

**ХІ ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
ХИМИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ  
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**

**Сыктывкар, 27–31 мая 2019**





Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Институт химии Коми НЦ УрО РАН ФИЦ Коми НЦ УрО РАН  
Российский фонд фундаментальных исследований  
Российское химическое общество им. Д.И. Менделеева

**XI ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ  
И ШКОЛА МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ**

# **ХИМИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ**

САТЕЛЛИТНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
XXI МЕНДЕЛЕЕВСКОГО СЪЕЗДА  
ПО ОБЩЕЙ И ПРИКЛАДНОЙ ХИМИИ,  
ПОСВЯЩЕННОГО 150-ЛЕТИЮ  
ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Сыктывкар, 27–31 мая 2019

УДК 547:577:66(06)

**Химия и технология растительных веществ: Тезисы докладов  
XI Всероссийской научной конференции с международным участием  
и школой молодых ученых. Сыктывкар, 2019. – 286 с.**

Представлены тезисы докладов, посвященные следующим направлениям: изучению состава, структуры, химических свойств низкомолекулярных компонентов растительного сырья; синтезу аналогов и производных природных соединений, их биологической активности; выделению, направленному синтезу, модификации, физико-химическим и структурным исследованиям и биологической активности биополимеров; лесохимии, химической технологии и биотехнологии веществ и материалов, в том числе композиционных; экологическим аспектам переработки растительных ресурсов.

Книга предназначена для работников научно-исследовательских институтов и промышленных предприятий, специализирующихся в области химии и химической переработки растительного сырья, специалистов в области органического синтеза и химии природных соединений, для молодых ученых и аспирантов.

Тексты печатаются в авторской редакции.

Мероприятие проведено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 19-03-20038.

**Редакционная коллегия:**

член-корреспондент РАН А.В. Кучин (ответственный редактор),  
д.х.н. И.Ю. Чукичева,  
к.х.н. Е.В. Буравлёв,  
И.А. Дворникова (ответственный секретарь)

ISBN 978–5–89606–584–5

## **Пленарные доклады**



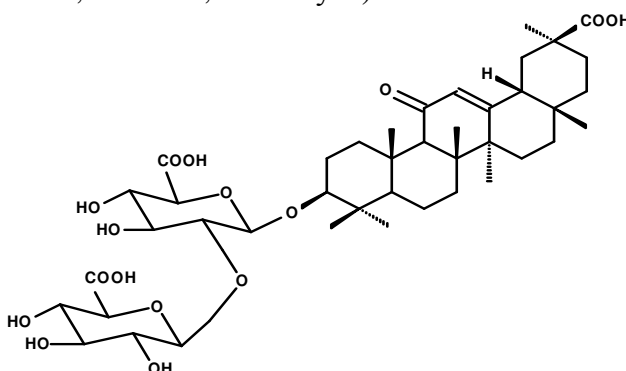
## ПРОИЗВОДНЫЕ ГЛИЦИРРИЗИНОВОЙ КИСЛОТЫ КАК ИНГИБИТОРЫ ВИРУСОВ ДЕНГЕ И ЗИКА: СИНТЕЗ И *IN VITRO* СКРИНИНГ ПРОТИВОВИРУСНОЙ АКТИВНОСТИ

Балтина Л.А.

*Уфимский институт химии, Уфимский ФИЦ РАН  
450054, г. Уфа, просп. Октября, 71; e-mail: baltina@anrb.ru*

Глобальную угрозу для человечества представляют флавивирусы, вектором распространения которых являются комары *Aedes sps.*, к которым относятся вирусы Денге (DENV), Зика (ZIKV), вызвавшие в последние годы эпидемии в странах Азии, Карибского бассейна, Центральной и Южной Америки, против которых нет лицензированных вакцин или специфической пост-инфекционной терапии [1–3]. Вследствие расширяющейся географической экспансии Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) объявила DENV основной вирусной угрозой человечеству [4]. Инфицирование ZIKV особенно опасно для беременных женщин, так как может приводить к микроцефалии плода [3]. Использование в качестве платформ природных соединений растительного происхождения с установленной активностью является одним из перспективных подходов современной медицинской химии по созданию новых противовирусных агентов [5].

Настоящая работа посвящена синтезу сфокусированной библиотеки производных глицирризиновой кислоты (ГК) – основного тритерпенового гликозида корней солодки голой (*Glycyrrhiza glabra* L.) и уральской (*Gl. uralensis* Fisher) и скринингу противовирусной активности полученных производных в отношении флавивирусов Денге и Зика *in vitro*. Реакцией дигидразида ГК с альдегидами получены гидразидо-гидразоны. Конденсацией ГК с эфирами L- и D-аминокислот методом активированных эфиров или с помощью 1-этил-3-(3-диметиламинопропил)карбодиимида синтезированы конъюгаты ГК, содержащие по три или два остатка аминокислот/эфиров, в том числе аминокислот, входящих в участки связывания протеинов DENV и ZIKV. Среди производных ГК впервые найдены высокоактивные соединения, ингибирующие цитопатический эффект, инфекционность и выход вирусов DENV2 и ZIKV *in vitro*. Исследования противовирусной активности проведены проф. Ч.В. Лин (Китайский медицинский университет, Тайвань, г. Тайчунг).



