal of Magnetism and Magnetic Materials. 2013. 327. P. 87.
5. Xiuna Chen, Guolong Tan // J. Magn. Magn. Mater. 2013. V. 327. P. 87.
6. J.C. Faloh, S.D. Castanon, N.S. Almodovar, JMMM. 2000. 222. P.271.

## ОСОБЕННОСТИ СИНТЕЗА ДЕКАВОЛЬФРАМАТОВ В ВОДНОЙ И ВОДНО-ОРГАНИЧЕСКОЙ СРЕДЕ

*Тыць В.В.,*

*Белоусова Е.Е.*, к.х.н., доцент

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

В связи с тем, что вопрос синтеза декавольфраматов в водных растворах до сих пор остается дискуссионным, а в литературе достаточно обширно представлены получаемые в органической среде декавольфраматы с органическим катионом, то представляет определенный интерес синтезировать такие соли в водных растворах, а с неорганическим катионом – в водно-диметилформаамидной среде. Для этого использовали свежеприготовленные подкисленные до кислотности 1,60 (рН 3,50 - 2,90) растворы вольфрамата натрия с концентрацией 0,1 и 0,2 М при эквивалентном и двукратном избытке катиона тетраэтиламмония  $(C_2H_5)_4N^+$  и 2,4,6-триметилпиридиния  $C_8H_{11}NH^+$ .

Результаты химического анализа с привлечением методов ИКС и термогравиметрии полученных кристаллических осадков указывают на образование соединений с валовым составом компонентов, характерных для декавольфраматов:  $[N(C_2H_5)_4]_4W_{10}O_{32} \cdot 17H_2O$  и  $(C_8H_{11}NH)_4W_{10}O_{32} \cdot 16H_2O$ . ИК-спектры водных гидратов, содержащие характеристичные для декавольфрамат-аниона полосы поглощения в области  $400-1000\text{см}^{-1}$ , аналогичны ИК-спектру  $[(C_4H_9)_3NH]_4W_{10}O_{32} \cdot 5C_3H_7ON$ , синтезированного в водно-диметилформаамидной среде, а данные рентгенофазового анализа подтверждают их кристаллическую структуру. Это дает основание считать образование в водных средах при концентрации  $WO_4^{2-}$  0,1 – 0,2 моль/л декавольфрамат-аниона, существование которого подвергается сомнению.

В изомолярной серии с гольмием (III) при  $C=0,2$  моль/л осаждается рентгеноаморфный порошок декавольфрамата состава  $(HoOH)_2W_{10}O_{32} \cdot 24H_2O$ , а из его фильтрата кристаллизуется нового состава – ундекавольфрамат  $Ho_2[H_2W_{11}O_{37}] \cdot 18H_2O$ , образование которого наблюдается в водно-диметилформаамидной среде. Методом рентгеноструктурного анализа исследовано его строение и предложена структурная формула.

Термоаналитические исследования показали, что устойчивость дека- и ундекавольфрамат-аниона сохраняется до температуры  $200^{\circ}\text{C}$ , а разложение солей происходит в интервале  $250-500^{\circ}\text{C}$ . Предложена схема их термолиза.

**СИНТЕЗ, КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА  
И ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ  
 $Pb_{(4-x)}Ca_4Na_2Ho_x(PO_4)_6O_{(x/2)}$**

*Уточкин Д.М, Жегайло А.О.*

*Игнатов А.В.*, к.х.н., доцент

ГОУВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*inorg.chem@yandex.ru*

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

Перспективными для данных исследований являются твердые растворы на основе апатитов, которые имеют важное практическое применение в качестве люминофоров, неорганических пигментов, полупроводников, ионообменников, катализаторов, газовых сенсоров, сорбентов тяжелых металлов и радионуклидов.

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

К настоящему времени уже изучено замещение свинца редкоземельными элементами в структуре двойного фосфата свинца натрия и исследованы электрофизические свойства твердых растворов состава  $Pb_{(8-x)}Na_2Ln_x(PO_4)_6O_{(x/2)}$ . Целью данной работы является изучение замещения свинца гольмием в модифицированной кальцием структуре  $Pb_4Ca_4Na_2(PO_4)_6$ , а также исследование электрофизических свойств образующихся твердых растворов.

Синтез образцов состава  $Pb_{(4-x)}Ca_4Na_2Ho_x(PO_4)_6O_{(x/2)}$  осуществлялся «полукерамическим» способом с химической гомогенизацией стехиометрических количеств исходных веществ в водном растворе. После постепенного выпаривания растворителя полученный твердый остаток подвергали термической обработке при температуре 800 °С до достижения

постоянства фазового состава. Суммарное время прокаливания при температуре синтеза составило 36 часов.

Исследование полученных образцов проводилось методами рентгенофазового анализа и рентгеноструктурного анализа порошка (ДРОН-3М дифрактометр,  $\text{CuK}_\alpha$ -излучение, фильтр-Ni), сканирующей электронной микроскопии (электронный микроскоп JSM-6490LV с применением рентгеновского энергодисперсионного спектрометра INCA Penta FETx3 (OXFORD Instruments). Полнопрофильный анализ однофазных твердых растворов проводили с помощью программы FULLPROF.2k с графическим интерфейсом WinPLOTR.

Методом рентгенофазового анализа установлен предел замещения свинца гольмием в структуре  $\text{Pb}_4\text{Ca}_4\text{Na}_2(\text{PO}_4)_6$ , что подтверждается изменением параметров элементарной ячейки. Методом рентгеноструктурного анализа порошка установлено распределение ионов гольмия в катионных позициях структуры апатита и показано влияние степени замещения на изменение межатомных расстояний в кристаллической структуре. Об образовании однофазных твердых растворов свидетельствуют также данные исследования методом сканирующей электронной микроскопии, согласно которым полученные образцы являются мелкодисперсными, а все химические элементы равномерно распределены по поверхности образца.

Для определения удельной проводимости синтезированных твердых растворов порошки прессовались в таблетки диаметром 0.8 см под давлением 120 МПа и спекались при 800 °С на протяжении 50 часов. Измерение проводили на измерителе LCR DE-5000 при переменном токе в диапазоне частот от 100 Гц до 100 кГц, в качестве электродов использовали серебро. Определено изменение удельной проводимости твердых растворов при различных температурах от состава и рассчитана энергия активации проводимости для образца каждого состава.

**МОРФОТРОПНЫЙ ПЕРЕХОД В СИСТЕМАХ  $\text{Nd}_{5-x}\text{Ln}_x\text{Mo}_3\text{O}_{16+\Delta}$** **Чебышев К. А.****Гетьман Е. И.**, д.х.н., профессор

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*Chebyshev.konst@mail.ru*

Молибдаты редкоземельных элементов являются перспективными материалами благодаря широкому спектру функциональных свойств. Так, эти соединения находят свое применение как ионные проводники, катализаторы, люминофоры и др. Исследование молибдатов с высокой проводимостью по ионам кислорода резко возросло после открытия свойств суперионика  $\text{La}_2\text{Mo}_2\text{O}_9$ . Тем не менее, поиски эффективных твердых электролитов в системах  $\text{Ln}_2\text{O}_3 - \text{MoO}_3$  продолжаются ввиду благоприятных факторов для миграции ионов, свойственных этим соединениям: большие ионные радиусы катионов  $\text{Ln}^{+3}$ , высокое соотношение  $\text{O} : \text{Me}$ , возможность образования дефектных структур.

В молибдатах РЗЭ наиболее крупными частицами, кладка которых определяет общий мотив структуры являются ионы редкоземельных металлов. Так ионы  $\text{Ln}^{+3}$  и  $\text{Mo}^{+6}$  склонны к образованию плотнейшей кубической упаковки, в пустотах которой располагаются ионы кислорода подобно структуре флюорита. Вследствие этого многие молибдаты РЗЭ имеют схожие кристаллические решетки, производные от этой структуры.

В соединениях  $\text{Ln}_5\text{Mo}_3\text{O}_{16+\delta}$  с кубической флюоритоподобной ( $a = 2a_f$ ) структурой высокая ионная проводимость по кислороду была обнаружена и исследована в работе [1] для  $\text{Ln} = \text{La}, \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Sm}, \text{Gd}$ , которые сначала были получены в восстановительных условиях, а после окислены. Выяснено, что восстановленные составы обладают высокой электронной составляющей проводимости, а окисленные – практически полностью ионной. Предложенный механизм объясняет высокую ионную проводимость окисленных составов миграцией сверхстехиометрического, по отношению к флюориту, кислорода по октаэдрическим пустотам флюоритоподобной структуры. Однако при более тщательном изучении кристаллической структуры были описаны три различных вида октаэдрических позиций, в которых может располагаться сверхстехиометрический кислород.

Указанные молибдаты могут быть получены прокаливанием исходных оксидов РЗЭ на воздухе только для неодима и празеодима. Для других редкоземельных элементов образование кубической структуры состава  $\text{Ln}_5\text{Mo}_3\text{O}_{16+\delta}$  не характерно. Молибдаты более тяжелых РЗЭ в окислительных условиях кристаллизуются в моноклинной сингонии с пространственной группой  $C2/c$ , характерной для соединений  $\text{Ln}_2\text{MoO}_6$ . Катионный остов структуры принадлежит флюоритовому типу. Сравнительно сложный способ

чередования разнородных катионов  $\text{Ln}^{+3}$  и  $\text{Mo}^{+6}$  отражается в связи элементарных ячеек этих соединений и флюорита[2]:

$$a=3a_f - c_f, b = 2b_f, c = c_f.$$

Для молибдатов неодима состава  $\text{Nd}_2\text{MoO}_6$  характерно образование структур с моноклинной и тетрагональной сингонией, также являющихся производными флюоритного типа посредством трансляции. Катионы  $\text{Nd}^{+3}$   $\text{Mo}^{+6}$  в структуре двух модификаций  $\text{Nd}_2\text{MoO}_6$  соответствуют местам атомов Ca в  $\text{CaF}_2$ . Однако положения анионов  $\text{O}^{2-}$  не соответствуют местам  $\text{F}^-$  в  $\text{CaF}_2$  а смещены относительно своих положений в идеальном флюорите.

Ввиду наличия интересных функциональных свойств различных модификаций молибдатов РЗЭ близкого состава представляется необходимым выяснить фазовые соотношения в морфотропных рядах этих оксомолибдатов.

Системы  $\text{Nd}_{5-x}\text{Ln}_x\text{Mo}_3\text{O}_{16+\delta}$  были получены твердофазным способом из оксидов соответствующих металлов на воздухе. Шихту прокаливали при  $500^\circ\text{C}$  для связывания оксида молибдена. Далее температуру повышали ступенчато, контролируя фазовый состав методом РФА. Конечная температура синтеза составляла  $1050^\circ\text{C}$ , постоянство фазового состава достигается в течение 20 ч.

Полученные образцы исследованы методами рентгенофазового анализа, сканирующей электронной микроскопии, инфракрасной спектроскопии.

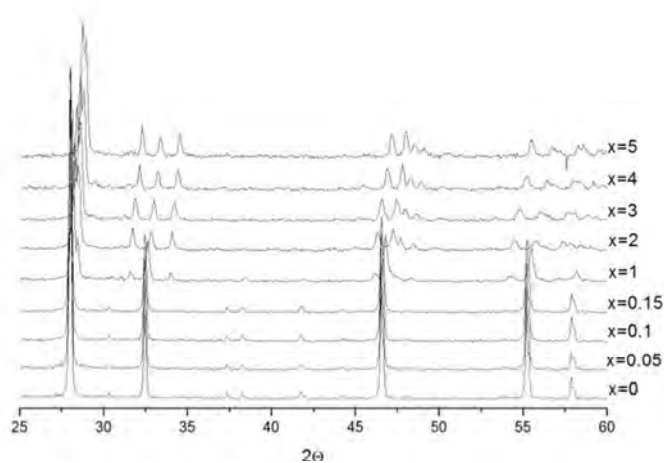


Рис. 1. Дифрактограммы системы  $\text{Nd}_{5-x}\text{Dy}_x\text{Mo}_3\text{O}_{16+\delta}$ , для образцов, прокаленных при  $1050^\circ\text{C}$  20ч.

Методом рентгенофазового анализа установлено, что в системах  $\text{Nd}_{5-x}\text{Ln}_x\text{Mo}_3\text{O}_{16+\delta}$ , где  $\text{Ln} = \text{Sm} - \text{Lu}$  существует однофазная область твердых растворов на основе кубической структуры и однофазная область на основе моноклинной структуры  $\text{Ln}_2\text{MoO}_6$ . С увеличением температуры синтеза область существования кубической фазы увеличивается. Между ними находится двухфазная область практически

одинаковой протяженности для всех РЗЭ, в которой сосуществуют фазы с кубической и моноклинной структурами (рис.1.).

Параметры ячейки как кубической, так и моноклинной фаз в двухфазной области продолжают изменяться. Учитывая происхождение этих соединений от одного структурного типа и линейное изменение формульного объема от состава можно описать такое изменение структуры как морфотропный фазовый переход.



Зависимость предела однофазной области кубической фазы от размера иона входящего в структуру редкоземельного элемента снижается немонотонно (рис. 2.). На данной зависимости можно выделить два

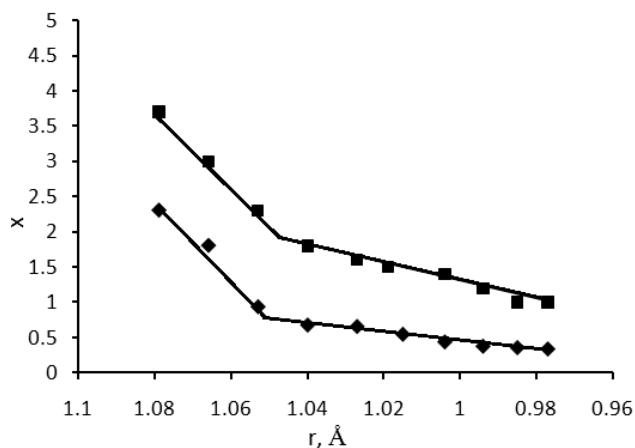


Рис. 2. Зависимость пределов областей существования кубической (♦) и моноклинной (■) фаз для образцов, прокаленных при 1050°C.

прямолинейных участка для элементов цериевой и иттриевой подгрупп с перегибом на гадолинии – эффект «гадолиниевого излома». Это свидетельствует о влиянии на формирование данных молибдатов не только размерного фактора.

С увеличением содержания замещающего лантаноида температура морфотропного фазового перехода увеличивается. Также эта температура повышается с увеличением разницы ионных радиусов неодима и редкоземельного элемента при равной степени замещения.

#### Список литературы:

1. Tsai M. Oxide Ion Conductivity in  $\text{Ln}_5\text{Mo}_3\text{O}_{16-x}$  ( $\text{Ln} = \text{La}, \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Sm}, \text{Gd}; x \sim 0.5$ ) with a Fluorite-Related Structure./ Tsai M., Greenblatt M., McCarroll W. // Chem. Mater. – 1989. – V. 1 (2). – P. 253–259.
2. Соединения редкоземельных элементов. Молибдаты, вольфраматы. / Евдокимов А., Ефремов В., Трунов В., Джурицкий Б. // М.: Наука. – 1991. – 267 с.

УДК 678.01

## ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА ЭПОКСИДНО-ГРАФИТОВЫХ КОМПОЗИТОВ

*Атаманова А.А.*

*Лыга Р.И.*, к.х.н.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*annaatamanova@yandex.ua*

Эпоксидные смолы являются важными материалами в полимерной инженерии. Содержащиеся в них эпоксидные группы обрабатывают отверждающими агентами. На их основе получают универсальные материалы, которые широко используются во многих областях благодаря хорошим механическим свойствам, отличной химической стойкости, хорошей электрической изоляции и адгезионным свойствам.

В последние десятилетия полимерные композиты, содержащие углеродные наполнители, привлекают особое внимание вследствие хороших тепловых свойств, способности к электромагнитной защите, а также возможности использования получения топливных элементов и датчиков на их основе. Анализ литературных данных показал, что терморасширенный графит (ТРГ) является перспективным наполнителем для получения материалов с улучшенной электропроводностью и механическими свойствами. Поэтому целью данной работы было получение эпоксидно-графитовых композиционных материалов аминного отверждения с использованием терморасширенного графита и оценка их свойств.

Эпоксидный полимер и полимерную матрицу композитов получали на основе циклоалифатической эпоксидной смолы EPONEX 1510, аминного отвердителя ANCAMINE 2579 и терморасширенного графита марки ГТ-1. Смешивание компонентов обеспечивали диспергированием ультразвуком, содержание графитового наполнителя составляло 1-8 масс. % по отношению к массе смолы.

Полученные пленочные образцы аминного отверждения, содержащие ТРГ от 1 до 8 масс. % по отношению к массе смолы, находятся в стеклообразном состоянии при комнатной температуре: температура стеклования немодифицированного полимера и графитовых композитов составляет 41 – 66 °С.

Установлено, что введение терморасширенного графита в качестве наполнителя полимера оказывает пластифицирующее действие на эпоксидную полимерную матрицу аминного отверждения. Так, снижаются температура стеклования и температура высокоэластичности композитов. При повышении содержания наполнителя в системе данное влияние на

густоту сшивания композитов усиливается. Для сравнения в качестве наполнителя также была использована сажа (1 масс. %). Однако при указанном содержании она еще более снизила показатели, характеризующие качество полимерной матрицы композиционных материалов.

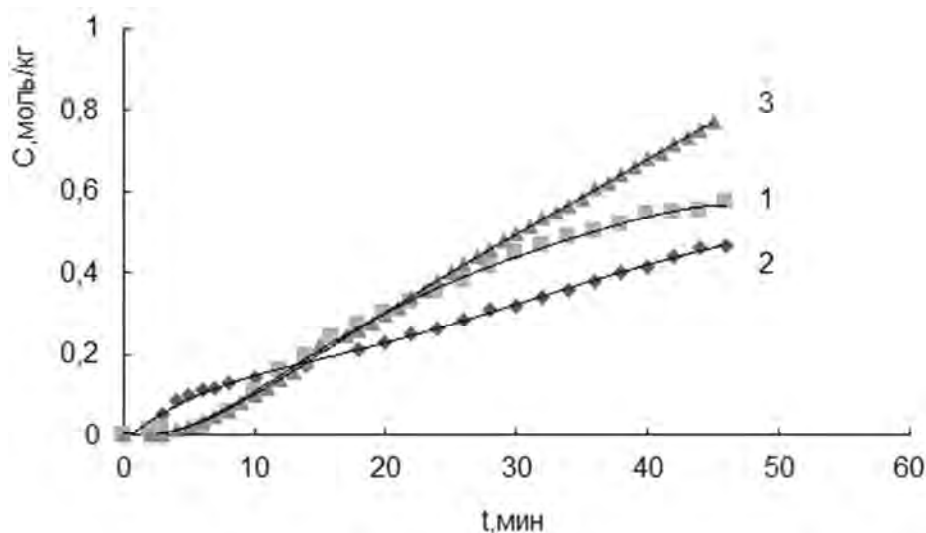
Дериватографическим методом установлено, что введение графитового наполнителя несколько повышает температуры, характеризующие устойчивость полимерных образцов к действию неизотермических условий при доступе кислорода воздуха (табл. 1).

Таблица 1

Параметры дериватографического анализа (температуры 5 %-ной ( $T_5$ ), 10 %-ной ( $T_{10}$ ), 50 %-ной ( $T_{50}$ ) потери массы, окончания основной стадии деструкции ( $T_{кон}$ ) и максимальной скорости деструкции ( $T_{max}$ ) эпоксидного полимера и композитов

Наполнитель	Содержание наполнителя, масс. %	$T_5, ^\circ\text{C}$	$T_{10}, ^\circ\text{C}$	$T_{50}, ^\circ\text{C}$	$T_{кон}, ^\circ\text{C}$	$T_{max}, ^\circ\text{C}$
–	0	153	188	292	366	294
ТРГ	1	155	201	306	357	283
сажа	1	156	205	326	342	288

Газоволюмометрическим методом изучена устойчивость полученных пленочных образцов композитов к высокотемпературному окислению кислородом. Использование графитового наполнителя снижает скорость развившегося процесса окисления образцов (рис. 1).



Содержание наполнителя: 1 – 0; 2 – 1 масс. % ТРГ; 3 – 1 масс. % сажи  
 Рис. 1. Кинетические кривые поглощения кислорода плёночными образцами эпоксидного полимера и композитов

При этом композит, содержащий терморасширенный графит, проявляет большую устойчивость к высокотемпературному окислению по сравнению с сажей.

## СТРУКТУРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИТРИНИЗИРОВАННЫХ УГЛЕЙ ДОНБАССА РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНИ УГЛЕФИКАЦИИ

*Вишневский В. Ю.*

*Гришук С. В., Бойко З. В., Осипов А. М.*, к. х. н, доцент  
Государственное учреждение «Институт физико-органической химии  
и углехимии им. Л.М. Литвиненко», г. Донецк  
*sgrishchuk@yandex.ru*

Структура органической массы угля (ОМУ) может быть представлена двумя различными, но взаимосвязанными «фазами». Основная часть ОМУ (не менее 80 %) образована сшитой в трех направлениях сеткой («угольная матрица»). Размеры макромолекулярных цепей, образующих сетку, варьируют в пределах 400 – 4000 усл. ед. массы между поперечными сшивками (связями). Цепи состоят главным образом из полициклических ароматических, гидроароматических и гетероциклических «кластеров», соединенных между собой эфирными, метиленовыми и сульфидными группами. Для ОМУ вместо термина *мономер* предложен термин *структурная единица* (СЕ) с массой 200 – 600 усл. ед. СЕ воспроизводит среднестатистический состав и некоторые структурные параметры угольной матрицы.

При деструкции угля в мягких условиях можно получить малоизмененные СЕ угля, растворимые в некоторых растворителях. Они представляют собой сложные молекулярные смеси. Следовательно, химические формулы неприменимы для характеристики СЕ в различных углях. Для такой характеристики Д. В. Ван Кревелен [1] предложил следующие структурные параметры: 1) ароматичность углерода ( $f_a$ ); 2) ароматичность водорода; 3) размеры ароматической группы; 4) среднее число ароматических колец. Сложность строения углей требует при их исследовании сочетания физических, физико-химических и химических методов. К настоящему времени наибольшее количество информации получено с помощью ИК- и ЯМР-спектроскопии.

Метод ИК-спектроскопии позволяет установить тип и содержание атомных группировок, степень и характер замещения ароматического водорода, природу химической связи. Для количественных исследований предложено использовать области спектра: 910 – 650  $\text{см}^{-1}$  для определения ароматических СН-групп; полоса при 1380  $\text{см}^{-1}$  для метильных групп; полоса около 1600  $\text{см}^{-1}$  для карбонильных (хиноидных) групп; полоса при 1750  $\text{см}^{-1}$  для определения ОН-групп комбинированным спектрально-химическим методом.

Широкое применение в углехимии нашел метод ПМР высокого разрешения (в. р.) для растворов. В большинстве случаев для угольных продуктов наблюдается семь пиков с центрами сигналов от 0,8 (протоны СН<sub>3</sub>-групп в  $\gamma$ -положениях к ароматическому ядру) до 8,0 м. д. (ароматические и фенольные протоны) по шкале  $\delta$ . Характерная особенность спектров – уширение сигналов от всех

групп протонов и часто несимметричность полос. Количественные расчеты основаны на определении отношения площадей под отдельными пиками к общей площади спектра. Этим устанавливается распределение водорода по различным типам связи. Из тех же данных ПМР в. р. предложено определять среднюю длину алифатической углеродной цепи ( $l$ ). Можно рассчитать также массу средней ароматической молекулы [2]. Важнейшими характеристиками молекулярной структуры ОМУ являются доля углерода в ароматических ядрах, степень замещения в них ( $\sigma$ ) и размер конденсированной системы (число ароматических колец, по величине  $N_{\text{арг}}/C_{\text{ар}}$ ).

Для получения из ископаемого угля растворимых продуктов выбрана «мягкая» гидрогенизация. Исследованы угли Донбасса с содержанием витринита 85 – 95 мас. %: длиннопламенный (Д, пласт  $l_4$ ), газовый (Г,  $m_3$ ), жирный (Ж,  $l_2$ ), коксовый (К,  $k_8$ ), отощенный спекающийся (ОС,  $l_4$ ), тощий (Т,  $l_4$ ). Данные анализа представлены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристики исходных углей Донбасса

Марка Угля	Технический анализ, %			Элементный анализ, %				
	W <sup>a</sup>	A <sup>c</sup>	V <sup>r</sup>	C <sup>r</sup>	H <sup>r</sup>	S <sup>r</sup>	N <sup>r</sup>	O <sup>r</sup>
Д	5,4	0,8	31,2	79,2	4,4	1,2	1,6	13,6
Г	1,1	3,5	34,6	83,5	5,2	3,4	1,8	6,1
Ж	0,8	15,3	25,7	85,8	4,8	4,1	1,6	3,7
К	0,7	1,5	20,6	88,8	4,3	2,0	1,7	3,3
ОС	0,5	1,6	13,9	88,5	4,6	2,1	1,9	3,0
Т	1,2	2,8	4,9	89,6	3,8	1,0	1,6	3,9

Примечание. Содержание кислорода определено по разности.

Катализатор  $\text{SnCl}_2$  в количестве 1 мас. % металла на ОМУ наносился на уголь методом пропитки из водного раствора. Гидрирование высушенного угля проводили без растворителя во вращающемся автоклаве объемом 0,6 л при начальном давлении  $\text{H}_2$  10,0 МПа, режимной температуре 340 – 380 °С в течение 4 – 6,5 ч. Во всех опытах продуктами процесса были расплавленная твердая (при комнатной температуре) масса, газ и вода. В  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  растворяется более 60 мас. % (меньше для ОС и Т) гидрогенизата. Поэтому можно считать, что полученные экстракты отражают молекулярный состав гидрогенизатов и, с поправками на термическую деструкцию, всего исходного угля.

Спектры ПМР 15 – 25 %-ных растворов гидрогенизатов в  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  регистрировались на радиоспектрометре Tesla BS-467, 60 МГц (рис., табл. 2). ИК-спектры смесей сухих экстрактов с  $\text{KBr}$  (таблетки) получены на двухлучевом спектрофотометре в области 600 – 4000  $\text{cm}^{-1}$ . Распределение Н и С по различным группам и типам связей рассчитывалось по известным формулам. Найдено, что отношение  $N_{\text{арг}}/C_{\text{ар}}$  сохраняется почти постоянным. Его величина показывает, что число колец в ароматической периконденсированной системе колеблется от 4 – 5 до 6 – 7 (для угля ОС).

Таблица 2

Распределение водорода в гидрогенизатах по данным ПМР

Марка угля	Элементный состав, %			ПМР, распределение водорода, доли					
	С	Н	О	а	б	в	г + д	е	ж
Д	83,1	7,17	6,8	0,23	0,17	0,10	0,34	0,10	0,06
Г	86,8	7,18	3,5	0,27	0,15	0,09	0,32	0,12	0,05
Ж	86,5	7,07	3,5	0,29	0,17	0,09	0,27	0,12	0,06
К	89,1	6,55	2,3	0,32	0,18	0,09	0,26	0,09	0,06
ОС	87,7	6,79	3,2	0,18	0,14	0,07	0,43	0,13	0,04
Т	87,3	6,45	3,8	0,26	0,21	0,23	0,18	0,10	0,02

Примечание. а – для полосы 6,9 – 7,3; б – 2,4 – 2,8; в – 2,1 – 2,3; г – 1,6 – 1,8; д – 1,2 – 1,3; е – 0,8 – 1,0; ж – 2,9 – 4,5 (м. д., по шкале  $\delta$ ).

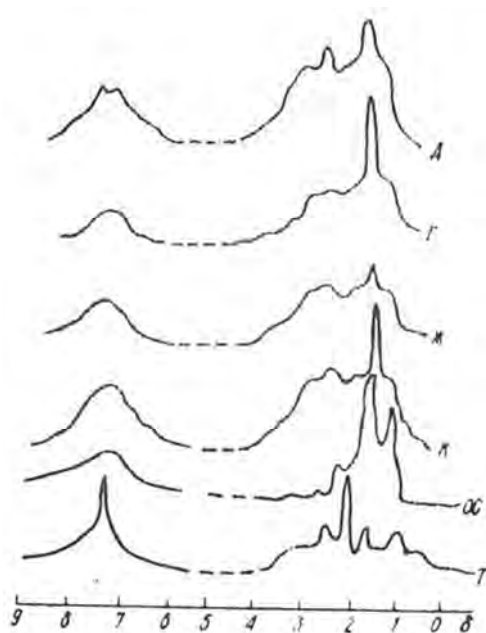


Рис. Спектры ПМР растворов гидрогенизатов углей Донбасса в хлористом метиле (буквами обозначены марки углей)

Средняя длина алифатической цепи составляет 3 углеродных атома для всех углей. В среднем замещено около половины доступных мест в ароматической системе. Состав всех алифатических групп равен  $\text{CH}_{2,0}$ , групп в  $\alpha$ -положении –  $\text{CH}_{1,85}$ , а отстоящих дальше –  $\text{CH}_{2,2}$ . По-видимому, разветвление алифатических цепей происходит преимущественно в  $\alpha$ -положениях к ароматической системе. Молекулярные массы ароматических структурных единиц гидрогенизатов углей Д, Г, Ж, К и Т находятся в пределах 360 – 400 усл. ед., а угля ОС – 640 усл. ед.

Таким образом, результаты изучения молекулярной структуры гидрогенизатов углей Донбасса позволяют создать представление об ароматических структурных единицах этих гидрогенизатов: их размерах, типе, числе и

месте присоединения различных структурных групп.

### Список литературы

1. Ван-Кревелен Д. В. Наука об угле / Д. В. Ван-Кревелен, Ж. Шуер. – М. : Госгортехиздат, 1960. – 303 с.
2. Осипов А. М. Исследование молекулярной структуры углей методами ИК- и ЯМР-спектроскопии / А. М. Осипов // Физико-химические свойства угля : Сб. науч. тр. – К. : Наук. думка, 1982. – С. 85–143.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ЖИДКО-КЛАСТЕРНОГО СОСТОЯНИЯ 3-МЕТИЛ-4-НИТРОПИРИДИН-1-ОКСИДА

*Греднев Д.С.*

*Александров В.Д.*, д.х.н., проф., *Щебетовская Н.В.*, к.х.н.

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства  
и архитектуры», г. Макеевка  
*nvs\_phyz@mail.ru*

В литературе большое внимание уделяется кластерному строению расплавов вблизи температуры плавления, однако практически отсутствуют исследования границ существования кристаллоподобных кластеров. Такими границами могут служить перегревы расплавов. Перегрев расплава  $\Delta T_L^+$  относительно температуры плавления  $T_L$  является важнейшей характеристикой, влияющей на процесс кристаллизации, т.к. от величины перегрева зависит предкристаллизационное переохлаждение  $\Delta T^-$ , следовательно, и характер кристаллизации. А от типа кристаллизации зависят структура и свойства полученных кристаллов.

В данной работе методом циклического термического анализа (ЦТА) проведены исследования по влиянию перегрева расплава  $\Delta T_L^+$  на переохлаждение  $\Delta T^-$  и, определены границы жидко-кластерного состояния на одном из представителей жидких кристаллов 3-метил-4-нитропиридин-1-оксиде (рис. 1).

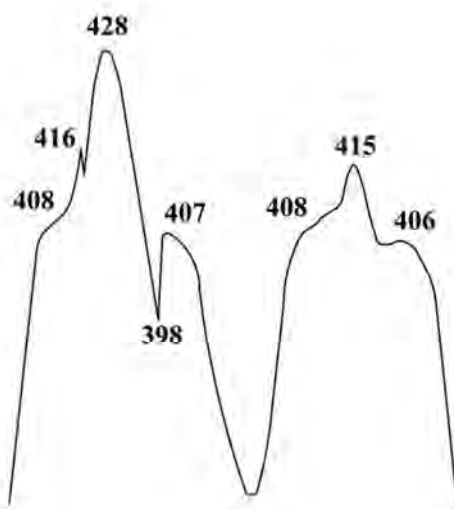


Рис. 1. Термоциклы нагревания и охлаждения 3-метил-4-нитропиридин-1-оксида.

Суть этого метода заключается в непрерывном термоциклировании объектов в заданном температурном интервале с сохранением нижней границы циклов и последовательном изменении верхней границы цикла

выше (либо ниже) предыдущего. Исследуемые образцы были массой 0.2 г, кристаллизующиеся в нормальных условиях.

В результате проведенных исследований:

- обнаружен быстрый переход от квазиравновесной кристаллизации (*EC*) с практическим отсутствием переохлаждения к неравновесно-взрывной (*NEC*), со значительным переохлаждением.

- установлено, что этот эффект связан с определённым критическим прогревом жидкой фазы до температуры  $T$ . Видно, что при нагревании фиксируется два тепловых эффекта: один при  $T_L \approx 408$  К, а второй при  $T \approx 416$  К. При охлаждении от температуры выше  $T$  наблюдается кристаллизация типа *NEC* с переохлаждением  $\sim 9-10$  К, а при охлаждении от температуры 415 К – *EC* с незначительным переохлаждением  $\sim 2$  К.

- средние переохлаждения  $\langle \Delta T_{st}^- \rangle$  не зависят от дальнейшего увеличения прогрева расплава выше температуры  $T_C^+$ .

Таким образом, критические температуры  $T$  характеризуют верхнюю границу, а температуры плавления  $T_L$  нижнюю границу жидко-кластерного состояния. Данный эффект трактуется с точки зрения кластерно-коагуляционной модели кристаллизации [1], согласно которой в слабо прогретом расплаве вблизи температуры плавления (т.е. в области мезофазы) сохраняются кристаллоподобные кластеры. При охлаждении такой жидкости кристаллизация носит квазиравновесный характер с практическим отсутствием переохлаждения. При большем прогреве эти кластеры окончательно разрушаются. В процессе охлаждения от изотропной жидкости идет обратный процесс налаживания утраченных связей за определенный инкубационный период. Достигнув некоторой предельной концентрации кластеров, последние коагулируют, вызывая стартовую быструю кристаллизацию из переохлажденного состояния.

#### Список литературы:

1. Александров В.Д. Кинетика зародышеобразования и массовой кристаллизации переохлажденных жидкостей и аморфных сред, Донецк, Донбасс (2011), с. 580.



## АНАЛИЗ ДИАГРАММЫ СОСТОЯНИЯ О-ТЕРФЕНИЛ-ДИФЕНИЛ

*Гуров А.Г.*

*Покинтелица Е.А.*

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства  
и архитектуры», г. Макеевка  
*lnk0013@gmail.com*

Терфенилы и их смеси используются в основном в качестве сцинтиляторов, люминофоров, фоторезисторов, сенсibilизаторов и др. Бинарные смеси терфенилов изучают на основе диаграмм состояния. Однако, в литературе по ним имеются противоречивые сведения [1]. В качестве примера на рис. 1 и 2 показана диаграмма состояния о-терфенил-дифенил. Видно, что в первом случае это диаграмма с ограниченной растворимостью, а во втором - диаграмма эвтектического типа без взаимной растворимости компонентов.

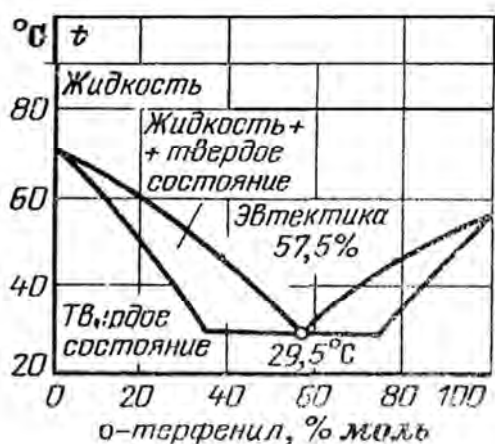


Рис. 1. Диаграмма состояния дифенил-о-терфенил с ограниченной растворимостью компонентов друг в друге.

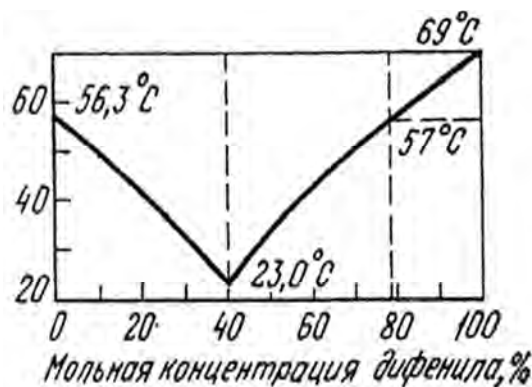


Рис. 2. Диаграмма состояния о-терфенил-дифенил эвтектического типа без взаимной растворимости компонентов.

Целью данной работы являлось уточнение диаграммы состояния методом термического термографирования, а так же ее анализ.

Согласно нашим исследованиям, эвтектическая температура составляет 29.76 °C (302.76 К), а состав эвтектики: 60 моль% о-терфенила-40 моль% дифенила. Полученная температура эвтектики практически совпадает с температурой на диаграмме, приведенной на рис. 1, а эвтектический состав с тем, что показан на рис. 2. Кроме того, изучались активности и коэффициенты активностей компонентов на линиях ликвидуса (таблица).

Таблица.

Активности и коэффициенты активностей в системе о-терфенил-дифенил

Состав смесей, моль%	$T_L$ , К	$a$	$\gamma=a/x$
100% о-терфенил	329.3	1.00	-
90 о-терфенил-10 дифенил	322.0	0.87	0.97
80 о-терфенил-20 дифенил	314.3	0.74	0.93
70 о-терфенил-30 дифенил	305.5	0.61	0.87
60 о-терфенил-40 дифенил	296.0	0.36	0.60
50 о-терфенил-50 дифенил	308	0.36	0.72
40 о-терфенил-60 дифенил	316	0.58	0.96
30 о-терфенил-70 дифенил	324	0.69	0.98
20 о-терфенил-80 дифенил	330.5	0.80	1.00
10 о-терфенил-90 дифенил	337.5	0.92	1.00
100% дифенил	342.0	1.00	-

Из таблицы следует, что по мере приближения к эвтектическому составу, активность о-терфенила в дифениле в доэвтектической области и дифенила в о-терфениле в заэвтектической зоне закономерно уменьшаются.

В дальнейшем планируются экспериментальные исследования переохлаждений относительно линии ликвидуса и закономерности их изменения в зависимости от состава в данной системе.

#### Список литературы:

1. Чечеткин А.В. Высокотемпературные теплоносители. М.: Энергия, 1971. 496 с.

## ПРОДУКТЫ ПРЕВРАЩЕНИЯ ДВУХ- И ТРЕХАТОМНЫХ ФЕНОЛОВ В РЕАКЦИИ С ГИДРАЗИЛЬНЫМ РАДИКАЛОМ

*Демко М. А.*

*Белая Н. И.*, к.х.н., доцент

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

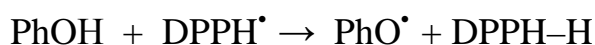
*nat.iv.belaya@gmail.com*

Идентификация и исследование вторичных продуктов превращения потенциально эффективных природных антиоксидантов особенно актуальны для химиков и биохимиков, поскольку позволяют объективно подойти к подбору и применению ингибиторов радикальных процессов в пищевой, парфюмерной, фармацевтической промышленности, медицине и биологии.

Целью данной работы является изучение вторичных продуктов превращения природных ди- и тригидроксибензолов (PhOH) в реакции со стабильным свободным гидразильным радикалом 2,2'-дифенил-1-пикрилгидразилом (DPPH<sup>•</sup>) в апротонном растворителе при T=293±2 К.