*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 18-53-52004 МНТ\_а).*

### Список литературы

1. Kyle J.L., Harris E. Global spread and persistence of dengue // *Annu. Rev. Microbiol.* 2008. Vol. 62. P. 71–92.

2. Weaver S.C., Costa F., Garcia-Blanco M.A., Ko A.I., Ribeiro G.S., Saade G., Shi P.-Y., Vasilakis N. Zika virus: History, emergence, biology, and prospects for control // *Antiviral Res.* 2016. Vol. 130. P. 69–80.
3. Chan J.F.W., Choi G.K.Y., Yip C.C.Y., Cheng V.C.C., Yen K.-W. Zika fever and congenital Zika syndrome: An unexpected emerging arboviral disease // *J. Infection.* 2016. Vol. 72. P. 507–524.
4. Dengue and severe dengue. <http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue>
5. Martinez J.P., Sasse F., Bronstrup M., Diez J., Meyerhans A. Antiviral drug discovery: broad-spectrum drugs from nature // *Nat. Prod. Rep.* 2015. Vol. 32. P. 29–48.

## ДОМИНО-ПРОЦЕСС РЕГИОСПЕЦИФИЧНОГО АЛЛИЛЬНОГО ХЛОРИРОВАНИЯ БЕТУЛИНА И ДИАЦЕТИЛБЕТУЛИНА ХЛОРИДАМИ СЕЛЕНА

**Бодриков И.В.<sup>1</sup>, Чиянов А.А.<sup>1,2</sup>, Субботин А.Ю.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева  
603950, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24; e-mail: orgchim@ntu.ru

<sup>2</sup>Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского  
603950, г. Нижний Новгород, просп. Гагарина, 23; e-mail: trips-25@yandex.ru

Бетулин, многие его производные и аналоги обладают полифункциональной биологической активностью [1]. Увеличение степени проявления нативной или копулирование привитой биологической активности обычно производится модификацией природных соединений. Для этого модифицируемые соединения трансформируются в прекурсоры с активными центрами введением нуклеофугных фрагментов, которые легко замещаются целевыми биоактивными синтонами.

В реакциях с непредельными соединениями селенгалогениды проявляют характерные свойства биелектрофилов. Обычно в аддитивный процесс с галогенидами селена вовлекаются два типа  $\pi$ -связей: диенов, завершаемые циклизацией [2] и двух молекул алкенов с образованием селеносвязанных димеров [3].

Нами найдено новое направление – региоспецифичное аллильное хлорирование бетулина, диацетилбетулина и лупеола хлоридами селена.

Таким образом, найденная реакция региоспецифичного заместительного хлорирования непредельных соединений является эффективным методом подготовки прекурсоров для целенаправленной модификации непредельных соединений.

В связи с этим в настоящей работе приводятся результаты по выявлению стадий домино-процесса региоспецифичного аллильного хлорирования бетулина (**1a**) и диацетилбетулина (**1b**), приводящих к реализации найденной реакции. Возможность генерирования в реакциях фиксируемых и короткоживущих интермедиатов контролировали методом ЯМР-спектроскопии и квантовой химии. Контроль за реагентами, фиксируемыми интермедиатами и конечными продуктами реакции проводили методом ЯМР-спектроскопии  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$  и  $^{77}\text{Se}$ . Для выявления изменений в компонентах реакционной смеси в ходе процесса часть опытов проводили непосредственно в ампуле ЯМР-спектрометра.

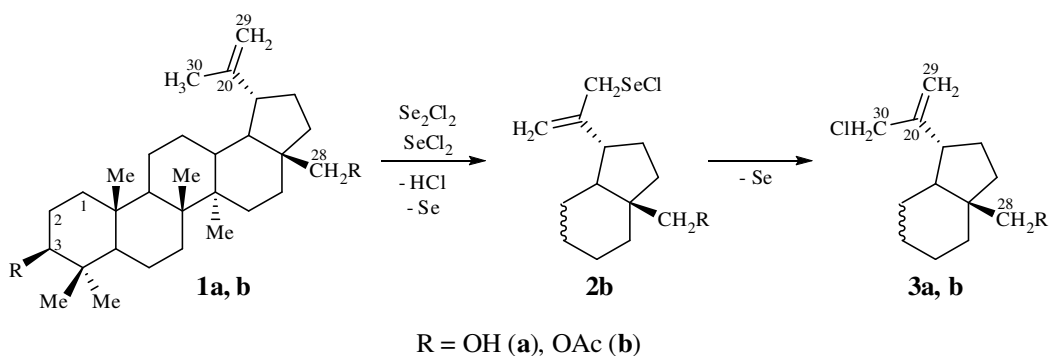
Методом ЯМР  $^{77}\text{Se}$  установлено, что получаемые хлориды селена хлорированием селена сульфурилхлоридом состоят из смеси  $\text{SeCl}_2$  и  $\text{Se}_2\text{Cl}_2$  в соотношении 30:70.