В качестве модельных антиоксидантов использовались природные PhOH, которые являются структурными фрагментами более сложных растительных фенолов. В качестве модели свободных радикалов, образующихся при окислении жиров и жиросодержащих продуктов, применяли DPPH<sup>•</sup>. Реакция PhOH с DPPH<sup>•</sup> исследовалась в диметилсульфоксиде (dmsO) при T=293±2 К методом фотоколориметрии.

На основе установленных частных и общих порядков реакции показано, что взаимодействие PhOH с DPPH<sup>•</sup> в dmsO при T=293±2 К представляет собой двухстадийную реакцию, где на первой стадии (1) радикал реагирует с гидроксибензолом, а на второй с продуктами его превращения.



(1)

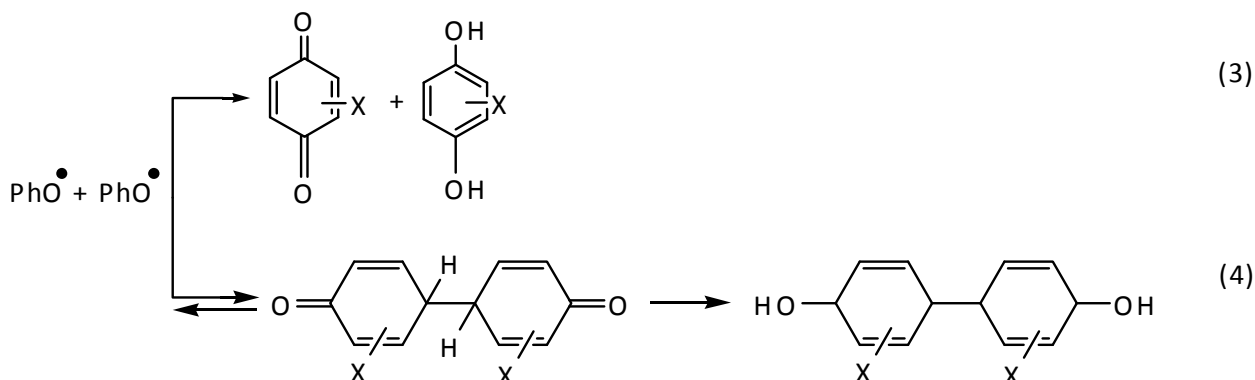


В исследуемой системе реакция с участием PhO<sup>•</sup> (2) является наиболее вероятным путем образования хинонов по реакции диспропорционирования (3) или димерных соединений – путем рекомбинации (4).

Идентификация указанных димерных соединений и хинонов проводилась методами ИК-Фурье и ЯМР-спектроскопии.

Анализ ИК-Фурье-спектров гидроксибензолов и их смесей с DPPH<sup>•</sup> вначале проводили в области валентных колебаний функциональных фенольных O–H и кетонных C=O групп. Установлено, что широкая полоса от 3650 до 3590 см<sup>-1</sup> принадлежит валентным колебаниям фенольных групп на

спектрах индивидуальных ди- и тригидроксибензолов, а на ИК-спектрах их смесей с радикалом она смещается в область меньших частот 3550–3450 см<sup>-1</sup>, что характерно для димерных фенольных соединений.



Далее проводили исследование методом <sup>1</sup>H ЯМР-спектроскопии для подтверждения уже зафиксированных димерных соединений. Для этого вначале получали расчетные <sup>13</sup>C ЯМР-спектры о- и п-хинонов, образующихся из изученных гидроксибензолов, в программе Marvin 16.1.11. Установлено, что пики, характерные для группы С=О, должны лежать в интервале химических сдвигов от 191 до 220 м.д. Однако при сравнении полученных результатов с экспериментальными <sup>13</sup>C ЯМР-спектрами индивидуальных фенолов и их смесей с радикалом оказалось, что новые пики после реакции в этой области не возникают.

Иная картина наблюдается в случае <sup>1</sup>H ЯМР-спектров. Для всех без исключения ди- и тригидроксибензолов после реакции с DPPH• характерно появление синглета при 11 м.д., характерного для N–H DPPH–H, и дополнительного сигнала в области химического сдвига протона от 8 до 10 м.д., что соответствует фенольным соединениям с внутримолекулярной водородной связью. Это подтверждено расчетными спектрами гидроксибензолов и соответствующих им димеров.

Таким образом, хотя реакция между PhO• происходит по двум конкурирующим механизмам – диспропорционированию и рекомбинации, для природных незкранированных фенолов с незамещенным 2, 4 или 6 положением в бензольном кольце доминирующим является процесс рекомбинации с образованием димерных фенольных соединений, способных проявлять низкую активность в реакции с радикалами, обеспечивая тем самым пролонгированное действие исходного антиоксиданта.

## ФОРМИРОВАНИЕ ЭПОКСИДНО-КРЕМНЕЗЕМНЫХ КОМПОЗИТОВ АМИННОГО ОТВЕРЖДЕНИЯ И ИХ СВОЙСТВА

*Духтенко О.И.*

*Лыга Р.И.*, к.х.н.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*olga.nov.00@mail.ru*

Развитие науки и техники требует создания новых систем, являющихся термостабильными, обладающих высокими оптическими характеристиками, химической стойкостью и механической прочностью. Комбинирование свойств органической полимерной матрицы и неорганического наполнителя дает широчайшие возможности для создания материалов, обладающих уникальным сочетанием характеристик и свойств. Примером таких систем являются эпоксидно-кремнийоксидные и эпоксидно-металлоксидные нанокomпозиты, полученные методом золь-гель технологии. Именно использование золь-гель метода обеспечивает наноразмерность частиц наполнителя, а это, в свою очередь, может привести к существенному изменению физико-химических свойств получаемых композиционных материалов [1].

Целью данной работы была разработка методики получения эпоксидно-кремнезёмных композитов аминного отверждения золь-гель методом без предварительного формирования золя кремнезёмных частиц и без использования органических растворителей, а также изучение морфологии их структуры и влияние кремнезёмного наполнителя на свойства эпоксидных полимеров.

С использованием золь-гель метода получены однородные прозрачные эпоксидно-кремнезёмные композиты аминного отверждения на основе диглицидилового эфира дициклогексилпропана и тетраэтоксисилана, находящиеся при комнатной температуре в стеклообразном состоянии. Содержание неорганического наполнителя (кремнезема) в композитах варьировали от 0,5 до 25 масс. % в пересчёте на диоксид кремния.

Неорганический наполнитель формировали *in situ* гидролитической поликонденсацией тетраэтоксисилана, которую проводили двумя разными способами. При одном из них к алкоксиду кремния добавляли определенное количество воды с целью предварительного формирования золя частиц кремнезема (водный золь-гель метод). При втором способе получения композитов тетраэтоксисилан и циклоалифатический полиамин вводили непосредственно в эпоксидную смолу. Неводный золь-гель метод позволил значительно расширить диапазон концентраций синтезируемого диоксида кремния в составе эпоксидных композитов.

Рентгенографические исследования показали, что синтезируемый *in situ* диоксид кремния имеет аморфную модификацию. На микрофотографиях, полученных трансмиссионной электронной микроскопией различима открытопористая губкоподобная структура, которая становится более плотной с увеличением концентрации кремнезема.

В работе изучены разные свойства полученных композиционных материалов. Установлено, что концентрация диоксида кремния и способ проведения золь-гель технологии, существенно влияют термомеханические свойства полимерной матрицы композитов. Использование кремнеземного наполнителя оказывает пластифицирующее действие на эпоксидную матрицу. Однако в композитах, полученных без введения воды в реакционную смесь, содержание неподшитых к полимерной матрице низкомолекулярных веществ, в среднем в 1,5 раза ниже, и температура стеклования несколько выше, чем при предварительном формировании SiO<sub>2</sub>.

Изучение устойчивости полученных композитов к термоокислительной деградации в изотермических условиях показало, что с увеличением содержания SiO<sub>2</sub> скорость потери массы образцов снижается, а время жизни увеличивается в 2,5 раза. В то время как композиты, полученные через стадию предварительного формирования частиц наполнителя, являются менее устойчивыми к термоокислительной деградации.

Методом термогравиметрического анализа полученных композиционных материалов установлено, что введение кремнеземного наполнителя в концентрациях от 2,5 до 10 масс. % сдвигает начало основной стадии деструкции композитов на 10 – 25 °С, а при содержании SiO<sub>2</sub> более 12,5 масс. % – на 115 – 125 °С в сторону более высоких температур.

Газовольюмометрическим методом изучена устойчивость полученных пленочных образцов композитов к высокотемпературному окислению кислородом воздуха. При добавлении кремнийоксидного наполнителя меняется вид кинетических кривых поглощения кислорода: появляется период индукции, после завершения которого скорость окисления снижается. Все композиты оказались более устойчивыми к окислительному процессу по сравнению с немодифицированным эпоксидным полимером аминного отверждения: максимальная скорость поглощения кислорода композитами в 2 – 3 раза ниже показателя немодифицированного полимера. Период индукции достигает 38 минут.

### Список литературы

- 1 Бочкарёва, С. С. Синтез гибридных композитов золь-гель методом [Текст] / С. С. Бочкарёва // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2016. – Т. 6. – № 3. – С. 81–93.

## КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ АМИННОГО ОТВЕРЖДЕНИЯ НА ОСНОВЕ ЭПОКСИДНЫХ СМОЛ И ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА

*Зраенко А.Р.*

*Михальчук В.М.*, д.х.н., профессор

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*zraenko.anastasya@gmail.com*

Терморасширенный графит (ТРГ) является перспективным наполнителем для создания композиционных материалов и достаточно совместим с широко используемыми в качестве связующих эпоксидными смолами [1]. Эпоксидные олигомеры способны проникать в поры и межлепестковое пространство графита, что позволяет диспергировать ТРГ в смолах и создавать композиты на основе таких компонентов. Графитовые композиционные материалы характеризуются высокой электропроводностью, огнестойкостью, улучшенными тепловыми и механическими свойствами. В особой степени отмечена термическая стабильность композитов на основе графита [2]. Однако на данный момент не проведены систематические исследования, направленные на изучение закономерностей формирования, структуры и свойств эпоксидно-графитовых композитов. Поэтому исследования в данном направлении являются актуальными, и целью данной работы было получение эпоксидно-графитовых композитов аминного отверждения и изучение их свойств, в том числе, защитных свойств покрытий на их основе.

Были получены стеклообразные графитовые композиты на основе диглицидилового эфира дициклогексилпропана и аминного отвердителя ANCAMINE 2579, а также композиты, дополнительно содержащие кремнеземный наполнитель ( $\text{SiO}_2$ ). Содержание терморасширенного графита в образцах варьировали от 0,5 до 1,5 масс. %.

Газоволюмометрическим методом установлено, что при введении терморасширенного графита в состав эпоксидно-кремнеземных композитов в количестве не более 0,5 масс. % наблюдается наибольшая устойчивость к высокотемпературному окислению кислородом (табл. 1).

Таблица 1

Зависимость периода индукции ( $\tau$ ) и максимальной скорости поглощения  
кислорода ( $V_{\max}$ ) от состава композитов

$w(\text{ТРГ})$ , масс. %	$w(\text{SiO}_2)$ , масс. %	$\tau$ , мин	$V_{\max} \cdot 10^4$ , моль·кг <sup>-1</sup> ·с <sup>-1</sup>
0	0	–	3,0
0,5	0	–	3,1
0,5	5	16	2,3

Электрохимические исследования покрытий на основе эпоксидной полимерной матрицы аминного отверждения на неповрежденной и поврежденной поверхностях алюминиевого сплава Д16 показали, что совместное использование терморасширенного графита и ингибитора коррозии металлов – 1,2,3-бензотриазола (БТА) повышает антикоррозионное сопротивление поврежденной подложки на 1 – 2 порядка, и эффективность антикоррозионной защиты достигает 96 %. На неповрежденной поверхности алюминиевого сплава антикоррозионное сопротивление увеличивается до  $24 \text{ кОм}\cdot\text{см}^2$ , плотность тока коррозии снижается на два порядка и эффективность антикоррозионной защиты алюминиевого сплава достигает 98 – 99 % (таблица 2).

Таблица 2

Электрохимические характеристики покрытий на основе эпоксидного полимера и композитов аминного отверждения, содержащих терморасширенный графит и 1,2,3-бензотриазол

$w(\text{ТРГ}),$ масс. %	$w(\text{БТА}),$ масс. %	$E_{\text{corr}}, \text{ мВ}$	$E_{\text{pitt}}, \text{ мВ}$	$R_{\text{corr}}, \text{ кОм}\cdot\text{см}^2$	$I_{\text{corr}}, \text{ А}\cdot\text{см}^{-2}$	$\eta, \%$
<i>Повреждённая поверхность</i>						
Непокрытый Д16		-677	-677	0,04	$5,62\cdot 10^{-4}$	—
0	0	-657	-622	0,44	$5,63\cdot 10^{-5}$	90,0
1*	1	-667	-632	1,12	$2,24\cdot 10^{-5}$	96,0
1	1*	-670	-655	0,83	$3,02\cdot 10^{-5}$	94,6
<i>Неповреждённая поверхность</i>						
Непокрытый Д16		-660	-650	0,25	$1,00\cdot 10^{-4}$	—
0	0	-615	-520	6,28	$3,98\cdot 10^{-6}$	96,0
1*	1	-660	-640	23,9	$1,05\cdot 10^{-6}$	99,0
1	1*	-615	-465	9,95	$2,51\cdot 10^{-6}$	98,0

Примечание \* – добавление растворителя

Таким образом, эпоксидные композиты аминного отверждения, содержащие терморасширенный графит и ингибитор коррозии металлов могут быть использованы в качестве защитных покрытий для алюминиевых сплавов при низких температурах.

### Список литературы

- 1 Chen, X. Preparation of lower-sulfur content and expandable graphite [Text] / X. Chen, K. Song, J. Li, J. Liu // Carbon. – 1996. – Vol. 34. – № 1. – P. 599–600.
- 2 Jovic, N. Temperature dependence of the electrical conductivity of epoxy/expanded graphite nanosheet composites [Text] / N. Jovic [et.al.] // Scripta Materialia. – 2008. – № 58. – P. 846–849.



## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРОКСИДА ВОДОРОДА В РЕАКЦИИ ЛАККАЗНОГО ОКИСЛЕНИЯ ГИДРОХИНОНА

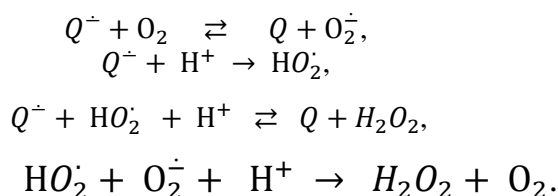
*Калач И.Е.*

*Одарюк И.Д., к.х.н.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г.Донецк

*iradonetsk2204@gmail.com*

Фермент лакказы, который относится к голубым медьсодержащим оксидазам и примечателен высокой активностью и низкой субстратной специфичностью, широко используется в различных отраслях промышленности и сельского хозяйства. Лакказы окисляет различные субстраты, как правило, фенольной природы, восстанавливая кислород до воды. Согласно литературным данным [1, 2], каталитический цикл фермента не приводит к образованию перекисных соединений. В работе [1] подчеркивается, что в этом состоит преимущество лакказы для промышленного применения перед пероксидазами, для работы которых необходим пероксид водорода, в то же время приводящий к их дезактивации через несколько циклов. Однако не только восстановление кислорода, но и превращения феноксильного радикала, второго продукта лакказы, способны генерировать АФК, в том числе и  $H_2O_2$ , например, по реакциям [3]:



Для выявления пероксида водорода в реакционной смеси при лакказном окислении фенолов применялась высокочувствительная методика, основанная на усилении хемилюминесценции кобальт-люминольной системы при введении  $H_2O_2$  [4]. Реакционная смесь, вводимая в кобальт-люминольную систему, разбавлялась в  $10^5$  раз, что обеспечивало отсутствие влияния на интенсивность хемилюминесценции примесей, также способных вызвать схожий эффект.

Реакцию лакказного окисления гидрохинона проводили в термостатируемом реакторе с барботацией ( $[ГХ]_0 = 1,36$  мМ,  $[Е]_0 = 20$  мг/л, цитратный буфер рН 4,6,  $35^\circ\text{C}$ ). Через 20 минут после начала реакции отбирали 0,05 мл реакционной смеси и разбавляли дистиллированной водой в  $10^5$  раз. В 5 мл кобальт-люминольной смеси ( $[люм] = 7,0$  мкМ,  $[CoSO_4] = 1,0$  мкМ, карбонатный буфер рН=9.9) вводили по 0,5 мл разбавленной реакционной смеси или растворы пероксида водорода

известной концентрации, что вызывало скачок на кривой хемилюминесценции (рисунок). Сравнивая интенсивность хемилюминесценции, получаем, что в реакционной смеси присутствует примерно 1 мМ  $H_2O_2$ , то есть концентрация пероксида водорода соизмерима с начальной концентрацией гидрохинона.

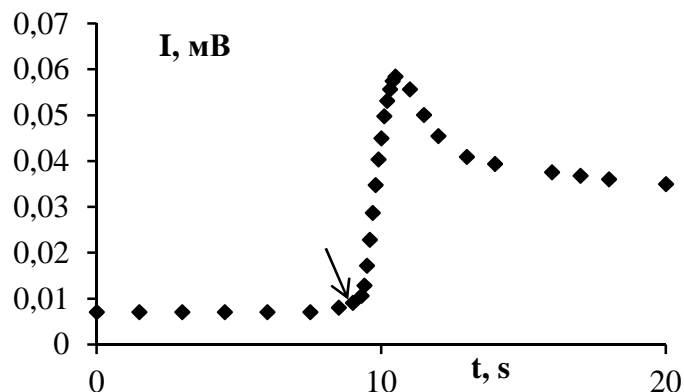


Рис. 1. Влияние пробы реакционной смеси (стрелкой показан момент введения) на люминол-зависимую ХЛ. Карбонатный буфер pH 9.9; [люминол] = 7,0 мкМ;  $[CoSO_4] = 1,0$  мкМ).

Таким образом, показано образование пероксида водорода при лакказном окислении гидрохинона с помощью кобальт-зависимой хемилюминесценции люминола. Это указывает на то, что в ходе каталитических циклов образуются активные формы кислорода, диффундирующие из активного центра в реакционную смесь и приводящие к образованию пероксида водорода.

### Список литературы

1. Использование базидиальных грибов в технологиях переработки и утилизации техногенных отходов: фундаментальные и прикладные аспекты (обзор) / Н. А. Куликова [и др.] // Прикладная биохимия и микробиология. 2011. Т. 47. С. 619-634.
2. Laccase: Properties, Catalytic Mechanism, and Applicability / A. I. Yaropolov et al. // Applied Biochemistry and Biotechnology. 1994. Vol. 49. P. 257-280.
3. Автоокисление фенольных антиоксидантов в водных средах: монография / А. Н. Шендрик [и др.]. Донецк: ДонНУ, 2013. 147 с.
4. Determination of Hydrogen Peroxide in Water by Chemiluminescence Detection / S. Uchida et al. // Journal of Nuclear Science and Technology. 2004. Vol. 41. № 9, p. 898–906.

## ЛАККАЗНАЯ АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТОВ ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ВЕШЕНКИ ОБЫКНОВЕННОЙ

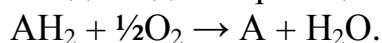
*Кравченко Е.М.*

*Одарюк И.Д.*, к.х.н.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*elena\_grazhina@mail.ru*

Распространенные в природе ферменты семейства лакказ катализируют окисление молекулярным кислородом органических и неорганических соединений. Конечным акцептором электронов в этом процессе является кислород, восстанавливающийся до воды по реакции:



Широкая субстратная специфичность, активность и стабильность делают эти ферменты перспективными объектами биотехнологических исследований и промышленного применения. Они уже используются при решении различных технологических задач, от биодegradации отходов и очистки воды и почвы, до тонкого органического синтеза [1]. Ведется поиск новых источников лакказ и способов извлечения из них фермента. Удобным объектом для этого являются экстракты культуральных сред и мицелия макромицетов, обладающих пищевой ценностью.