Нами впервые установлено, что реакция диацетилбетулина (**1b**) с хлоридами селена приводит к образованию фиксируемого ЯМР-спектроскопией продукта аллильного замещения водорода хлоридом селена (**2b**). Накопление непредельного селенида в реакционной массе протекает очень быстро. При этом выпадает осадок красного цвета и выделяется  $\text{HCl}$ . Одновременно с этим процессом получает развитие вторая стадия – превращение селенида (**2b**) в непредельный хлорид аллильной структуры (**3b**). После быстрого завершения первой стадии (2–3 мин), вторая стадия продолжается 3–5 ч до количественного образования аллильного хлорида (**3b**).

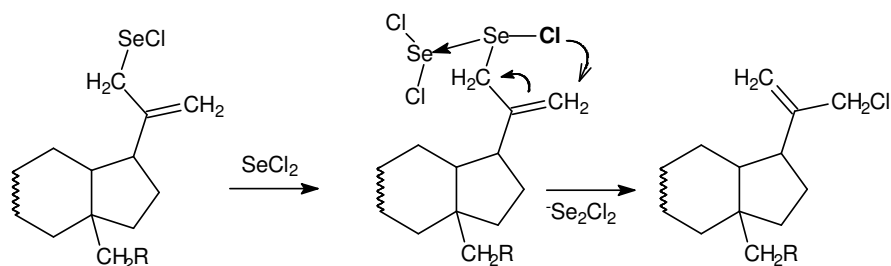
Результаты квантово-химических расчетов (Gaussian 09) показывают, что лимитирующей в суммарном домино-процессе является стадия замещения селенового фрагмента хлором. Энергетический барьер этой стадии очень высок (~50 ккал/моль) и преодоление его затруднительно. Расчеты показывают, что энергетический барьер этой



стадии резко снижается при координировании селенового фрагмента с дополнительной молекулой  $\text{SeCl}_2$ .



Таким образом,  $\text{SeCl}_2$  в найденном домино-процессе выступает в двух ипостасях: реагента и катализатора, повышающего нуклеофугность уходящей группы. Атом хлора второй молекулы  $\text{SeCl}_2$  замещает ди- и триселеновый фрагмент атаккой двойной связи, которая мигрирует к атому углерода, содержащего «ушедший» селеновый фрагмент.



В реакции бетулина с хлоридами селена непредельный селенид (2a) методом ЯМР-спектроскопии зафиксировать не удалось, что хорошо согласуется с полученными результатами квантово-химических расчетов.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 19-03-00908-а).*

### Список литературы

1. Толстикова Г.А., Флехтер О.Б., Шульц Э.Э., Балтина Л.А., Толстикова А.Г. // Химия в интересах устойчивого развития. 2005. Т. 13. С. 1.
2. Amosova S.V., Rykunova Y.I., Filippov A.S., Penzik M.V., Makhaeva N.A., Albanov A.I., Potapov V.A. // Journal of Organometallic Chemistry. 2018. Vol. 867. P. 398.
3. Potapov V.A., Musalov M.V., Musalova M.V., Rusakov Y.Y., Khabibulina A.G., Rusakova I.L., Amosova S.V. // Journal of Organometallic Chemistry. 2018. Vol. 867. P. 300.

## ПРИРОДНЫЕ НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ АГЕНТЫ КАК ОСНОВА МИШЕНЬ-ОРИЕНТИРОВАННЫХ МАЛЫХ МОЛЕКУЛ