Лакказы разных штаммов *Pleurotus ostreatus* являются высоко- и среднепотенциальными, сходны по биохимическим свойствам [2]. Штамм НК-35 высокопродуктивен и выращивается для употребления в пищу [3].

Целью работы является поиск селективной методики исследования ферментативной активности экстракта питательной среды, на которой выращивается мицелий вешенки обыкновенной НК 35.

Биоматериал для исследований был любезно предоставлен сотрудниками кафедры физиологии растений биологического факультета ДонНУ. Экстракт получали настаиванием 10 г биоматериала с 40 мл бидистиллированной воды в течение 2 часов при периодическом перемешивании, твердые частицы отделяли центрифугированием и использовали прозрачную надосадочную жидкость.

В качестве маркера лакказной активности использовали 2,2'-азино-бис-(3-этилбензтиазолин-6-сульфонат), который не взаимодействует с другими ферментами, которые могут попасть в экстракт, например, фенол оксидазами и пероксидазами, и используется в подобных исследованиях [4].

Электронный спектр поглощения исследуемого экстракта практически идентичен спектру раствора лакказы *Trametes versicolor* (Sigma-Aldrich), что указывает на наличие фермента в экстракте и на сходство строения этих двух лакказ.

Варьируя рН буферных растворов и температуру реакционной смеси, установили температурный и рН-оптимумы лакказной активности исследуемого экстракта. Оптимум рН фермента находится в области 2.8-3.2, а при значении рН 6.0 и выше фермент полностью теряет каталитическую активность. Температурный оптимум фермента оказался близким к 40°C, что характерно для многих голубых медьсодержащих оксидаз. В температурном интервале 10-70°C фермент не теряет полностью каталитическую активность.

При добавлении исследуемого экстракта к реакционной смеси, содержащей флороглюцин и растворенный молекулярный кислород зафиксировано хемилюминесцентное свечение. Вид хемилюминесцентной кривой аналогичен таковому для аналогичных опытов с лакказой *Trametes versicolor*.

Фермент в водном экстракте и в исходном биоматериале сравнительно неустойчив, хранится в холодильнике не более недели (экстракт) и месяца (питательная среда). Замораживание питательной среды также ведет к почти полной потере ферментативной активности. Следовательно, необходимо работать со свежесобраным биоматериалом.

Суммарное количество белков в экстракте определяли весовым методом, осаждая их с помощью трихлоруксусной кислоты. Установлено, что экстракт содержит примерно 200-250 мг/л общего белка, а лакказы в нем, следовательно, еще меньше. Поэтому для извлечения фермента необходимо иметь значительные количества экстракта или использовать более эффективные методы культивирования мицелия с применением индукторов лакказы.

Таким образом, в экстракте питательной среды мицелия Вешенки обыкновенной обнаружен фермент, проявляющий оксидазную активность, которым, вероятнее всего, является оксидаза данного макромицета. Получен первичный массив экспериментальных данных, в том числе установлены оптимумы температуры и рН этого фермента, который позволит вести дальнейшие исследования.

### Список литературы

5. Mate, Diana M. Laccase engineering: from rational design to direct evolution // *Biotechnology Advances*. 2015. Vol. 33(1). P. 25-40.
6. Hautphenne, C., Debaste, F., Penninckx, M. Product formation from phenolic compounds removal by laccases: A review // *Environmental Technology&Innovation*. 2016. Vol. 5. P. 250-266.
7. Анненков, Б. Г., Азарова, В. А. Коллекция штаммов вешенки обыкновенной, их оценка и использование в грибоводстве // *Дальневосточный аграрный вестник*. 2009. Т. 1(9). С. 22-28.
8. Pelaez, F., Martinez, M. J., Martinez, A.T. Screening of 68 species of basidiomycetes for enzymes involved in lignin degradation // *Mycological Research*. 1995. Vol. 99, part 1. P. 37-42.

## СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БИНАРНЫХ И ТРОЙНЫХ СОЕДИНЕНИЙ СОИНТЕРКАЛИРОВАНИЯ ГРАФИТА

*Майданик А.А., Вишневский В.Ю., Ракша Е.В., Берестнева Ю.В.  
Савоськин М.В., к.х.н., с.н.с.*

Государственное учреждение «Институт физико-органической химии  
и углехимии им. Л.М. Литвиненко», г. Донецк  
*m-savoskin@yandex.ua, berestnevayuv@mail.ru*

Соединения соинтеркалирования графита (ССГ) представляют собой соединения графита, получаемые внедрением молекул и ионов определенных веществ (интеркалантов), в межслоевое пространство кристаллической решетки графита. При этом в соединениях внедрения межплоскостные расстояния между соседними слоями графита сильно увеличиваются. Уникальным свойством ССГ является способность к многократному увеличению объема при термической обработке, с получением терморасширенного графита, который в свою очередь, имеет ряд особенностей: химическую инертность, небольшой объемный вес, способность к прессованию без связующего и др. Интерес к ССГ также обусловлен возможностями целенаправленного формирования свойств углеродных наночастиц на их основе. Соединения соинтеркалирования графита и терморасширенный графит на их основе являются перспективными предшественниками коллоидных дисперсий графена при использовании химических методов получения наночастиц.

В работе был получен ряд бинарных и тройных ССГ путем внедрения в нитрат графита таких органических веществ как: уксусная кислота, этилформиат, этилацетат, диоксан, ацетон, ацетонитрил, диметилацетамид, диэтиловый эфир диэтиленгликоля, муравьиная кислота, а также воды. Выбор соединений-соинтеркалантов базировался на систематических исследованиях по синтезу и изучению свойств бинарных соединений соинтеркалирования нитрата графита, выполненных нами ранее [1 – 3]. Варьирование природы соинтеркалантов позволяет регулировать силу межмолекулярных взаимодействий в образующихся ССГ.

Исследована способность синтезированных соединений к терморасширению. Коэффициенты вспучивания ( $K_V$ ) полученных тройных соединений соинтеркалирования превышают значения  $K_V$  для каждого из соответствующих бинарных интеркалатов. Так, например, соединение нитрата графита с этилацетатом имеет коэффициент вспучивания  $270 \text{ см}^3 \cdot \text{г}^{-1}$ , аналогичное соединение с этилформиатом –  $320 \text{ см}^3 \cdot \text{г}^{-1}$ , а соединение соинтеркалирования с обоими этими компонентами –  $340 \text{ см}^3 \cdot \text{г}^{-1}$ . Этот факт косвенно указывает на повышение мольного содержания интеркаланта в полученных тройных ССГ.

С помощью рентгенофазового анализа показано, что полученные вещества представляют собой ССГ IV стадии ( $\alpha$ -фаза) и II стадии ( $\beta$ -фаза). Исходя из значения межплоскостного расстояния графита ( $d=0,336 \text{ \AA}$ ) и номера стадии интеркалирования, определены периоды идентичности ( $I_c, \text{ \AA}$ ) кристаллической решетки полученных соединений, а также высота заполненного интеркалантом межслоевого пространства ( $d_i, \text{ \AA}$ ). По данным рентгенофазового анализа в первые 20 суток после синтеза ССГ происходит их относительно быстрая структурная реорганизация, сопровождающаяся переходом менее стабильной  $\alpha$ -формы ССГ в более стабильные соединения  $\beta$ -формы.

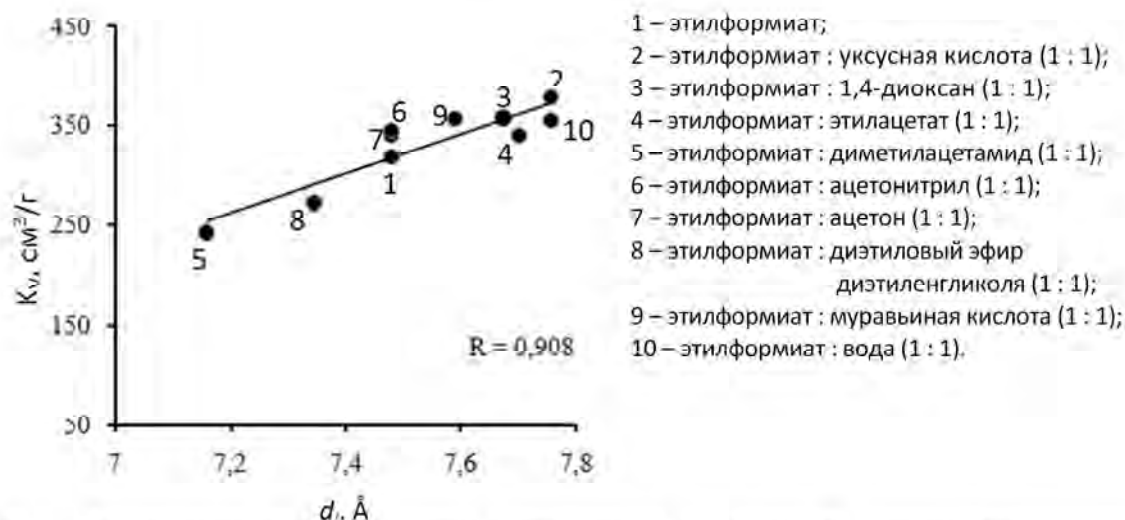


Рис. 1. Зависимость коэффициента вспучивания соединений соинтеркалирования графита IV стадии ( $\alpha$ -фаза) от высоты заполненного слоя

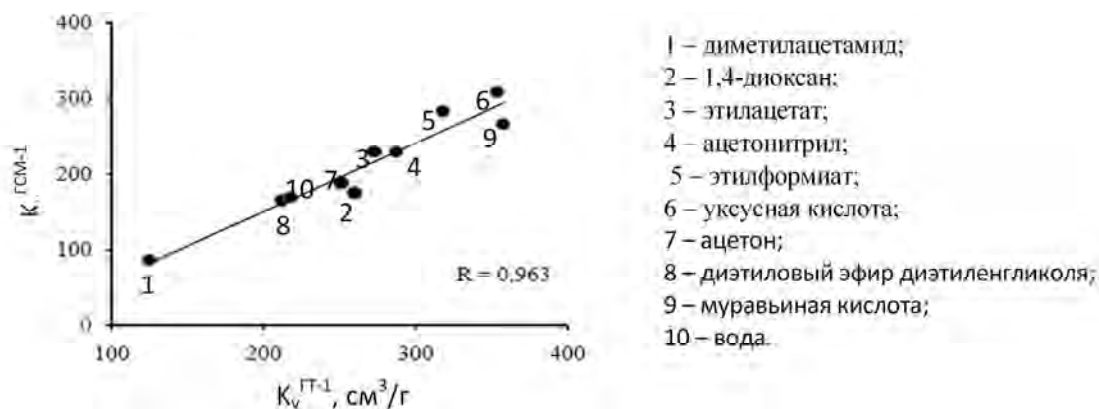


Рис. 2. Симбатность значений  $K_v$  для бинарных соединений соинтеркалирования нитрата графита, полученных на основе графитов марок ГСМ-1 и ГТ-1

Для ряда тройных ССГ с этилформиатом и другими органическими соединениями IV стадии ( $\alpha$ -фаза) наблюдается линейная зависимость коэффициента вспучивания от величины  $d_i$  (рис. 1).

Значения  $K_v$  для бинарных ССГ хорошо коррелируют с соответствующими величинами, полученными ранее [4] для ССГ на основе

графита марки ГСМ-1 (рис. 2). Для всех образцов большие значения  $K_V$  получены для соединений на основе графита ГТ-1. Очевидно, это является следствием зависимости коэффициента вспучивания от размера частиц ССГ.

Таким образом, были синтезированы бинарные и тройные соединения соинтеркалирования нитрата графита с рядом органических веществ, характеризующиеся как меньшей, так и большей стабильностью по сравнению с нитратом графита. Показана возможность регулирования силы межмолекулярных взаимодействий в образующихся структурах за счет варьирования природы и количества молекул-соинтеркалантов. Установлено, что соединения тройного соинтеркалирования обладают большей способностью к вспучиванию при термоударе по сравнению с соединениями нитрата графита, модифицированного индивидуальными компонентами. Коэффициент вспучивания таких соединений симбатно возрастает с увеличением высоты заполненного интеркалантом слоя в графитовой матрице.

#### Список литературы

1. New graphite nitrate derived intercalation compounds of higher thermal stability / M.V. Savoskin et al. // *J. Phys. Chem. Sol.* 2006. V. 67. P. 1127-1131.
2. Carbon nanoscrolls produced from acceptor-type graphite intercalation compounds / M.V. Savoskin et al. // *Carbon*. 2007. V. 45. P. 2797-2800.
3. Theoretical study of stability of graphite intercalation compounds with Brønsted acids / M.V. Savoskin et al. // *Carbon*. 2003. V. 41. P. 2757-2760.
4. Мысык Р.Д. Синтез, свойства и закономерности термического деинтеркалирования модифицированных нитратов графита: дис. ...канд. хим. наук. Донецк, 2004. 122 с.

**ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА ВЫСУШИВАНИЯ СОЕДИНЕНИЙ  
СОИНТЕРКАЛИРОВАНИЯ НИТРАТА ГРАФИТА И СООТНОШЕНИЯ  
ИНТЕРКАЛАНТОВ В ИХ СОСТАВЕ НА ВЕЛИЧИНУ  
КОЭФФИЦИЕНТА ВСПУЧИВАНИЯ**

*Макух Т.А., Ракша Е.В., Берестнева Ю.В., Вдовиченко А.Н.  
Савоськин М.В., к.х.н., с.н.с.*

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

Нитрат графита является одним из наиболее лабильных акцепторных соединений интеркалирования графита, которое достаточно легко получить. Модификация нитрата графита органическими соединениями ведет к стабилизации получаемых соединений и в то же время способствует значительному увеличению его способности к термическому расширению. Возможность получения терморасширенного графита с определенными физико-химическими свойствами, позволяющими изготавливать из него жаростойкие и химически инертные изделия, а также графены и графеноподобные наночастицы вызвало интерес к освоению методов синтеза интеркалированных соединений графита и получения терморасширенного графита.

В данной работе синтезированы новые соединения соинтеркалирования нитрата графита (ССНГ) – бинарные ССНГ с этилформиатом и уксусной кислотой, а также тройное ССНГ с этими реагентами. Полученные соинтеркалаты сушили до постоянной массы при температурах 20 °С, 40 °С и 105 °С.

Структурные изменения графита в результате его взаимодействия с азотной кислотой и дальнейшей модификации органическими соединениями исследованы методом рентгенофазового анализа. Полученные данные свидетельствуют о том, что синтезированы новые соединения тройного соинтеркалирования, а не смесь соответствующих бинарных ССНГ. Полученные результаты также указывают на возможность регулирования силы межмолекулярных взаимодействий в образующихся структурах за счет варьирования природы и количества соинтеркалантов.

Для изучения способности соединений соинтеркалирования нитрата графита к терморасширению определяли коэффициент вспучивания ( $K_V$ ). Отметим, что коэффициент вспучивания полученного тройного соединения соинтеркалирования превышает значения  $K_V$  для каждого из соответствующих бинарных интеркалатов. В зависимости от температуры высушивания меняется величина коэффициента вспучивания. Например,  $K_V$  тройного ССНГ составляет 380, 320 и 100 см<sup>3</sup>·г<sup>-1</sup> для образцов, высушенных при 20, 40 и 105 °С, соответственно. Следовательно, повышение температуры



высушивания приводит к понижению величины коэффициента вспучивания. Существенное понижение коэффициента вспучивания соинтеркалатов при повышении температуры их высушивания, очевидно, обусловлено потерей интеркалантов при высушивании, а, следовательно, снижением количества газов, выделяющихся при термическом разложении соединений.

Было показано, что стабильность всех полученных соединений относительно невысока. Так, показатель стабильности  $K_{st}$  для бинарных соединений с этилформиатом и уксусной кислотой составляет 0,15 и 0,20, соответственно, тогда как для тройного ССНГ – 0,26. Это свидетельствует о некоторой дополнительной стабилизации ССНГ при внедрении третьего соинтеркаланта.

В работе также было изучено влияние соотношения органических соинтеркалантов в составе нитрата графита, последовательно соинтеркалированного этилформиатом и уксусной кислотой, на величину коэффициента вспучивания. Объем этилформиата и уксусной кислоты при интеркалировании нитрата графита варьировали. Образцы сушили при температуре 40 °С. Установлено, что значение  $K_v$  для нитрата графита, последовательно соинтеркалированного этилформиатом и уксусной кислотой, не зависит от исходного соотношения органических соинтеркалантов, взятых для синтеза, и в среднем составляет 320 см<sup>3</sup>/г (рис. 1).

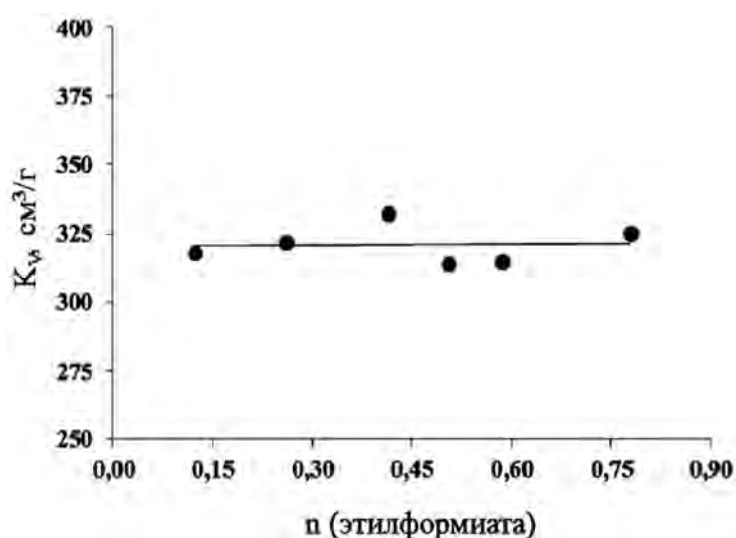


Рис. 1. Зависимость коэффициента вспучивания нитрата графита, последовательно соинтеркалированного этилформиатом и уксусной кислотой, от мольной доли этилформиата в исходной смеси

Таким образом, изучено влияние режима высушивания образцов нитрата графита, последовательно соинтеркалированного этилформиатом и уксусной кислотой, на величину коэффициента вспучивания: увеличение температуры высушивания приводит к понижению  $K_v$ . Показано, что исходное соотношение органических соединений в составе ССНГ не влияет на величину коэффициента вспучивания.

## ЭПОКСИДНО-ТИТАНОКСИДНЫЕ КОМПОЗИТЫ АМИННОГО ОТВЕРЖДЕНИЯ: ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА

*Мальцева Н.А., Загреба В.А.*

*Михальчук В.М.*, д.х.н., профессор, *Лыга Р.И.*, к.х.н.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*sayfutdinovam@list.ru*

В настоящее время особое внимание исследователей уделено получению наноразмерных частиц оксидов металлов и композиционных наноматериалов на их основе с заданными структурой и свойствами. Диоксид титана, получаемый золь-гель методом, оказывает существенное влияние на свойства полимерных композиционных материалов. Поэтому целью данной работы была разработка методики получения эпоксидно-титаноксидных композитов аминного отверждения золь-гель технологией, а также изучение их свойств. Синтез композитов проводили без использования органических растворителей и предварительного формирования золя титаноксидных частиц.

Эпоксидно-титаноксидные композиты получали на основе диглицидилового эфира дициклогексилпропана (EPONEX 1510), аминного отвердителя (ANCAMINE 2579) и тетрабутоксидтитана (ТБТ). Титаноксидный наполнитель формировали *in situ* гидролитической поликонденсацией тетрабутоксидтитана, при которой ТБТ и циклоалифатический полиамин вводили непосредственно в эпоксидную смолу. Содержание неорганического наполнителя в композитах варьировали от 5 до 20 масс. % в пересчёте на диоксид титана.

Установлено, что введение наполнителя влияет на термомеханические свойства полимерной матрицы композитов. В частности, использование титаноксидного наполнителя в количестве 10 масс. % повышает температуру стеклования на 12 °С, а температуру высокоэластичности – на 24 °С. При этом выход золь-фракции эпоксидно-титаноксидного композита уменьшается в 1,5 раза по сравнению с немодифицированным эпоксидным полимером.

Стойкость полученных эпоксидных композитов и немодифицированного полимера к действию высоких температур изучали в изотермических (180 °С) условиях при доступе кислорода воздуха. Так, с увеличением содержания  $TiO_2$  в диапазоне вышеуказанных концентраций, время жизни композитов повышается в 3 – 10 раз.

Газовольнометрическим методом установлено, что при добавлении титаноксидного наполнителя скорость окисления композитов снижается. Все титановые композиты являются более устойчивыми к высокотемпературному окислению по сравнению с немодифицированным эпоксидным полимером аминного отверждения: максимальная скорость поглощения кислорода композитами в 1,6 – 3,4 раза ниже, чем полимером.

## ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ С НАТРИЕВЫМ АНОДОМ И СОЛЕВЫМИ КАТОДАМИ

*Могила Т.Н.*

*Д. С. Линник, Т. Б. Полищук*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*mr.t.95@mail.ru*

Электрохимические системы с натриевым анодом представляют собой альтернативу литиевым источникам тока благодаря их низкой себестоимости и высоким удельным электрическим показателям. Однако, в настоящее время такие системы являются малоизученными, и промышленно выпускаемых натриевых источников тока крайне мало. При этом использование высокотемпературного электролита в натриевых системах существенно сужает область их применения. [1]

Данные исследования ориентированы на использование жидких электролитов и катодных материалов на основе галогенидов меди и свинца. Выбор электролитных солей (перхлората и йодида натрия) обусловлен их высокой растворимостью в  $\gamma$ -бутиролактоне и высокой стойкостью как к влаге, так и к анодному материалу. Проводимость электролитов на основе йодида натрия выше, чем систем с перхлоратом натрия до концентрации 0,8 М. Дальнейшее увеличение концентрации приводит к снижению значений проводимости из-за образования ассоциатов. Электролиты на основе перхлората натрия менее подвержены образованию ассоциатов и ионных пар ввиду большей степени диссоциации и большого аниона соли. Снижение проводимости начинается при концентрациях соли более 1,5 М. В свою очередь это сказывается на активационных параметрах электролитов. Энергии активации переноса зарядов для систем с перхлоратом натрия ниже, чем для систем с йодид-анионом при равных концентрациях соли. Катодный материал представляет собой смесь окислителя (галогениды меди и свинца) и углеродных токопроводящих добавок. Выбор окислителей связан с высокими значениями емкости ( $\text{CuI} - 141 \text{ мАч/г}$ ,  $\text{CuF}_2 - 528 \text{ мАч/г}$ ) и возможностью создания электрохимически обратимых систем. Значение ЭДС батарей находится в диапазоне 2,75 – 2,87 В для  $\text{PbNaI}_2$  и  $\text{CuNaI}$ , а в случае окислителей  $\text{CuNaI}_2$  от 3,11 до 3,34 В. Галогениды одновалентной меди представляют собой перспективные катодные материалы для натриевых источников тока, работающих при комнатной температуре. Обусловлено это не только высокими значениями емкости катодных материалов, но и их низкой гигроскопичностью, по сравнению с солями двухвалентной меди, а также галогенидами железа и никеля. Системы с бромидом меди характеризуются наилучшими электрохимическими показателями, разряд батареи сопровождается пологим снижением напряжения. Увеличение

нагрузки не приводит к существенному падению напряжения и составляет 30 -50 мВ/мА. Зависимость мощности от тока имеет линейную зависимость в диапазоне нагрузок от 2 до 8 мА.

Для всех систем характерно снижение значения рабочего напряжения с увеличением молекулярной массы галогена и повышение токоотдачи батареи. Это обусловлено повышением растворимости окислителя в электролитах на основе лактонов и лактамов. Также при этом происходит снижение крутизны разрядных кривых в рабочей области. Максимальную степень конверсии окислителя при постоянной токовой нагрузке имеют фториды и хлориды металлов за счет меньшего изменения объема катода.

Введение наноструктурированных углеродных материалов в состав катода позволило повысить степень конверсии окислителя с увеличением его молекулярной массы. При этом без снижения доли окислителя в катоде формируется трехмерный электропроводный каркас. Окислители типа  $MF_n$  и  $MCl_n$  склонны к образованию губки металла в ходе восстановления, а бромиды и йодиды – к образованию плотного осадка металла на коллекторе, что объясняется склонностью последних к образованию растворимых комплексов типа  $NaMHal_{n+1}$ . Саморазряд батарей снижается следующим образом:  $CuI - CuF$ ;  $CuF_2 - CuBr_2$ ;  $PbI_2 - PbCl_2$ . Проблема саморазряда была частично решена путем покрытия сепаратора триацетатом целлюлозы и введением в состав катода гидроксипропилацеллюлозы и  $Na$ -карбоксиметилцеллюлозы, однако при этом наблюдается снижение значений разрядных плотностей тока и увеличение падения напряжения с увеличением нагрузки.

Исследованы электролитные системы на основе гамма-бутиролактона, который ранее не использовали в натриевых батареях. В качестве электролитных солей использовали йодид и перхлорат натрия. Результаты о практическом использовании йодида натрия также не встречались. Также достигнуты высокие электрохимические показатели исследуемых батарей за счет применения солевых катодных материалов. Изучены морфология и состав электродов после разряда, а также механизмы процессов, протекающих в электрохимических системах.

### Список литературы

1. Pan H., Hu Y. S., Liqun C. Room-temperature stationary sodium-ion batteries for large-scale electric energy storage // Energy and environmental science. – 2013. – Vol. 6 – P. 2339 - 2352.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЯЗКОСТИ РАСПЛАВОВ СИСТЕМЫ $Y_2O_3-Fe_2O_3-(PbO-B_2O_3-BaO-BaF_2)$

*Муконина Е.В.*

*Шевченко О.Н.*, к.т.н., доцент

*Белый А.В.*, к.х.н., доцент

Донбасская Национальная академия строительства и архитектуры, г. Макеевка  
*chemistry@donnasa.ru*

Благодаря созданию искусственных монокристаллических пленок феррит-гранатов, обладающих уникальными магнитными свойствами, в современной электронике получили развитие новые научно-технические направления. Применение подобных материалов существенно влияет на развитие таких отраслей, как радиотехника, приборостроение, робототехника, вычислительная техника.

Несомненное влияние на кристаллографические и физические свойства монокристаллических пленок феррит-гранатов оказывает среда выращивания. Поэтому проблема получения гранатовых пленок с необходимыми характеристиками не может быть решена без исследования реологических свойств расплавов.

Существующие данные немногочисленны и имеют большой разброс по величинам. Учитывая, что подобные данные необходимы для понимания строения расплава, существа протекающих кристаллизационных процессов и обоснованного выбора режимов кристаллизации, были проведены исследования, целью которых являлось получение информации о зависимости вязкости расплавов системы  $Y_2O_3-Fe_2O_3-(PbO-B_2O_3-BaO-BaF_2)$ , от состава и температуры.

Эксперименты показали, что в расплавах системы  $Y_2O_3-(PbO-B_2O_3-BaO-BaF_2)$  в исследованном диапазоне температур и концентраций вязкость возрастает с увеличением концентрации оксида иттрия и с понижением температуры. При этом температурная зависимость вязкости в исследованном диапазоне составов и температур представляет собой кривую линию с перегибом в области 929-998°C. Известно, что изменения физико-химических свойств веществ при изменении состава или температуры связаны с протеканием фазовых переходов. Очевидно, в данном случае изменение вязкости связано с достижением температуры ликвидуса расплава, что подтверждается данными, полученными ранее по измерению электропроводности этих расплавов и в ходе термического анализа.

Подобная зависимость вязкости от температуры наблюдается и в расплавах системы  $Fe_2O_3-(PbO-B_2O_3-BaO-BaF_2)$ . Однако зависимость вязкости от концентрации оказалась сложной – при концентрациях оксида

железа меньше эвтектики, вязкость уменьшается с увеличением концентрации  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , достигая минимума в эвтектической точке, а затем начинает повышаться с дальнейшим увеличением концентрации, иначе говоря изотермы вязкости имеют экстремум в эвтектической точке, что подтверждает достоверность квазибинарной диаграммы плавкости, построенной ранее по изменению электропроводности, а также в ходе термического анализа.

Энергии активации вязкого течения находятся в диапазоне 60-110 кДж/моль, при этом энергии активации вязкого течения в растворах оксида иттрия существенно выше таковых в растворах оксида железа. Рассчитанные величины подтвердили предположение об усилении ассоциации в расплаве с увеличением концентрации гранатообразующих оксидов.

Характерной особенностью зависимостей вязкости от температуры является существование перегиба в области  $\sim 940^\circ\text{C}$  во всех сериях измерений. Однако идентифицировать причины такого поведения с помощью доступных методов не удалось, поскольку ни метод закалок с последующим микроскопическим анализом, ни химический анализ проб до и после указанной температуры не выявили существенной разницы в состоянии расплавов. Скорее всего, это явление связано с изменениями в структуре растворителя в этой области температур, поскольку наблюдается и при отсутствии оксида железа. Однако, для подтверждения данного предположения необходимо провести дополнительные исследования фазового состава расплава. Несмотря на эту особенность, зависимости вязкости от температуры в области выше ликвидуса, также как и в случае с оксидом иттрия, с достаточной точностью описываются прямыми линиями с высокими коэффициентами корреляции.

Анализ аналитических уравнений, описывающих зависимости вязкости от температуры показал, что если принять значение вязкости равным нулю, то политермы исследованных составов пересекут ось температур в интервале  $1109-1170^\circ\text{C}$  для растворов оксида иттрия, и  $1448-1472^\circ\text{C}$  для растворов оксида железа. Вязкость становится равной нулю в критическом состоянии вещества, когда давление пара вещества над жидкостью равно давлению внутри жидкости и исчезает граница между жидкостью и паром. При таких низких значениях температуры и атмосферном давлении трудно ожидать достижения истинного критического состояния, тем более, если учесть, что в состав растворов-расплавов входят достаточно тугоплавкие оксиды. Подобное явление наблюдалось и в других гранатообразующих расплавах. Учитывая характер изменения изотерм, можно утверждать, что при достижении указанных температур вязкость расплавов практически не зависит от состава вследствие усиления теплового движения молекул и уменьшения внутреннего трения в этих расплавах. Однако, проверить это утверждение пока не представляется возможным в силу технических ограничений доступного оборудования.

Анализ закристаллизовавшейся массы после завершения эксперимента показал, что при растворении отвердевшего раствора-расплава оксида иттрия в

разбавленной азотной кислоте кристаллические соединения не были обнаружены. Вероятно, концентрация оксида иттрия критически мала для образования продуктов кристаллизации, или они растворимы в растворе кислоты. Поэтому для изучения фазообразования в этом растворе, в качестве объекта рентгенофазового анализа использовался отвердевший раствор-расплав оксида иттрия.

Из растворов оксида железа в расплаве  $\text{PbO-B}_2\text{O}_3\text{-BaO-BaF}_2$  были получены кристаллы черного цвета, химический анализ которых показал, что основным соединением (>95 масс%) является гексаферрит бария (рис.1)

Таким образом, в ходе экспериментов были выращены монокристаллы с высокой степенью структурного совершенства, что позволяет предложить исследованную систему в качестве ростовой системы не только для жидкофазной эпитаксии, но и для получения объемных кристаллов.

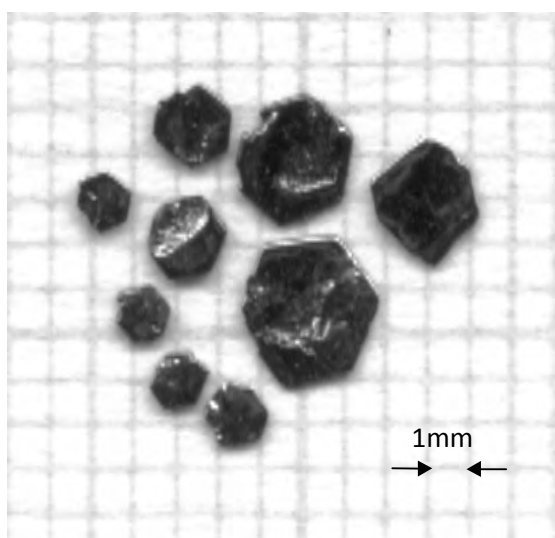


Рис.1. Микрофотографии монокристаллов гексаферрита бария  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ ,  $\times 8$ .

#### Список литературы:

1. Виттинг Л.М. Высокотемпературные растворы-расплавы. - М.: Изд-во МГУ, 1991. -221с.
2. Френкель Я.И. Кинетическая теория жидкостей. Отв. ред. Н.Н. Семенов и А.Е. Глауберман - Л.: Наука Ленингр. отд., 1975.- 592с.
3. Амбразон А.А. Поверхностно-активные вещества. Свойства и применение. – 2-е издание перераб. и доп. – Л.: Химия, Ленингр. отд., 1981. – 304с.
4. Смирнов М.В., Хохлов В.А., Антонов А.А. Вязкость расплавленных галогенидов щелочных металлов и их бинарных смесей. – М.: Наука, 1979. – 102 с.

## КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ЭНЕРГИИ ДИССОЦИАЦИИ СВЯЗИ И ЭНТАЛЬПИЙ ОБРАЗОВАНИЯ ГИДРОПЕРОКСИДОВ

*Павленко Р.Р.*

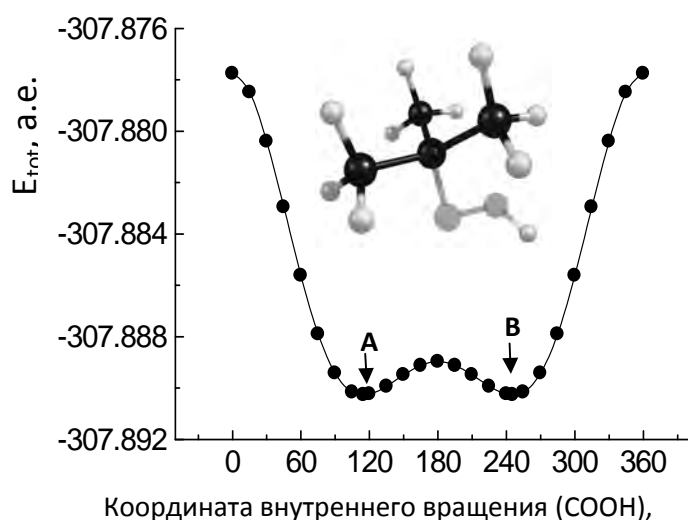
*Туровский Н.А.*, канд. хим. наук, доцент

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*NA.Turovskij@gmail.com*

Термохимические характеристики гидропероксидов – исходные величины для вычисления тепловых эффектов их реакций, энтальпий образования окси- и перокси-радикалов, прочности О-О - связи – обеспечивают возможность количественно охарактеризовать их термические превращения и реакционную способность. Нестабильность органических гидропероксидов затрудняет перевод их в газовую фазу, что ограничивает и набор гидропероксидов, для которых получены экспериментально термохимические данные. Применение методов квантовой химии для расчета термохимических характеристик гидропероксидов выглядит весьма привлекательным, если принимать во внимание трудность, а подчас и невозможность экспериментального определения стандартных энтальпий образования ( $\Delta H_f^\circ$ ) для некоторых соединений участвующих в реакциях образования и превращения гидропероксидов.

Органические гидропероксиды являются структурно лабильными соединениями. Поэтому, прежде всего целесообразно изучить конформационный состав исследуемого объекта и величины барьеров внутреннего вращения. Разность энергий конформеров определяет состав их конформационной смеси, а величина барьера внутреннего вращения контролирует скорость конформационных превращений. На рисунке

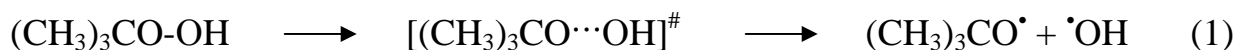


приведено изменение энергии трет-бутилгидропероксида при изменении конформации гидропероксидного фрагмента COOH. Расчет энергии выполнен на уровне MP2/6-31G(d,p) теории неэмпирической квантовой химии. Конформационная смесь трет-бутилгидропероксида, вследствие внутреннего вращения -О-Н связи вокруг

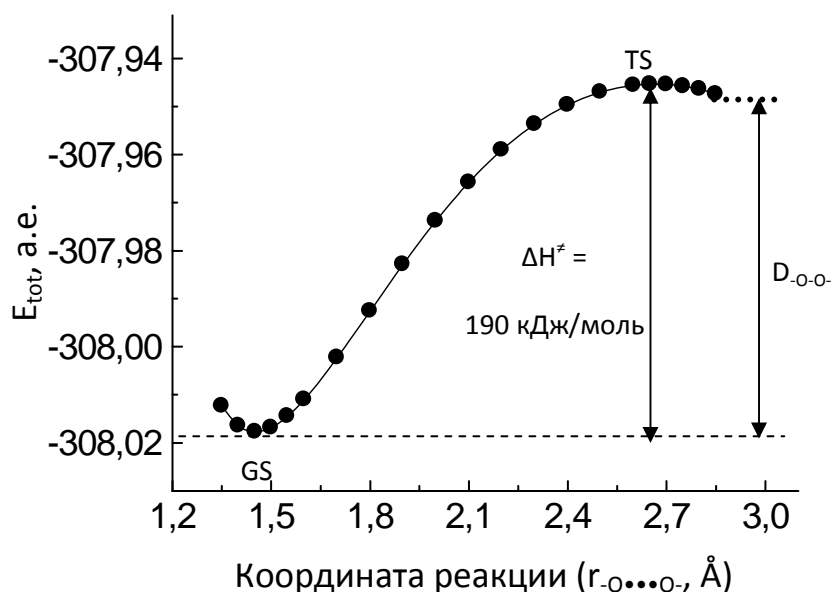
О-О- связи, состоит из двух конформеров, конформера А и конформера В, которые разделены *цис*-барьером ( $V_{\text{цис}}$ ) и *транс*-барьером ( $V_{\text{транс}}$ ) внутреннего вращения. Величина  $V_{\text{транс}} = 3.4$  кДж/моль, а  $V_{\text{цис}} = 32.9$  кДж/моль.



Реакция гомолиза трет-бутилгидропероксида изучена в соответствии со схемой (1).



Для этого было определено структуру равновесного состояния tBuOOH (GS-состояние коформера A), равновесную структуру переходного состояния (TS- состояние) и равновесную структуру HO<sup>•</sup> и (CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>C-O<sup>•</sup> радикалов. Кроме того построен путь гомолиза трет-бутилгидропероксида в соответствии со схемой 1. Пероксидная связь изменялась от 1.3 Å до 2.8 Å с шагом 0.1 Å, а в окрестности минимума и максимума энергии с шагом 0.05 Å.



На пути реакции гомолиза tBuOOH локализовано переходное состояние (TS). Разность энергии TS и исходного состояния это энтальпия активации, а разность суммы энергии радикалов и исходного состояния это энтальпия реакции, которая соответствует прочности пероксидной связи.