**Гарабаджиу А.В., Гуреев М.А., Трибулович В.Г.**

*Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)*

*190013, г. Санкт-Петербург, Московский просп., 26; e-mail: gar-54@mail.ru*

Природные соединения в мировой практике дизайна лекарственных препаратов всегда занимали особое место. Так, существует ряд лекарственных препаратов, получаемых из растительного сырья. Чаще всего применение препаратов природного происхождения оправдано народной медициной. Большое количество лекарственных сборов, использующих растительное сырьё, применяется в государственной фармакопее Китая. Вместе с тем, при производстве таких препаратов существует ряд серьёзных ограничений: малая концентрация ФАВ, экзотичность сырья, проблемы сбора и логистики, процедуры выделения и очистки. В то же время развитие трендов трансляционной медицины усиливает значение концепта «золотой пули» с ориентацией на мишень – источник патологического процесса. Таким образом, природные соединения с терапевтическим потенциалом выступают в роли основы для синтетической оптимизации с целью повышения характеристик мишень-специфичности. В качестве примера можно рассмотреть гипотезу применения изатина как универсального скаффолда для дизайна ряда ингибиторов белок-белковых взаимодействий. Так, в работе [1] приведён наглядный пример использования изатиновых производных в качестве противоопухолевых агентов, ингибиторов белка-онкогена Mdm2. Исследованные соединения вызвали стабильный процесс программированной p53-опосредованной клеточной смерти. Для аналогичных целей рассмотрена модификация данной структуры – индолиноновый скаффолд. Оптимизация аминокислотными остатками позволяет улучшить биодоступность и снизить цитотоксичность малых молекул, что сказывается на широте терапевтического окна противоопухолевого препарата [2]. Также существует возможность стерического тюнинга структур на базе изатина. Включение в циклическое ядро основания Шиффа, при наличии E/Z-изомерии, позволяет варьировать степень линейности молекулы, что также влияет на мишень-специфичность структуры. В нашем случае – E-изомеры выступают в роли реактиваторов функции белка-онкосупрессора p53. Однако при работе с природными структурами существует проблема широкого спектра биологической активности, описанная J. Baell [3] как PAINS, где рассмотрен ряд природных соединений. Под критерии «нежелательности» попали структуры, метаболизируемые до сильных хелатирующих агентов (куркумин), нуклеофилов (митоксантрон). Наличие PAINS-структур осложняет анализ мишень-специфичности структур. Например, артемизинин, используемый для лечения малярии. Данный препарат активен в отношении более чем 100 мишеней. Следовательно, учёт PAINS-мотивов среди малых молекул важен при дизайне селективных агентов мишень-ориентированной терапии заболеваний.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 16-13-10358.*

### **Список литературы**

1. Davidovich P., Aksenova V., Petrova V., Tentler D., Orlova D., Smirnov S., Gurzhiy V., Okorokov A.L., Garabadzhiu A., Melino G., Barlev N., Tribulovich V. Discovery of novel isatin-based p53 inducers // ACS Med. Chem. Lett. 2015. Vol. 6. No. 8. P. 856–860.

2. Grigoreva T.A., Novikova D.S., Petukhov A.V., Gureev M.A., Garabadzhiu A.V., Melino G., Barlev N.A., Tribulovich V.G. Proapoptotic modification of substituted isoindolinones as MDM2-p53 inhibitors // *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 2017. Vol. 27. No. 23. P. 5197–5202.
3. Baell J.B., Holloway G.A. New substructure filters for removal of pan assay interference compounds (PAINS) from screening libraries and for their exclusion in bioassays // *J. Med. Chem.* 2010. Vol. 53. No. 7. P. 2719–2740.



## ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ПЕКТИНОВЫХ ПОЛИСАХАРИДОВ

**Горшкова Р.М.<sup>1</sup>, Слободова Д.А.<sup>1,2</sup>, Панарин Е.Ф.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Институт высокомолекулярных соединений РАН  
199004, г. Санкт-Петербург, В.О. Большой просп., 31*  
<sup>2</sup>*Санкт-Петербургский государственный университет  
промышленных технологий и дизайна  
191186, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 18;  
e-mail: gorshkova.raisa@gmail.com*

Разработка инновационных методов получения пектиновых полисахаридов – продуктов распада протопектина (ПП) – представляет собой не только научный интерес, но и позволяет одновременно решить проблему рационального использования промышленных сельскохозяйственных отходов и обеспечить население продукцией функционального назначения.

В качестве сырья использовались вторичные ресурсы пищевой промышленности (плодоовощные выжимки, свекловичный жом и корзинки подсолнечника). При анализе полученных данных использованы представления о распаде сетчатого полимера как совокупности ряда параллельно и последовательно протекающих процессов, включающих каталитические реакции и извлечение ионов кальция из сетчатого полимера, с образованием водонабухающих, водорастворимых и низкомолекулярных полисахаридов [1]. Разделяя раствор гидролизата на три, условно названные: микрогель (МГ), пектиновые вещества (ПВ) и олигосахариды (ОС), и более фракции, изучена кинетика распада ПП в режимах статики и динамики [2], под воздействием высокой температуры и давления [3], при различной температуре, рН, а также продолжительности процесса гидролиз-экстракции и скорости потока элюента. Рассчитаны значения констант распада связей в ПП и МГ, проведена количественная оценка энергии активации, что позволило выявить механизм распада протопектина. Полученные данные легли в основу разработки инновационных технологий получения пектиновых полисахаридов из широкого спектра сырья: в динамическом режиме; под воздействием высокой температуры и давления и комбинированного фракционирования продуктов распада ПП. Разработанные способы приводят к сокращению продолжительности процесса, исключают необходимость использования концентрированных кислот, улучшают качество целевых продуктов и снижают их себестоимость. Доказана эффективность применения пектиновых полисахаридов, полученных разработанными методами, в качестве нетоксичных и высокоэффективных энтеросорбентов для связывания ионов тяжелых металлов и билирубина.

### *Список литературы*

1. Горшкова Р.М., Халиков Д.Х., Слободова Д.А., Успенский А.А., Слободов А.А. Физико-химическое исследование процесса распада протопектина под действием кислотных катализаторов // Известия СПбГТИ(ТУ). 2018. № 43(69). С. 7–11.
2. Горшкова Р.М., Халиков Д.Х., Слободова Д.А., Успенский А.Б., Слободов А.А. Влияние рН гидролизующего агента на распад протопектина в статическом и динамическом режимах гидролиз-экстракции // Известия СПбГТИ(ТУ). 2017. № 40(66). С. 80–83
3. Gorshkova R., Slobodova D., Uspensky A., Slobodov A. Influence of the parameters of hydrolysis-extraction high-temperature process on epyield, physico-chemical and molecular mass characteristics of pectin substances // J. Phys.: Conf. Ser. 2018. Vol. 1045. 012015.

## ТРАНСЛЯЦИЯ ХИРАЛЬНОСТИ ПРИРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ОРГАНОКАТАЛИЗАТОРОВ: КЛЮЧЕВАЯ РОЛЬ ВОДОРОДНЫХ СВЯЗЕЙ

**Злотин С.Г., Кучеренко А.С., Тухватшин Р.С., Костенко А.А.**

*Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН  
119991, г. Москва, Ленинский просп., 47; e-mail: zlotin@ioc.ac.ru*

Получение хиральных органических соединений в энантиомерно чистом виде – одна из основных задач современной органической химии. Антиподы некоторых лекарственных препаратов по-разному действуют на организм, при этом присутствие нежелательного энантиомера может приводить к крайне негативным последствиям (например, в случае антидепрессанта талидомида). Эффективным инструментом энантиоселективного синтеза хиральных биологически активных веществ из прохиральных и рацемических предшественников является безметалльный асимметрический катализ (органокатализ). Органокатализаторы не только активируют реагенты, но и передают продуктам асимметрических реакций хиральную информацию, источником которой являются природные соединения. Последние присутствуют в составе катализатора в виде ключевых структурных фрагментов или используются при его получении (диастереоселективный синтез с последующим разделением диастереомеров и удалением вспомогательных групп).

Трансляция хиральности осуществляется путем блокирования одного из возможных направлений сближения реагентов содержащейся в катализаторе объемной группой и (или) путем образования с реагентом (реагентами) системы стереодифференцирующих водородных связей в переходном состоянии каталитической реакции. Путь, основанный на водородном связывании, доминирует в случае бифункциональных катализаторов, содержащих благоприятным образом расположенную тиомочевинную группу или фрагмент квадратной кислоты. Такой, весьма эффективный, тип «не ковалентного» катализа рассматривается в докладе на примере мультифункциональных каталитических систем на основе первичных, вторичных и третичных аминов, разработанных в последние годы в Лаборатории тонкого органического синтеза им. И.Н. Назарова ИОХ РАН [1–7]. При этом значительное внимание уделено рециклизуемым формам катализаторов и каталитическим реакциям в экологических средах ( $H_2O$ , ж- $CO_2$ ), которые перспективны для разработки инновационных технологий получения энантиомерно чистых лекарств.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ (проекты № 14-50-00126, 16-13-10470).*

### **Список литературы**

1. Kucherenko A.S., Kostenko A.A., Zhdankina G.M., Kuznetsova O.Yu., Zlotin S.G. // *Green Chem.* 2018. Vol. 20. P. 754.
2. Kochetkov S.V., Kucherenko A.S., Zlotin S.G. // *Org. Biomol. Chem.* 2018. Vol. 16. P. 6423.
3. Kostenko A.A., Kucherenko A.S., Komogortsev A.N., Lichitsky B.V., Zlotin S.G. // *Org. Biomol. Chem.* 2018. Vol. 16. P. 9314.
4. Tukhvatshin R.S., Kucherenko A.S., Nelyubina Y.V., Zlotin S.G. // *Eur. J. Org. Chem.* 2018. P. 7000.
5. Filatova E.V., Turova O.V., Nigmatov A.G., Zlotin S.G. // *Tetrahedron.* 2018. Vol. 74. P. 157.
6. Tukhvatshin R.S., Kucherenko A.S., Nelyubina Y.V., Zlotin S.G. // *ACS Catal.* 2017. Vol. 7. P. 2981.
7. Kucherenko A.S., Lisnyak V.G., Kostenko A.A., Kochetkov S.V., Zlotin S.G. // *Org. Biomol. Chem.* 2016. Vol. 14. P. 9751.