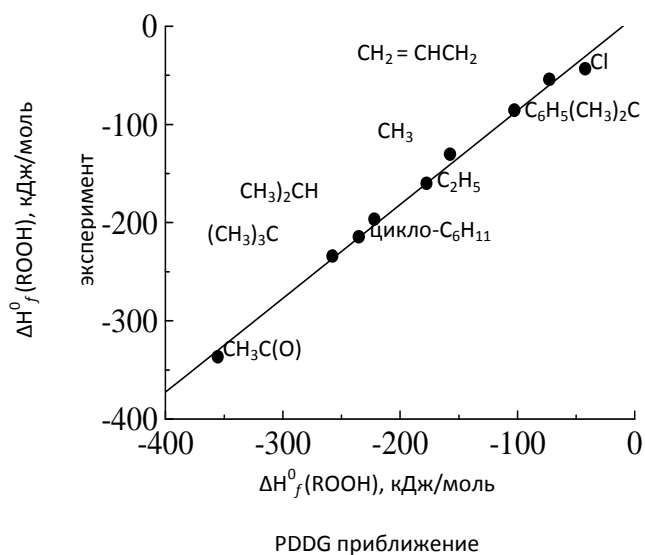
Рассчитанная энтальпия активации гомолиза трет-бутилгидропероксида (табл.) удовлетворительно согласуется с ее экспериментальной величиной полученной в газофазной реакции и равной 180 кДж/моль.

Таблица

Энергия исходного (GS) и переходного состояний (TS) и энтальпия активации ( $\Delta H^\ddagger$ ) гомолиза трет-бутилгидропероксида рассчитанная на уровне MP2 теории неэмпирической квантовой химии

Уровень теории квантовой химии	$E_{\text{tot},0}$ , а.е.		$\Delta H^\ddagger$ реакции (3.19)	
	GS: ROOH	TS: [RO $\cdots$ OH] $^\ddagger$	а. е.	кДж/моль
UMP2/6-31G(d,p)	-307.89026	-307.81515	0.07511	197.3
UMP2/6-311G(d,p)	-308.01768	-307.94536	0.07232	189.9
UMP2/6-311+G(d,p)	-308.02984	-307.95917	0.07067	185.6
UMP2/6-311++G(d,p)	-308.03058	-307.95989	0.07069	185.7
Термолиз в газовой фазе (эксперимент)				180.0

Установлено, что прочность пероксидной связи гидропероксидных соединений линейно зависит от их стандартной энтальпии образования. Получены количественные соотношения этой зависимости, которые пригодны для прогнозирования энергии газофазной гомолитической диссоциации гидропероксидов на основе рассчитанных в приближении PDDG, PM6, PM3, AM1 полуэмпирической квантовой химии величин  $\Delta_f H^\circ$  исследуемых гидропероксидных соединений.



Выявлена линейная зависимость между экспериментальными  $\Delta_f H^\circ$  гидропероксидов и рассчитанными в приближении PDDG, PM6, PM3, AM1 полуэмпирической квантовой химии величинами  $\Delta_f H^\circ$  исследуемых гидропероксидных соединений. Показано, что  $\Delta_f H^\circ$  оксирадикалов являются линейной функцией  $\Delta_f H^\circ$  соответствующих гидропероксидных соединений. Установлено, что энтальпия образования трет-бутилгидропероксида, рассчитанная с использованием изодесмических реакций удовлетворительно согласуется с экспериментальной величиной.

В докладе анализируется взаимосвязь энергии пероксидной связи со стандартной энтальпией образования гидропероксидных соединений. Сочетание принципов QSPR методологии и полуэмпирической квантовой химии позволило получить ряд QSPR - уравнений пригодных для прогнозирования термодинамических свойств гидропероксидных соединений и радикальных продуктов их разложения. Это открывает путь к оценке энергий диссоциации пероксидных связей в группах, входящих в состав полимеров и биополимеров. Результаты полученные сочетанием QSPR методологии и полуэмпирической квантовой химии хорошо согласуются с соответствующими экспериментально измеренными или оцененными на основе экспериментальных измерений величинами как  $D_{\text{O-O}}$  так и  $\Delta_f H^\circ$  гидропероксидных соединений.

## АНТИКОРРОЗИОННАЯ ЗАЩИТА АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭПОКСИДНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ И БЕНЗОТРИАЗОЛА

*Сайфутдинова М.В.*

*Михальчук В.М.*, д.х.н., профессор

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

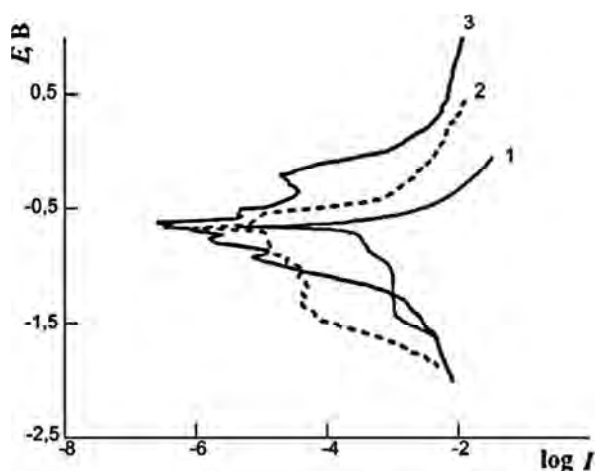
*sayfutdinovam@list.ru*

Одним из путей решения проблемы коррозии металла является использование защитных полимерных композиционных материалов. Эффективные антикоррозионные покрытия для металлических сплавов получают с использованием золь-гель метода. Технология *in situ* является самым успешным способом получения наноразмерных диоксида кремния и диоксида титана, которые находят широкое применение благодаря их химической инертности, нетоксичности и низкой стоимости. Кроме высоких барьерных свойств композиты, синтезированные с использованием золь-гель технологии, являются термостабильными, что позволяет использовать их при повышенных температурах. Однако, несмотря на уникальные свойства полимерных композитов, ученые постоянно пытаются совершенствовать их состав, внедряя наиболее эффективные ингибиторы в матрицу, например, 1,2,3-бензотриазол (БТА). Тем не менее сведения о влиянии бензотриазола на свойства эпоксидных кремний- и титаноксидных композитов, полученных золь-гель методом, на данный момент довольно скудны. Целью данной работы было получение защитных покрытий на основе эпоксидных композитов разных способов отверждения, а также изучение влияния органического ингибитора коррозии 1,2,3-бензотриазола на защитные свойства материалов.

В качестве исходных соединений для получения эпоксидного полимера и полимерной матрицы композитов использовали: низковязкую эпоксидную смолу EPONEX 1510, аминный отвердитель AMCAMINE 2579, а также катализаторы катионной полимеризации – 15 %-ный раствор трифторида бора в диэтиленгликоле и комплекс трифторида бора с бензиламином. Кремнезёмную и титаноксидную составляющую композиционных материалов формировали гидролитической поликонденсацией тетраэтоксисилана и тетрабутоксидом титана соответственно.

Для оценки стойкости тонких (10 мкм) композиционных покрытий на поверхности алюминиевого сплава Д16 к условиям повышенной влажности и переменной температуры проводили т.н. «климатические» испытания. Установлено, что по сравнению с немодифицированными полимерными покрытиями более устойчивыми к воздействию переменной температуры и повышенной влажности являются образцы, покрытые композитами, в которых содержание неорганического наполнителя не превышает 2 масс. %.

Потенциодинамическим методом получены электрохимические характеристики покрытий на основе эпоксидных композитов аминного отверждения и катионной полимеризации на поверхности алюминиевого сплава. Вид полученных поляризационных кривых, соответствующих металлическому образцу без покрытия и образцам с нанесенными композиционными покрытиями, заметно отличается друг от друга (рисунок 1). Кривые, соответствующие покрытым пластинам, имеют выраженную область пассивации плотности тока коррозии. Это значит, что наличие исследуемых покрытий действительно создает физический барьер для воды и коррозионных агентов (хлорид-ионов), т.е. блокирует электрохимический процесс.



1 – непокрытый Д16. Содержание  $\text{TiO}_2$ : 2 – 0; 3 – 1,5 масс. %

Рис. 1. Потенциодинамические кривые электрохимической коррозии алюминиевого сплава Д16

Получены также композиционные покрытия, содержащие органический ингибитор коррозии металлов. Экспериментально установлено, что бензотриазол следует вводить в систему путём добавления его в растворитель в количестве, не превышающем 1 масс. %. На поверхности образцов полимера и композита аминного отверждения с содержанием БТА, превышающем указанное, наблюдались сильные отслоения и коррозия, в отличие от полимерного покрытия, в котором концентрация 1,2,3-бензотриазола составляла 1 масс. %: в этом случае количество дефектов испытываемой поверхности было меньше.

Таким образом, БТА в составе исходного полимера и эпоксидных композитов проявляет защитные свойства на металлической поверхности: антикоррозионное сопротивление подложки повышается от 0,25 до 44 и 70  $\text{кОм}\cdot\text{см}^2$  при использовании композиционных покрытий аминного отверждения и катионной полимеризации соответственно. Добавляя 1,2,3-бензотриазола в указанной концентрации в состав полимерных композиционных покрытий путём предварительного его растворения в растворителе, удалось снизить плотность тока коррозии практически на три порядка и достигнуть эффективности антикоррозионной защиты сплава 99,4-99,7 %.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПАР НАТРИЙ–ПИРИТ И НАТРИЙ–ОКСИД В КАЧЕСТВЕ ХИМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА

*Слободян Э. П.*

*Д. С. Линник; В. М. Михальчук, д.х.н., проф.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*elvira97437@gmail.com*

Несмотря на быстрые темпы внедрения литиевых первичных источников тока в бытовые устройства, львиную долю рынка занимают менее эффективные щелочные цинк-марганцевые гальванические элементы. Обусловлено это не только высокой себестоимостью лития и его прекурсоров, но и повышенным начальным напряжением разряда, зачастую превышающим 2 В. Последние несколько лет внимание ученых ориентировано на создание новых источников тока с металлическим натрием в качестве анода.

Большинство исследовательских работ по применению натриевых анодов аналогичны работам по литиевым системам, так как используются в качестве окислителей аналогичные катодные пасты. Главным отличием от литиевых источников тока системы с натриевым анодом является меньшее значение ЭДС, поэтому ряд окислителей неприменим в натриевых источниках тока, в частности большинство оксидов переходных металлов. Еще одним ограничением их применения является больший ионный радиус натрия, что исключает процесс интеркалирования во многие катодные материалы.

Меньшая внутривещечная подвижность катиона натрия приводит к снижению удельной емкости материала. Отчетливо это можно наблюдать в системах с оксидом меди, где емкость материала снижается до  $280 \text{ mA}\cdot\text{ч}\cdot\text{г}^{-1}$  при конечном напряжении разряда 0,9 В [1]. Поэтому большинство исследовательских работ ориентированы на применение сульфидных катодных материалов. Так, в некоторых работах для увеличения активности катодного материала применяли дисульфиды олова и молибдена из-за больших параметров кристаллической решетки. Однако рабочее напряжение натриевых систем составляет около 1 В, поэтому данные материалы предпочтительней использовать в качестве анодных материалов [2-4].

Дисульфид железа, хорошо зарекомендовавший себя в литиевых источниках тока, имеет высокие разрядные показатели в паре с металлическим натрием [5, 6]. Одним из главных недостатков пирита в литиевых источниках тока является повышенное начальное разрядное напряжение, а наноразмерные порошки дисульфида железа характеризуются разрядным напряжением 1,78 В. Замена лития на натрий устраняет этот недостаток, и рабочее напряжение систем варьируется от 1,5 В до 1,2 В. При

этом емкость материала составляет  $300-500 \text{ mA}\cdot\text{ч}\cdot\text{г}^{-1}$  при конечном напряжении разряда  $0,9 \text{ В}$ . Замена пирита на дисульфид никеля не привела к существенному изменению емкости, однако удельные электрохимические показатели повысились, в частности, начальное разрядное напряжение увеличилось до  $2,5 \text{ В}$  [7].

В качестве катодной пасты использовали наноструктурированный материал с размером частиц окислителя от  $20$  до  $50 \text{ нм}$ , а в качестве токопроводящей добавки использовали монослойный графен, который также препятствовал агрегированию частиц окислителя.

В данной работе разработаны методики получения сульфидов и оксидов переходных металлов в качестве катодных материалов для натриевых « $1,5$ -вольтовых» источников тока. Полученные по данным методикам материалы обладают минимальным размером частиц и являются нестехиометрическими соединениями. Данные катодные материалы являются промежуточными соединениями восстановления пиритов в натриевых источниках тока. Установлено, что электрохимические показатели источников тока на основе сульфидов выше, чем систем на основе пиритов, исключение составляет сульфид железа.

Пириты и оксиды характеризуются максимальной теоретической емкостью, однако данных показателей не удалось достичь в натриевых источниках тока. Дисульфид никеля характеризуется большей емкостью и активностью, так как параметр решетки  $a$  больше, чем у дисульфида железа, что в значительной степени облегчает процесс интеркалирования ионов натрия в структуру пирита.

Гальванический элемент на основе сульфида состава  $\text{CuS}$  имеет наивысшие электрохимические показатели. Напряжение холостого хода ячейки составляет  $2,9 \text{ В}$  ( $100\%$  емкости), среднее значение напряжения при емкости батареи  $50\%$  составляет  $1,55 \text{ В}$ . Разрядная кривая характеризуется наличием двух электрохимических процессов, где при переходе наблюдается снижение напряжения. Также данный переход протекает при степени разряда батареи  $50\%$ . В свою очередь это подтверждает тот факт, что повышенное напряжение системы обусловлено большей энергией Гиббса окислителя, чем в его кристаллической фазе. Теоретические значения ЭДС для систем  $\text{Na-Cu}_2\text{S}$  и  $\text{Na-CuS}$  составляют  $1,41$  и  $1,58 \text{ В}$  соответственно.

Дальнейшее увеличение содержания серы приводит к снижению значений ЭДС и напряжения при степени разряда  $50\%$ . Также наблюдается и снижение токоддачи системы по сравнению с сульфидом меди (II). Однако, емкость катодного материала при этом увеличивается на  $10\%$ , с  $440 \text{ mA}\cdot\text{ч}\cdot\text{г}^{-1}$  до  $580 \text{ mA}\cdot\text{ч}\cdot\text{г}^{-1}$ .

Установлено, что максимальной степенью конверсии, при малых токах нагрузки, характеризуются порошки наноструктурированных сульфидов меди и дисульфида железа.

Оптимальными показателями для натриевых « $1,5$ -вольтовых» батарей обладают катодные материалы на основе сульфида меди

нестехиометрического состава с микронным размером частиц и наноструктурированного дисульфида никеля.

### Список литературы

1. Yang, S. Engraving copper foil to give large-scale binder-free porous CuO arrays for a high-performance sodium-ion battery anode [Text] / S. Yang, X. Huang, H. Ma, H. Wang, F. Meng, X. Zhang // *Advanced materials*. – 2014. – Vol. 26. – P. 2273-2279.
2. Qu, B. Layered SnS<sub>2</sub>-Reduced graphene oxide composite – A high-capacity, high-rate, and long-cycle life sodium-ion battery anode material [Text] / B. Qu, C. Ma, G. Ji, J. Xu, Y. Meng, T. Wang, J. Lee // *Advanced materials*. – 2014. – Vol. 26. – P. 3854-3859.
3. Park, J. Discharge mechanism of MoS<sub>2</sub> for sodium ion battery: Electrochemical measurements and characterization [Text] / J. Park, J. Kim, J. W. Park, T.-H. Nam, K.-W. Kim, J.-H. Ahn, G. Wang, H.-J. Ahn // *Electrochemical acta* – 2013. – Vol. 92. – P. 427-432.
4. Lamuel, D. MoS<sub>2</sub>/Graphene composite paper for sodium-ion battery electrodes [Text] / D. Lamuel, B. Romil, S. Gurpreet // *ACS Nano*. – 2014. – Vol. 8. – P. 1759-1770.
5. Kitajou, A. Discharge/charge reaction mechanism of a pyrite-type FeS<sub>2</sub> cathode for sodium secondary batteries [Text] / A. Kitajou, J. Yamaguchi, S. Hara, S. Okada // *Jornal of power sources* – 2013. – Vol. 247. – P. 391-395.
6. Hu, Z. Pyrite FeS<sub>2</sub> for high-rate and long-life rechargeable sodium batteries [Text] / J. Hu, Z. Zhu, F. Cheng, K. Zhang, J. Wang, C. Chen, J. Chen // *Energy and environmental science*. – 2015. – Vol. 8. – P. 1309-1316.
7. Wang, T. Nickel disulfide-graphene nanosheets composites with improved electrochemical performance for sodium ion battery [Text] / T. Wang, P. Hu, H. Du, Z. Zhang, X. Wang, S. Chen, J. Xiong, G. Cui // *ACS Applied materials and interfaces*. – 2016. – Vol. 3. – P. 1-25.

## ГИДРОКСИБЕНЗОЛЫ В РЕАКЦИЯХ СВОБОДНОРАДИКАЛЬНОГО ЗАМЕЩЕНИЯ

*Тулупова Н. А.*

*Белый А. В.*, к.х.н., доцент

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

*a.v.belyj@gmail.com*

Класс гомолитических реакций включает большое число процессов, которые можно представить как замену одного радикала или атома на другой радикал или атом. К ним относятся важнейшие радикальные процессы, начиная от цепных реакций окисления органических веществ и материалов на их основе и заканчивая радикальными превращениями с участием активных форм кислорода в окружающей среде и организме человека. Такие реакции свободнорадикального замещения могут проходить по разным механизмам, знание которых позволит управлять ходом и направлением процесса, оптимизировать условия его проведения.

Целью данной работы является квантово-химическое исследование структуры переходного состояния и механизма реакции природных гидроксибензолов (PhOH) с азотцентрированным радикалом 2,2'-дифенил-1-пикрилгидразилом (DPPH<sup>•</sup>) в бензоле и диметилсульфоксиде (ДМСО).



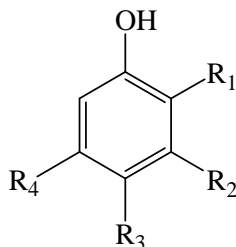
Ранее считалось, что взаимодействие фенольных антиоксидантов с радикалами в органических средах протекает исключительно по механизму отрыва атома водорода НАТ (Hydrogen Atom Transfer) как одновременный перенос электрона и протона с одной атомной орбитали антиоксиданта на радикал. Благодаря детальному исследованию структуры переходного состояния реакции удалось установить, что возможен и другой путь – сопряженный перенос электрона и протона с разных атомных орбиталей фенола на радикал (Proton-Coupled Electron Transfer PCET).

В рамках теории функционала плотности (DFT) с использованием гибридного функционала B3LYP с базисами 6-311G и 6-311++G(d,p) были рассчитаны характеристики реагентов (R), предреакционных комплексов (RC), переходных состояний (TS) и продуктов (P) реакции (1) (пакет Gaussian 09). Расчеты проводились в газовой фазе и с учетом растворителя (бензол, ДМСО) с использованием модели поляризованного континуума PCM/UFF. Расчетные кинетические и активационные параметры реакции PhOH с DPPH<sup>•</sup> сравнивали с аналогичными экспериментальными величинами, полученными методом УФ-спектроскопии в бензоле и ДМСО при T=293±2K.

Установлено, что в TS реакции (1) рвущиеся O–H связи реакционного



центра увеличиваются в пределах 18–20% относительно изолированной молекулы соответствующего антиоксиданта, а образующиеся связи N–H относительно дифенилпикрилгидразина – на 35–40%, то есть переходное состояние реакции можно отнести к так называемому «раннему переходному состоянию», свойства которого зависят от характеристик исходных фенолов.



- 1 – R<sub>1</sub>=OH, R<sub>2</sub>=R<sub>3</sub>=R<sub>4</sub>=H – пирокатехин;
- 2 – R<sub>2</sub>=OH, R<sub>1</sub>=R<sub>3</sub>=R<sub>4</sub>=H – резорцин;
- 3 – R<sub>1</sub>=R<sub>3</sub>=H, R<sub>2</sub>=OH, R<sub>4</sub>=CH<sub>3</sub> – орцин;
- 4 – R<sub>3</sub>=OH, R<sub>1</sub>=R<sub>2</sub>=R<sub>4</sub>=H – гидрохинон;
- 5 – R<sub>3</sub>=OCH<sub>3</sub>, R<sub>1</sub>=R<sub>2</sub>=R<sub>4</sub>=H – метиловый эфир гидрохинона;
- 6 – R<sub>1</sub>=R<sub>2</sub>=OH, R<sub>3</sub>=R<sub>4</sub>=H – пирогаллол;
- 7 – R<sub>2</sub>=R<sub>4</sub>=OH, R<sub>1</sub>=R<sub>3</sub>=H – флороглюцин;
- 8 – R<sub>1</sub>=R<sub>3</sub>=OH, R<sub>2</sub>=R<sub>4</sub>=H – оксигидрохинон

В общем в реакции PhOH с DPPH<sup>•</sup> структура TS отклоняется от «идеальной» конфигурации, характерной для PCET, что может быть связано с пространственными затруднениями со стороны гидразильного радикала.

Анализ термодинамических параметров показал, что энтальпия активации ( $\Delta H_{\text{calc}}^{\#}$ ), рассчитанная в газовой фазе (табл.) и бензоле, коррелирует с экспериментальной энергией активации ( $E_{\text{a(exp)}}$ ), что свидетельствует о соответствии полученного переходного состояния лимитирующей стадии исследуемой реакции:

$$\Delta H_{\text{calc}}^{\#} = (13,8 \pm 0,5) + (0,67 \pm 0,02) E_{\text{a(exp)}}, \quad r = 0,997; \quad r^2 = 0,995.$$

При переходе к более полярному растворителю энтальпия и энергия Гиббса активации ( $\Delta G_{\text{calc}}^{\#}$ ) возрастают, а значит протекание реакции (1) по механизму НАТ будет затрудняться.

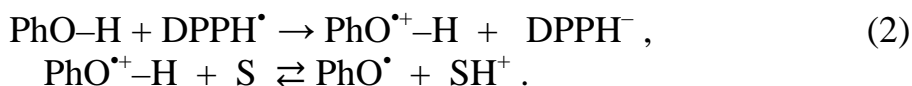
Таблица

Расчетные (газовая фаза, T=298 К) и экспериментальные (бензол, T=293±2 К) значения активационных параметров реакции гидроксibenзолов с радикалом DPPH<sup>•</sup> в разных средах

Соединение	$\Delta H_{\text{ca}}^{\#}$ lc	$\Delta S_{\text{cal}}^{\#}$ c	$\Delta G_{\text{ca}}^{\#}$ lc	$E_{\text{a(exp)}}$
1 – пирокатехин	25,9	-180	78,6	17±1
2 – резорцин	38,8	-163	87,6	38±2
3 – орцин	40,8	-139	82,4	40±2
4 – гидрохинон	23,6	-164	72,5	15±1
5 – метиловый эфир гидрохинона	22,0	-165	70,7	12±1
6 – пирогаллол	21,3	-174	72,5	10±1
7 – флороглюцин	41,4	-164	90,5	41±2
8 – оксигидрохинон	20,5	-178	72,7	12±2

Примечание.  $\Delta H_{\text{calc}}^{\#}$ ,  $\Delta G_{\text{calc}}^{\#}$ ,  $E_{\text{a(exp)}}$  в кДж·моль<sup>-1</sup>;  $\Delta S_{\text{calc}}^{\#}$  в Дж·моль<sup>-1</sup>·К<sup>-1</sup>.

Однако экспериментально было показано, что в ДМСО величины констант скоростей реакции возрастают, а поскольку при этом не наблюдается дейтериевый изотопный эффект, то можно говорить о появлении в полярном растворителе более быстрого конкурирующего механизма переноса электрона на радикал с последующей передачей протона молекуле растворителя (S) – ET–PT (Electron Transfer – Proton Transfer):



Для количественного рассмотрения переноса заряда между фенольным и радикальным фрагментами в RC и TS были использованы обобщенный и расширенный методы анализа разложения заряда на составляющие – GCDA и ECDA, реализованные в Multiwfn 3.3.9. Для определения атомных орбиталей, вовлеченных в перенос заряда между фрагментами, проводили разложение граничных молекулярных (МО) в приближении метода натуральных атомных орбиталей (NAO).

Установлено, что во всех средах вклад 1s-орбитали атома Н незначителен (0,01–0,8% в зависимости от среды). В бензоле перенос электрона происходит с участием 2p<sub>z</sub>-орбиталей, ориентированных перпендикулярно оси связи O...H...N, протон перемещается от σ-орбитали O, что является характерным для механизма PCET.

В ДМСО картина меняется – уменьшается вклад 2p<sub>z</sub>-орбиталей, существенную роль начинают играть орбитали 2p<sub>x</sub> и 2p<sub>y</sub> атома O и 2p<sub>x</sub> атома N, то есть перенос электронной плотности в ДМСО происходит, вероятно, не только через взаимодействие неподеленных электронных пар на O и N, но и через взаимодействие σ-р-орбиталей O и N, расположенных в плоскости атомов реакционного центра. Такие изменения могут быть связаны с появлением в полярных средах конкурирующего механизма ET–PT (2), а протекание реакции PhOH с DPPH<sup>•</sup> по механизму PCET (1) становится маловероятным.

# СОДЕРЖАНИЕ

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

<i>Горецкий О.С., Ярошенко Н.Н., Прокопенко Е.В.</i> История развития зоологических исследований в Донецком национальном университете .....	5
<i>Рева М.В.</i> Памяти доктора биологических наук, профессора Зинаиды Васильевны Усовой (09.08.1924 – 04.10.2013) .....	9
<i>Приходько С.А., Глухов А.З., Остапко В.М.</i> Развитие научной школы промышленной ботаники в Донецком ботаническом саду .....	12
<i>Сафонов А.И.</i> Роль российских научных школ в формировании образовательного информационного поля студентов биологического факультета ДонНУ .....	14
<i>Сафонов А.И., Глухов А.З.</i> Формирование фитомониторинговых программ в Донбассе на основе научных школ России .....	16

### Секция «Биофизика»

<i>Губарев А.А., Мицкан В. В.</i> Формирование диссипативных структур вдали от границы потери равновесия пространственно однородными распределениями плотностей в распределённой модели типа хищник–жертва .....	20
<i>Кладько Д.В., Легенький Ю.А.</i> Влияние постоянного магнитного поля на захват магнитных наночастиц и жизнедеятельность <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	24
<i>Кольченко О.Р., Корниенко В.О.</i> <i>Acer platanoides</i> L. в условиях техногенной нагрузки г. Донецка .....	26
<i>Кольченко О.Р., Сирюк Ю.А.</i> Изменение содержания фотосинтетических пигментов под воздействием магнитного поля .....	29
<i>Корниенко В.О.</i> Исследование устойчивости <i>Betula pendula</i> Roth в условиях ветровых нагрузок в г. Донецке .....	31
<i>Корниенко В.О., Николаева А.В., Елизаров А.О.</i> Исследование биомеханических свойств деревьев из коллекции тропических и субтропических растений Донецкого ботанического сада .....	33
<i>Корниенко В.О., Приходько С.А.</i> Оценка аварийности древесных насаждений в городской среде на примере <i>Platanus acerifolia</i> (AITON) WILLD .....	35
<i>Корощенко М.Н.</i> Акустические шумы урбанизированных территорий на примере г. Донецка .....	37
<i>Пророченко И.И., Кладько Д. В., Катиуков Р.А.</i> Исследование особенностей распределения компонентов коллоидного раствора при дегидратации в магнитном поле.....	40
<i>Протасевич Е.В., Корниенко В.О.</i> Влияние ионизирующего излучения на архитектуру <i>Quercus robur</i> L .....	43
<i>Солопов М.В., Беспалова С.В., Легенький Ю.А.</i> Ускоренный метод получения жизнеспособных магнитомаркированных клеток <i>Saccharomyces cerevisiae</i> для их использования в качестве смарт-биосорбента .....	45
<i>Таболитч А.А., Асимов М.М.</i> Физические основы для создания прибора для физиотерапии с использованием комбинированного магнитного и акустико-оптического воздействия на оксигемоглобин .....	48
<i>Тарабарова А.Г., Корниенко В.О.</i> Влияние низкочастотной вибрации на онтогенез <i>Zea mays</i> L .....	50
<i>Холодняк Н.П., Калинин О.Г.</i> Оценка состояния центральной гемодинамике при тяжёлой травме .....	52

## Секция «**Ботаника и зоология**»

<i>Авдеева А.В., Сафонов А.И.</i> Подходы российских ученых в изучении пылефильтрующей эффективности дендропарковых насаждений промышленного города в Донбассе ....	54
<i>Андрющенко А.И., Гридько О.А.</i> Особенности вегетативного размножения некоторых видов и сортов рода <i>Juniperus</i> L. ....	57
<i>Борисова А.Ю., Гридько О.А.</i> Репродуктивная способность некоторых однолетних видов декоративных злаков в техногенных условиях Донбасса .....	58
<i>Вербий В.В., Гридько О.А.</i> Поиск новых дендроиндикаторов состояния техногенной среды города Донецка .....	59
<i>Виноградова Н.А., Попович В.П., Глухов А.З.</i> Фитохимическое изучение хвои и веток Сосны крымской .....	61
<i>Дикая А.А., Демьяненко Т.В.</i> Представители рода <i>Penstemon</i> Schmidel в коллекции цветочно-декоративных растений ГУ «Донецкий ботанический сад» .....	63
<i>Дикая А.А., Макогон И.В., Демьяненко Т.В.</i> Перспективы использования представителей семейства <i>Scrophulariaceae</i> Juss. в озеленении Донбасса .....	64
<i>Ермолаева С.А., Мирненко Э.И.</i> Оценка состояния сточных вод р. Кальмиус .....	66
<i>Ефремова А.В., Мирненко Н.С.</i> Гидробиологические особенности р. Кальмиус .....	68
<i>Завалий А.А., Стрельников И.И.</i> Оценка использования дескрипторов формы листьев в целях биоиндикации на примере <i>Platanus × acerifolia</i> (Aiton) Willd. ....	69
<i>Загуменный Р.А., Николаева А.В.</i> Влияние светового и температурного режима на фенофазы видов рода <i>Citrus</i> (L.) в условиях закрытого грунта Донецкого ботанического сада .....	71
<i>Захарова М.С., Сафонов А.И.</i> Онтогенетические стратегии некоторых видов растений на буферной территории РЛП «Донецкий кряж» .....	74
<i>Золотой А.Л., Сафонов А.И.</i> Использование шкал Д.Н. Цыганова для оценки экологических параметров промышленных экотопов г. Донецка .....	76
<i>Исиков А.А., Сафонов А.И.</i> Индикационная значимость сорных видов растений в условиях городской среды .....	78
<i>Калинина А.В., Сафонов А.И.</i> Фитоиндикационный мониторинг на отвалах угольных шахт г. Макеевки, – внедрение данных в образовательную программу .....	80
<i>Киселева Н.С., Николаева А.В.</i> Урожайность и семенная продуктивность <i>Citrus reticulate</i> cv. Unshiu и <i>Citrus reticulate</i> cv. Covano-vase в оранжерейном комплексе ГУ «Донецкий ботанический сад» .....	83
<i>Корощенко М.Н., Сирюк Ю.А.</i> Влияние ультрафиолетового излучения на прорастание семян бобовых растений .....	86
<i>Левченкова А.В., Мирненко Э.И.</i> Роль азотистых соединений в возникновении и развития “цветения” .....	88
<i>Литвинова В.А., Сафонов А.И.</i> Индикационная эколого-ботаническая экспертиза на объектах промышленной собственности в Донбассе на основе методик российских ученых .....	90
<i>Майданченко В.О., Сафонов А.И.</i> Оценка рекреационных территорий промышленного города .....	93
<i>Макуха А.О., Мирненко Э.И.</i> Гидробиологические характеристики прудов Донецкого ботанического сада в летний период .....	95
<i>Мирненко Н.С., Сафонов А.И.</i> Спорово-пыльцевой метод в Донбассе на основе научных рекомендаций ученых России .....	97

<i>Морозова Е.И., Сафонов А.И.</i> Видовой состав, особенности произрастания и морфометрическая характеристика мхов-индикаторов г. Макеевки .....	100
<i>Мудрецова К.В., Стрельников И.И., Приходько С.А., Глухов А.З.</i> Зависимость прироста биомассы от метрических размеров листовых пластинок растений шпината ( <i>Spinacia oleracea</i> L.) .....	102
<i>Никулина Я.Ю., Демьяненко Т.В.</i> Преемственность интродукционных исследований видов р. <i>Passiflora</i> L. в ГУ «Донецкий ботанический сад» .....	104
<i>Печенкина Л.В., Демьяненко Т.В.</i> Разнообразие декоративных лекарственных растений, используемых в зеленом строительстве .....	106
<i>Прохоров К.А., Данильченко О.В.</i> Оценка жизненного состояния древесной растительности пришкольного участка .....	107
<i>Пчеленко О.В., Сафонов А.И.</i> Первичная оценка эстетической ценности видов природной флоры в антропогенно нарушенной среде .....	109
<i>Садловская В.В., Мирненко Н.С.</i> Особенности формирования водорослей «цветения» Первого и Второго городских прудов города Донецка .....	110
<i>Сенина А.В., Сафонов А.И.</i> Критерии ботанико-экологического анализа альпинариев г. Донецка .....	112
<i>Слюсар А.М., Стрельников И.И.</i> Оценка использования критерия Фишера для сравнения величин флуктуирующей асимметрии листьев <i>Platanus × acerifolia</i> (Aiton) Willd. ....	115
<i>Сурова А.В., Мирненко Э.И.</i> Влияние тяжелых металлов на водоросли фитопланктона .....	118
<i>Тараненко А.В., Сафонов А.И.</i> Традиции русского ландшафтного дизайна в зеленом строительстве г. Донецка .....	120
<i>Черных А.А., Мирненко Э.И.</i> Роль поверхностного стока на формирование водорослей «цветения» .....	123
<i>Чумакова И.В., Демьяненко Т.В.</i> Становление интродукционных исследований биологических особенностей суккулентных растений в постсоветском пространстве .....	125
<i>Шульгина Н.С., Сафонов А.И.</i> Оценка антропогенной нагрузки на экотопы по данным структурного фитомониторинга .....	127
<i>Яворская Е.С., Николаева А.В.</i> Апомиксис в роде <i>Ficus</i> L. в условиях оранжерейного комплекса Донецкого ботанического сада .....	129

### **Секция «Зоология и экология»**

<i>Ковалева С.Ю.</i> Фауна и экология дневных булавоусых (Lepidoptera: Rhopalocera) промышленного города на примере г. Макеевки .....	132
<i>Колосова Ю. Е.</i> Панцирные клещи (Acari: Oribatida) заповедника «Меотида» .....	135
<i>Кузичева Н.Н., Амолин А.В., Сасохенус indagator</i> (Diptera: Drosophilidae) в гнездах пчелы <i>Osmia cornuta</i> (Hymenoptera: Megachilidae) на приусадебных участках г. Донецка и г. Харьцызска .....	138
<i>Куликова Н.П., Симакова А.А.</i> Использование шелковичного шелкопряда для биоиндикации техногенного загрязнения окружающей среды .....	140
<i>Левченко И.С.</i> Полужесткокрылые насекомые надсемейства Pentatomoidea (Heteroptera) в составе герпетобия агроценозов Донецкого края .....	142
<i>Семькина О.А.</i> Герпетобионтные жесткокрылые (Insecta: Coleoptera) г. Макеевки .....	144
<i>Терещенко Д.А., Ярошенко Н.Н.</i> Редкие виды прямокрылых (Orthoptera) Донецкой области .....	147

## Секция «Физиология растений»

Бабанина Е. М., Загнитко Ю.П. Зависимость молокосвертывающей активности штамма В-04 гриба <i>Irpex lacteus</i> Fr. от Ph культуральной среды .....	149
Белоенко А.В., Бойко М.И. К ультимирование штаммов гриба <i>Irpex lacteus</i> – продуцентов протеиназ молокосвертывающего действия на среде с молочной сывороткой ....	151
Бобрышев Б.В., Красногрудов А.В. Влияние корня имбиря на органолептические свойства мясных полуфабрикатов .....	153
Голубова Я.В., Ветрова Е.В. Исследование микрофлоры воздуха помещений биологического факультета .....	155
Грановский И.А., Демченко С.И. Динамика активности внеклеточных пероксидаз у природных штаммов гриба <i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq: Fr.) Kumm. ....	157
Гусак А.В., Чайка А.В. Рост календулы лекарственной в условиях загрязнения почвы фторидами и сульфитами при использовании стимуляторов .....	159
Дейнеко О.И., Ткаченко Н.П., Демченко С.И. Влияние азотсодержащей добавки растительного происхождения на хозяйственно-ценные признаки гриба <i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq: Fr.) Kumm. ....	161
Ильчишина М.Г., Бойко М.И. Живая и мертвая вода – миф или реальность? .....	163
Исак В.В., Пискунова А.А., Бойко М.И. Сравнительная характеристика общей целлюлазной активности некоторых дереворазрушающих грибов .....	165
Медяник Е.А., Бойко М.И. Первичный отбор штаммов дереворазрушающих грибов-продуцентов пектолитических ферментов по накоплению биомассы на средах с пектином .....	168
Молодцова Ю.А., Чайка А.В. Активность перекисного окисления липидов штаммов <i>Trametes hirsuta</i> Th-11 и Th-1938 .....	170
Пашков Д. А., Ветрова Е.В. О состоянии проблемы болезней картофеля .....	172
Постникова Г.В., Жушман О.В., Фрунзе О.В. Изменение интенсивности фотосинтеза у проростков некоторых видов газонных трав в условиях загрязнения почвы ионами кобальта и марганца .....	174
Прокопенко О.О., Ткаченко Н.П., Ветрова Е. В. Биологические особенности штамма ДП- 15 <i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.:Fr.) Kumm. ....	177
Рашевский В.В., Бойко М.И. Оптимизация состава питательной среды для культивирования штамма 2433 СМ-1ВФ <i>Irpex lacteus</i> – продуцента протеиназ молоко-свертывающего действия .....	179
Трофимова И.В., Кибкало С.В., Демченко С.И. А ктивность внеклеточной лакказы штаммов гриба <i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.:Fr.) Kumm. при разных условиях культивирования .....	182
Федосенко О.И., Бойко М.И. Сравнительная характеристика скорости роста штаммов <i>Irpex lacteus</i> Fr. при разных значениях температуры .....	184
Цымбал М.Ю., Чайка А.В. Изучение общей антиоксидантной активности ряда ксилотрофных базидиомицетов .....	187
Чемерис О.В. Влияние способа культивирования на ферментативную активность штамма <i>Irpex lacteus</i> 2482 .....	189
Швиндина Е.С., Демченко С.И. штаммовая изменчивость гриба <i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.:Fr.) Kumm. по целлюлозолитической активности .....	191
Шершень Д.В., Чайка А.В. Влияние срока культивирования ксилотрофных грибов на обесцвечивание раствора Methyl Orange .....	192

<i>Яворская К.А., Чемерис О.В.</i> Влияние салициловой кислоты на активность аскорбат-пероксидазы в проростках <i>Pinus sylvestris</i> , инфицированных грибом <i>Heterobasidion annosum</i> .....	194
<i>Яременко А.М., Чайка А.В.</i> Динамика антиоксидантной активности штамма ксилотрофного базидиомицета <i>Trametes hirsuta</i> Th-115 .....	197