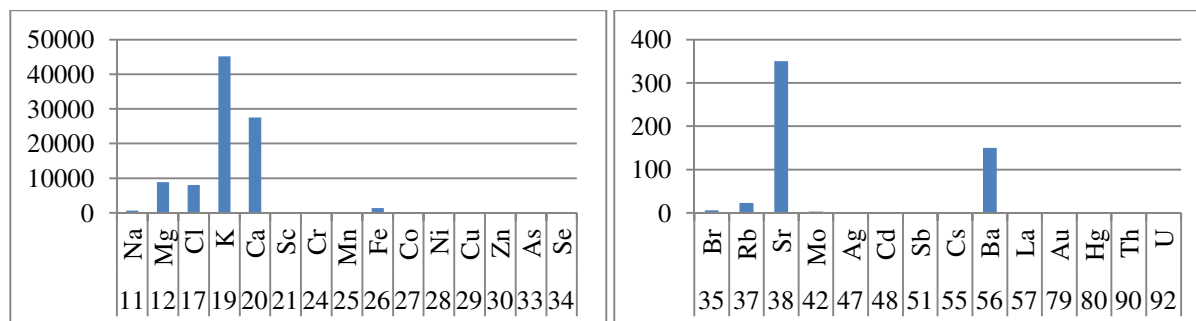
## ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ ЮЖНОЙ ФЕРГАНЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАСПОЛОЖЕНИЯ В ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ БИОЭЛЕМЕНТОВ

**Игамбердиева П.К., Ибрагимов А.А.**

*Ферганский государственный университет  
Республика Узбекистан, 150100, г. Фергана, ул. Аль-Фаргоний, 37-А, 5;  
e-mail: parizod70@mail.ru*

В работе приведены результаты по определению содержания макро-, микро- и ультрамикрорезовентов в 60 видах высших растений Ферганской области Узбекистана. Общеизвестно влияние недостатка или избытка тех или иных элементов на нормальное функционирование организма человека [1]. Ранее нами было показано [2], что в силу меньшей биомассы, особенностей почвы и, возможно, своеобразной деятельности растительного организма в жарком климате, изученные нами растения содержат значительно большее количество элементов по сравнению с теми же видами, произрастающими в Сибири.

Представляет интерес корреляция количественного распространения элементов в земной коре, почве (усреднённые значения) [1], а также в растениях. Из литературных данных известно, что натрий, магний, калий, кальций, железо, стронций, барий в количественном отношении преобладают в земной коре и, естественно, в почве. Этим же элементам значительно больше других как в целом в растениях, так и конкретно в изученных нами Ферганских видах растений.



Содержание элементов в составе листьев мелиссы лекарственной, мг/кг.

Указанные выше элементы наиболее важны для нормального функционирования здорового организма человека. По-видимому, в процессе эволюции животный организм приспособивал для своих нужд наиболее доступные элементы земной коры посредством растений. Прослеживается также и другая закономерность, связанная с расположением элемента в периодической системе Д.И. Менделеева, а именно – с порядковым номером элемента. Флуктуации большого содержания находятся на кратном числу 6 порядковом номере элемента в таблице Менделеева. Это справедливо для всех видов исследуемых растений. Первый, самый большой максимум, наблюдается для калия и кальция (20 элемент). Следующий максимум содержания имеет место для железа (20+6=26). Затем наблюдается максимум стронция (26+2×6=38), а следующий максимум приходится на барий (38+3×6=56).



Представлены композиции сборов из лекарственного растительного сырья, обогащенных макро- и микроэлементами, дисбаланс которых приводит к микроэлементозу человека.

***Список литературы***

1. Скальный А.В. Химические элементы в физиологии и экологии человека. М., 2004. С. 41–42.
2. Игамбердиева П.К., Ибрагимов А.А. // Материалы IV Всерос. конф. «Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья». Барнаул, 2009. С. 236–237.

## РАЗВИТИЕ ХИМИИ ФЕРОМОНОВ НАСЕКОМЫХ В УФИМСКОМ ИНСТИТУТЕ ХИМИИ РАН

**Ишмуратов Г.Ю., Яковлева М.П., Выдрина В.А., Ишмуратова Н.М.**

*Уфимский институт химии, Уфимский ФИЦ РАН  
450054, г. Уфа, просп. Октября, 71; e-mail: insect@anrb.ru*

В докладе будут обобщены результаты работ лаборатории биорегуляторов насекомых Уфимского Института химии РАН по направленному синтезу феромонов медоносной пчелы и насекомых-вредителей, созданию препаратов на их основе для пчеловодства и контроля численности вредоносных насекомых.

Феромоны насекомых – биологически активные вещества, выделяемые насекомыми в окружающую среду и специфически влияющие на поведение и физиологическое состояние других особей того же вида.

Поскольку феромоны вырабатываются в организмах насекомых чаще всего в нанограммовых количествах, единственным путем их получения для практических целей является многостадийный (обычно 8–10-стадийный) химический синтез. При этом решаются обычные для направленного органического синтеза проблемы: доступность и дешевизна исходных соединений; хемо-, регио- и стереоселективность отдельных стадий; технологичность и высокие выходы. Причем особое внимание обращается на полное структурное и стереохимическое соответствие природному биорегулятору и чистоту синтетического феромона, которая должна быть не менее 98–99%. В свою очередь, несомненными достоинствами организуемого производства феромонов является наукоемкость и малокилограммовость (а иногда и микрограммовость), что позволяет применять в синтезе феромонов обычное лабораторное оборудование без проблемы утилизации отходов и стоков.