### Секция «Физиология человека и животных»

<i>Бердников М.А., Антипов Н.В.</i> Моделирование варикоцеле у крыс в эксперименте.....	200
<i>Богданова С.А., Романенко В.А.</i> Поведенческая адаптация крыс при гипокинетическом стрессе .....	202
<i>Василькова Г.А., Чабанова Н.Б.</i> Оценка композиционного состава тела и фактического питания беременных .....	204
<i>Вельма К.М., Довгялло Ю.В.</i> Эффективность умственной деятельности в зависимости от индивидуального хронотипа .....	206
<i>Волкова Т.К., Романенко В.А.</i> Временные и пороговые показатели чувствительности у женщин-невротиков .....	209
<i>Гавриляк В.Г., Мухин И.В.</i> Причины дискомплаентности у гипертензивных больных стабильной стенокардией .....	210
<i>Горобец Д.В., Кочура Д.А.</i> Нейродинамические предпосылки развития депрессии у женщин 19-23 лет .....	212
<i>Задорожная А.А., Хащина А.Ю., Нарижная Е.В., Шарандак В.И.</i> Функциональное состояние почек у овец .....	213
<i>Киселенко И.А., Кочура Д.А.</i> Индивидуальные различия вестибулярной устойчивости у женщин с различным уровнем эмоциональной устойчивости .....	215
<i>Коваленко М.И., Кочура Д.А.</i> Пороговые и временные показатели чувствительности у женщин с различным уровнем психомоторной активности .....	216
<i>Колычева О.В., Мухин И.В.</i> Ремоделирование миокарда у гипертензивных больных сахарным диабетом 2-го типа .....	218
<i>Королева В.А., Холявка М.Г., Ольшанникова С.С., Логинова О.О., Артюхов В.Г.</i> Разработка методики адсорбционной иммобилизации трипсина, фицина и папаина на матрице кислоторастворимых хитозанов .....	220
<i>Кругликова А.В., Протасовицкая Р. Н.</i> Развитие мышц ушной раковины .....	222
<i>Леонов А.В., Стреха И.В., Карамышев А.М.</i> Применение ранней трахеостомии в нейро-реанимации – обзор литературы .....	224
<i>Малов А.Е., Пикалюк В.С.</i> Крымская анатомическая научная школа в отечественной морфологии .....	226
<i>Пономаренко Т. В., Стрельченко Ю.И.</i> Предменструальный синдром: патогенетическая посиндромная классификация .....	228
<i>Пумтур А.С., Мороз Е.Г.</i> Роль оценки показателей общего анализа крови, биохимического анализа крови и гемостезиограммы у пациентов с колоректальным раком .....	230
<i>Реутова Н.О., Балыкина А.О.</i> Агрегация форменных элементов как маркер воспаления у пациентов с мочекаменной болезнью .....	232
<i>Серикова Ю.М., Кочура Д.А.</i> Психофизиологические корреляты показателей зрительной чувствительности .....	234
<i>Тресницкий С.Н., Авдеенко В.С.</i> Нарушение метаболических процессов у сухостойных коров и нетелей при гестозе беременных .....	235
<i>Труш В.В., Соболев В.И.</i> Характер функциональных изменений в скелетной мышце белых крыс в динамике развития гидрокортизонового гиперкортицизма .....	237

<i>Хащина А.Ю., Пищугина Н.А., Савенкова В.А., Шарандак В. И.</i> Нефротический синдром у коров .....	240
<i>Хохлова С.В., Литвинова Е.В.</i> Формы реактивности организма беременных с тяжелой преэклампсией .....	242
<i>Чуркин Д.В., Ластков Д.О.</i> Влияние изолированного отказа от курения табака на показатели функциональной адаптации у военнослужащих с предшествующим стажем подземных работ в угольных шахтах .....	243
<i>Шиян Н.В., Лушенкова Т.Р., Матюхина М.И., Труш В.В.</i> Оценка характера влияния длительно вводимого аргинина на функциональное состояние скелетной мышцы белых крыс .....	245
<i>Юрьева А. С., Балыкина А.О.</i> Роль семейства селектинов в каскаде адгезивных процессов форменных элементов крови .....	247
<i>Яковецкая А.А., Степанова М.Г.</i> Оценка генотоксического эффекта производственной среды с помощью микроядерного теста у горнорабочих с хроническими обструктивными заболеваниями легких .....	249

## **ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ**

### **Секция «Аналитическая химия»**

<i>Беспалова А.И., Стецик В.В.</i> Моделирование процессов одновременного титриметрического определения кадмия и сульфатов в одной системе .....	251
<i>Дрейзина А.Р., Алемасова А.С.</i> Прогнозирование эффективности комплексообразующих модификаторов при атомно-абсорбционном определении следов свинца .....	254
<i>Лущицкая Д.А., Рокун А.Н.</i> Тест-методы определения антидетонационных присадок в бензинах .....	256
<i>Овсянников М.Е., Рокун А.Н.</i> Сравнение способов пробоподготовки угля при атомно-абсорбционном определении ртути .....	258
<i>Ожигина Н.П., Щепина Н.Д.</i> Оптимизация состава подвижной фазы при определении глифосата и имидаклоприда методом тонкослойной хроматографии .....	260
<i>Падун О.М., Алемасова Н.В.</i> Применимость метода Боэма для определения групп кислотного характера в оксиде графита .....	263
<i>Поцелуева А.А., Шаменкова Ю.С., Рокун А.Н.</i> Оптимизация пробоподготовки при атомно-абсорбционном определении металлов в смазочных маслах .....	266
<i>Родкина С.Р., Светличная М.В., Рокун А.Н.</i> Определение ртути в твердых образцах растительного происхождения атомно-абсорбционным методом .....	268
<i>Ташкинов Ю.А., Шевченко О.Н.</i> Применение компьютерных технологий в современном химическом образовании для нехимических специальностей .....	270
<i>Чуприна А.Н., Алемасова А.С.</i> Новая аналитическая форма при косвенном атомно-абсорбционном определении фосфора .....	272

### **Секция «Биохимия и органическая химия»**

<i>Абдаллах М.Н., Синельникова М.А., Шкель А.С.</i> Диметиланилин и его производные как эффективные катализаторы в синтезе эпоксидных смол .....	275
<i>Абебе Д.Б., Дорошкевич В.С.</i> Изучение процессов конкурентной экстракции в межфазно-каталитическом процессе аминоллиза активированных эфиров n-защищенных аминокислот .....	277



<i>Бардах Я.В., Синельникова М.А., Шкель А.С.</i> Синтез аспирина и анализ качества его лекарственной формы .....	279
<i>Демяненко И.В., Моренко В.В.</i> Антирадикальная активность экстрактов рябины промежуточной или шведской ( <i>Sorbus intermedia</i> или <i>Sorbus scandica</i> ) .....	280
<i>Диденко И.В., Доценко В.В.</i> Синтез производных пирано[2,3-f]хромена на основе флороглюцина .....	282
<i>Доминин А.С., Дорошкевич В.С.</i> , Определение тяжелых металлов в биообъектах вольтамперометрическим методом .....	283
<i>Евмещенко Т.Ю., Доценко В.В.</i> Рециклизация ксантанового водорода под действием дициандиамида .....	285
<i>Запорожец О.О., Абрамянц М.Г., Ломов Д.А.</i> Альтернативный синтез изогуацина и его п-2-арил-2-оксиэтильных производных .....	286
<i>Запорожец О.О., Абрамянц М.Г., Ломов Д.А.</i> Кватернизация метилового эфира пиколиновой кислоты замещенными фенацилбромидами .....	288
<i>Зозуля Е.И., Одарюк И.Д.</i> Ферментативное окисление настоев чайного листа .....	290
<i>Зуйков С.А., Зинкович И.И.</i> Особенности катаболизма нуклеотидов связанные со злокачественной трансформацией .....	291
<i>Калач И.Е., Одарюк И.Д.</i> Определение пероксида водорода в реакции лакказного окисления гидрохинона .....	293
<i>Каплун Д.С., Женило С.В., Литвинова Е.А., Жигалова Н.А., Прохорчук Е.Б.</i> Роль метил-ДНК-связывающего белка KAISO в стрессовой адаптации .....	295
<i>Котенко Е.Н., Заритовский А.Н.</i> Влияние давления на дуговой синтез углеродных наноструктур .....	296
<i>Кравец А.В., Оврамко Н.А., Синельникова М.А.</i> Кинетика ацидолиза хлорметилоксирана бензойной кислотой в присутствии низкоосновных третичных аминов .....	299
<i>Кравченко Е.М., Одарюк И.Д.</i> Лакказная активность ферментов питательной среды вешенки обыкновенной .....	301
<i>Лаврова А.И., Степук В.А., Синельникова М.А.</i> Кинетика ацидолиза 1-хлор-2,3-эпоксипропана бензойной кислотой в присутствии бензоатов тетраэтиламмония .....	303
<i>Мацука Н.А., Дорошкевич В.С.</i> Оценка связи спектральных характеристик пигментного состава хвои ели обыкновенной ( <i>PICEA ABIES</i> ) с загрязненностью территорий донецкой области .....	305
<i>Миронова К.А., Бакурова Е. М.</i> Дисметаболические процессы и дезорганизация гликокаликса эритроцитов у больных раком легких .....	307
<i>Муравьев В.С., Лукина Д.Ю.</i> Циклоконденсация 3-аминотиенопиридин-2-карбоксамидов с нингидрином .....	309
<i>Нестеренко Д.Ю., Тюрина Т.Г.</i> Модификация сополимеров малеинового ангидрида биологически активными веществами .....	310
<i>Панета О.П., Прилуцкий А.С.</i> Уровни субклассов иммуноглобулинов G у здоровых лиц .....	312
<i>Рогатко М.И., Семенова Р.Г., Макарова Р.А., Хилько С.Л.</i> Окислительно-восстановительные характеристики ванилинов .....	313
<i>Руденко Я.А., Моренко В.В.</i> Количественный анализ мальтола при определении содержания стрептомицина сульфата ( <i>Streptomycin Sulfate</i> ) .....	316
<i>Савченко И.Л., Моренко В.В.</i> Антирадикальная активность спиртовых экстрактов ирги обыкновенной ( <i>Amelánchier ovális</i> ) .....	317
<i>Семенкова А.В., Алемасова Н.В., Невечера О.И.</i> Получение графеноподобных частиц восстановлением оксида графита .....	318
<i>Сигаева А.К., Одарюк И.Д.</i> Ферментативное окисление дигидроксибензилтиазолов .....	320

<i>Степанова Ю.А., Бахтин С.Г.</i> Моделирование поведения органических оснований в реакции оксиалкилирования протонсодержащих нуклеофилов .....	321
<i>Хрусталева А.Н., Кривоколыско С.Г.</i> Реакция манниха в синтезе потенциально биологически активных производных пиридо[1,2-а][1,3,5]триазина .....	322
<i>Червоная С.Н., Борисюк М.В.</i> Дорошкевич В.С. Биомониторинг тяжелых металлов в хвое ели обыкновенной (PICEA ABIES) .....	324

### Секция «Неорганическая химия»

<i>Nabiyev A.A., Islamov A.Kh., Maharramov A.M., Nuriyev M.A., Ismayilova R.S., Doroshkevich A.S., Pawlukojc A., Linnik D.S., Kuklin A.I.</i> A study of thermally stimulated depolarization current of $\gamma$ - irradiated in the HDPE+ZrO <sub>2</sub> polymer nanocomposites .....	327
<i>Воробьева С.В., Игнатов А.В.</i> Твердые растворы в системе Pb <sub>9,3-x</sub> La <sub>x</sub> Ba <sub>0,7</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (VO <sub>4</sub> ) <sub>4</sub> O <sub>x/2</sub> .....	330
<i>Гайворонская А. В., Прилипко Ю. С.</i> Особенности спекания стронцийсодержащей пьезокерамики .....	331
<i>Гребенюк Н.А., Токий Н.В.</i> Упругая модель миграционного барьера кислорода в компонентах гибрида на основе нанопорошка иттрием стабилизированного диоксида циркония .....	335
<i>Дидоренко Е.Г., Игнатов А.В.</i> Синтез, кристаллическая структура и электропроводность твердых растворов Pb <sub>7-x</sub> La <sub>x</sub> Ca <sub>3</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (VO <sub>4</sub> ) <sub>4</sub> O <sub>x/2</sub> .....	336
<i>Дорошкевич А.С., Линник Д.С., Гашимова В.Р., Шило А.В., Любчик А.И., Зеленька Т.Ю., Аскеро Э.Б., Логунов А.И., Мададзада А.И., Набиев А.А., Балашоу М, Алмасан В., Константинова Т.Е., Ткаченко А.М., Лоладзе Л.В., Брюханова И.И., Дорошкевич В.С., Бачериков Ю.Ю., Назмитдинов Р.Г.</i> Хемоэлектронная конверсия на поверхности диоксид-циркониевых наночастиц в матрице сетчатого эпоксидного полимера .....	338
<i>Жегайло А.О., Игнатов А.В.</i> Уточнение кристаллической структуры твердых растворов Pb <sub>8-x</sub> Ca <sub>x</sub> Na <sub>2</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> .....	340
<i>Кравченко В.В., Белоусова Е.Е.</i> Изополимолибдат-анионы в водно-диметил-формамидных растворах .....	342
<i>Кретова Е.А., Медведь А.О., Пойманова Е.Ю.</i> Синтез, структура и свойства нового бария декавольфрамата, обладающего фотохромными свойствами .....	343
<i>Кусмарова Д. А., Горбатко С. В.</i> Ремонт огнеупорной кладки тепловых агрегатов неформованными материалами .....	345
<i>Макарова С. А., Яблочкова Н. В.</i> Синтез и изучение электрофизических свойств твердых растворов Pb <sub>8-x</sub> Sr <sub>x</sub> La <sub>2</sub> (GeO <sub>4</sub> ) <sub>4</sub> (VO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> .....	348
<i>Медведь А.О., Пойманова Е.Ю.</i> Состояние изополивольфрамат-анионов в водно-диметилсульфоксидных растворах. Синтез нового декавольфрамата никеля .....	349
<i>Межеричкая А.С., Заславская Л.В.</i> Полиоксованадат-анионы в водной, водно-органической среде и в составе солей .....	351
<i>Николенко В.В., Жегайло А.О., Игнатов А.В.</i> Замещение свинца кальцием в системах Pb <sub>8-x</sub> Ca <sub>x</sub> M <sub>2</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> (M = Na, K, Rb) .....	352
<i>Овчаренко Т. В., Чебышев К. А.</i> Синтез и исследование электрофизических свойств флюоритоподобных твердых растворов Nd <sub>5-x</sub> Eu <sub>x</sub> Mo <sub>3</sub> O <sub>16+δ</sub> .....	353
<i>Рыбак Е.С., Горбатко С.В.</i> Возможность замены заполнителей в строительных материалах .....	355
<i>Сухов П.В., Пойманова Е.Ю.</i> Изополивольфрамат – анионы в водно-ацетонитрильных растворах и их соли .....	356
<i>Тараненко Е.А., Яблочкова Н. В.</i> Синтез и изучение электрофизических свойств твердых растворов Pb <sub>8-x</sub> Ca <sub>x</sub> Nd <sub>2</sub> (GeO <sub>4</sub> ) <sub>4</sub> (VO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> .....	357

<i>Турченко В.А., Каланда Н.А., Ковалев Л.В., Ярмолич М.В., Дорошкевич А.С., Линник Д.С.</i> Эволюция кристаллической и магнитной структуры $\text{Ba}_2\text{FeMoO}_6$ .....	359
<i>Турченко В.А., Труханов А. В. , Труханов С В., Сумников С.В., Дорошкевич А.С., Линник Д.С.</i> Исследование кристаллической и магнитной структуры $\text{BaFe}_{12-x}\text{Ga}_x\text{O}_{19}$ ( $x= 0.1 - 1.2$ ) методом нейтронной дифракции .....	360
<i>Тыць В.В., Белоусова Е.Е.</i> Особенности синтеза декавольфрамов в водной и водно-органической среде .....	362
<i>Уточкин Д.М., Жегайло А.О., Игнатов А.В.</i> Синтез, кристаллическая структура и электрофизические свойства твердых растворов $\text{Pb}_{(4-x)}\text{Ca}_4\text{Na}_2\text{Ho}_x(\text{PO}_4)_6\text{O}_{(x/2)}$ .....	363
<i>Чебышев К. А., Гетьман Е. И.</i> Морфотропный переход в системах $\text{Nd}_{5-x}\text{Ln}_x\text{Mo}_3\text{O}_{16+\delta}$ .....	365

### Секция «Физическая химия»

<i>Атаманова А.А., Лыга Р.И.</i> Получение и свойства эпоксидно-графитовых композитов .....	368
<i>Вишневский В. Ю., Грищук С. В., Бойко З. В., Осипов А. М.</i> Структурные характеристики витринизированных углей донбасса различной степени углефикации .....	370
<i>Греднев Д.С., Александров В.Д., Щebetовская Н.В.,</i> Определение границ жидко-кластерного состояния 3-метил-4-нитропиридин-1-оксида .....	373
<i>Гуров А.Г., Покинтелица Е.А.</i> Анализ диаграммы состояния <i>o</i> -терфенил-дифенил .....	375
<i>Демко М. А., Белая Н. И.</i> Продукты превращения двух- и трехатомных фенолов в реакции с гидразильным радикалом .....	377
<i>Дихтенко О.И., Лыга Р.И.</i> Формирование эпоксидно-кремнеземных композитов аминного отверждения и их свойства .....	379
<i>Зраенко А.Р., Михальчук В.М.</i> Композиционные материалы аминного отверждения на основе эпоксидных смол и терморасширенного графита .....	381
<i>Калач И.Е., Одарюк И.Д.</i> Определение пероксида водорода в реакции лакказного окисления гидрохинона .....	383
<i>Кравченко Е.М., Одарюк И.Д.</i> Лакказная активность ферментов питательной среды вешенки обыкновенной .....	385
<i>Майданик А.А., Вишневский В.Ю., Ракша Е.В., Берестнева Ю.В., Савоськин М.В.</i> Синтез и исследование физико-химических свойств бинарных и тройных соединений соинтеркалирования графита .....	387
<i>Макух Т.А., Ракша Е.В., Берестнева Ю.В., Вдовиченко А.Н., Савоськин М.В.</i> Влияние режима высушивания соединений соинтеркалирования нитрата графита и соотношения интеркалантов в их составе на величину коэффициента вспучивания .....	390
<i>Мальцева Н.А., Загребва В.А. Михальчук В.М., Лыга Р.И.</i> Эпоксидно-титаноксидные композиты аминного отверждения: получение и свойства .....	392
<i>Могила Т.Н., Д. С. Линник, Т. Б. Полищук.</i> Гальванические элементы с натриевым анодом и солевыми катодами .....	393
<i>Муконина Е.В., Шевченко О.Н., Белый А.В.</i> Исследование вязкости расплавов системы $\text{Y}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{-(PbO-V}_2\text{O}_3\text{-BaO-BaF}_2\text{)}$ .....	395
<i>Павленко Р.Р., Туровский Н.А.</i> Квантово-химический расчет энергии диссоциации связи и энтальпий образования гидропероксидов .....	398
<i>Сайфутдинова М.В., Михальчук В.М.</i> Антикоррозионная защита алюминиевых сплавов с применением эпоксидных композиционных покрытий и бензотриазола .....	401
<i>Слободян Э. П., Линник Д. С., Михальчук В. М.</i> Исследование электрохимических пар натрий-пирит и натрий-оксид в качестве химических источников тока .....	403
<i>Тулупова Н. А., Белый А. В.</i> Гидроксibenзолы в реакциях свободнорадикального замещения .....	406

*НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ*

**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.,  
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>Н.В. Испанова, М.В. Фоменко</i>

---

***Адрес оргкомитета:***

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»,  
ул. Университетская, 24. г. Донецк, 28301  
e-mail: *donnu.science@mail.ru*

---

Подписано в печать 29.09.2017 г.  
Формат 60×84/16. Бумага офисная.  
Печать – цифровая. Усл.-печ. л. 24,37.  
Тираж 300 экз. Заказ № 17окт123/2.  
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.