В наших исследованиях по направленному синтезу феромонов насекомых были использованы субстраты с высоким синтетическим потенциалом синтетического (циклические и линейные олигомеры, соолигомеры и теломеры бутадиена и изопрена, 4-метилтетрагидропиран, ацетилен и его производные) и природного (*l*-ментол,  $\alpha$ -(+)-пинен, (*S*)-(+)-дигидромирцен,  $\Delta^3$ -карен, гераниол, цитраль) происхождения.

В результате развито перспективное научное направление направленного синтеза низкомолекулярных биорегуляторов насекомых, включающее разработку технологичных методов получения большой группы универсальных блок-синтонов ациклического типа и осуществления на их основе оригинальных и экономичных схем синтеза феромонов более 60 видов насекомых-вредителей сельскохозяйственных культур и лесных древесных растений ацетогениновой, изопреноидной и макролидной структуры. Как итог организованы широкомасштабное производство и внедрение запатентованных и сертифицированных феромонных препаратов «Армигаль» (до 1 млн. диспенсеров/год при норме расхода 6 штук/га) и «Кюнемон» (до 200 тыс. клеевых ловушек/год при норме расхода 1 ловушка/150 м<sup>3</sup>) для регулирования численности хлопковой совки и мельничной огневки соответственно.

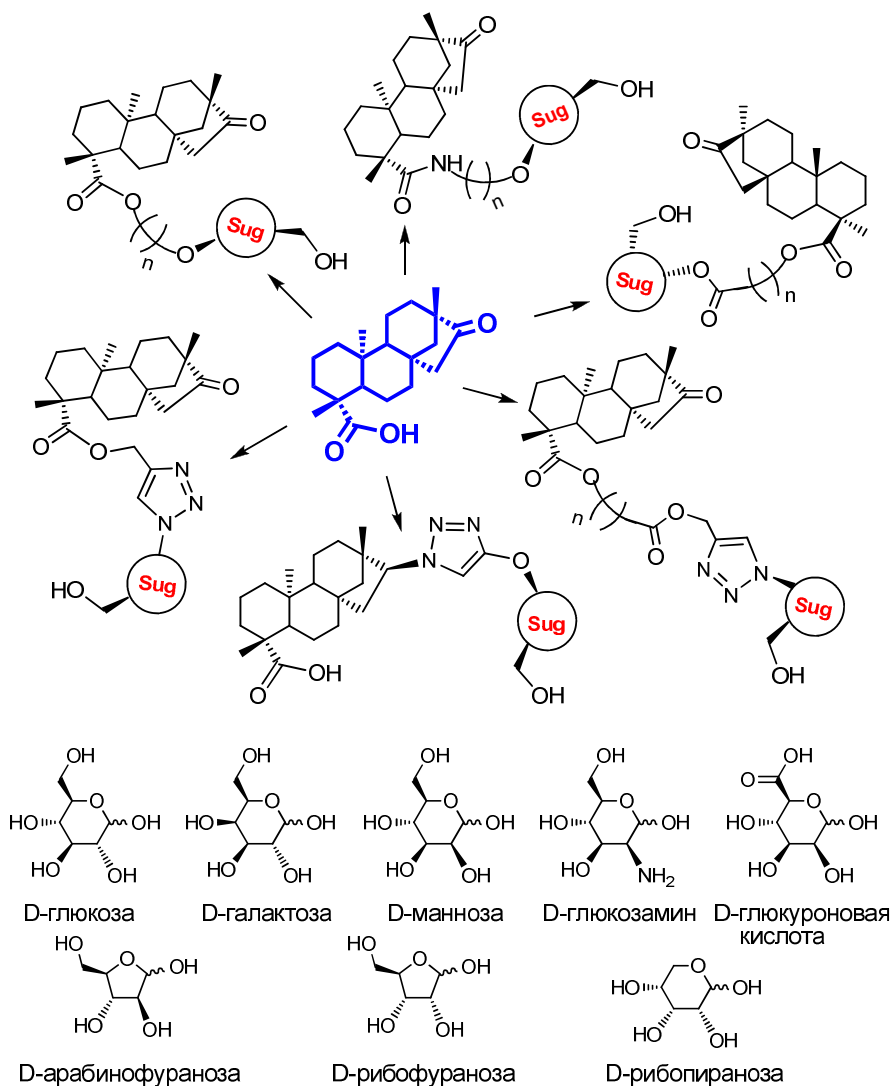
С использованием теории феромонной коммуникации насекомых сформулировано и развито перспективное научное направление по созданию препаратов для пчеловодства на основе синтетически полученных метаболитов медоносных пчел [многофункционального феромона медоносной пчелы – 9-оксо-2*E*-деценовой кислоты – и основного компонента маточного молочка – 10-гидрокси-2*E*-деценовой кислоты], включающее разработку эффективных путей их синтеза, исследование фармакологической активности и методов применения.

## СИНТЕЗ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ГЛИКОЗИДОВ И ГЛИКОКОНЬЮГАТОВ ДИТЕРПЕНОИДА ИЗОСТЕВИОЛА С МОНОСАХАРИДАМИ

Катаев В.Е.

*Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова,  
ФИЦ Казанский научный центр РАН  
420088, г. Казань, ул. Арбузова, 8; e-mail: e-mail: kataev@iopc.ru*

Синтезирована большая библиотека гликозидов и гликоконъюгатов дитерпеноида изостевиола, у которых изучена разнообразная биологическая активность. Выявлена серия соединений-лидеров, проявивших высокую ( $IC_{50} = 1 \mu M$ ) цитотоксичность избирательно в отношении эпителиоидной карциномы шейки матки человека M-Hela. Соответствуя по активности противораковому препарату доксорубину, соединения-лидеры не токсичны в отношении здоровых клеток печени человека, а также эритроцитов, тогда как доксорубин, тамоксифен и другие противораковые препараты совершенно не избирательны в своем действии.



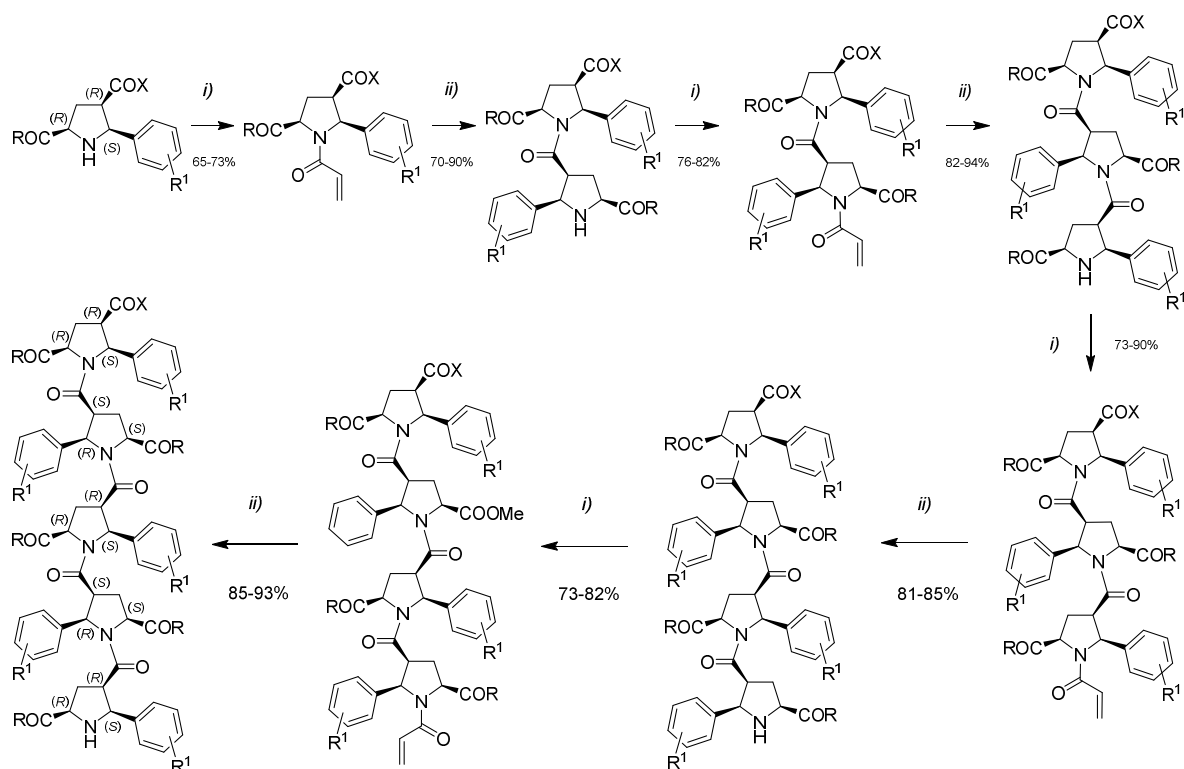
В докладе обсуждаются зависимость цитотоксичности от природы углеводных остатков и вероятные белки-мишени, на которые воздействуют соединения-лидеры.

## СИНТЕЗ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ БЕТА-ПРОЛИНОВЫХ ОЛИГОПЕПТИДОВ

Кудрявцев К.В.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова  
119991, г. Москва, Ленинские горы 1/3; e-mail: kudr@med.chem.msu.ru

Концептуально новый метод синтеза бета-пролиновых олигопептидов, основанный на 1,3-диполярном циклоприсоединении азометиновых илидов, разработан в ходе наших исследований (схема) [1]. Бета-пролиновые олигомеры с упорядоченной первичной структурой содержат до шести мономерных пирролидиновых звеньев, синтезированы в рацемических и нерацемических формах, охарактеризованы рентгеноструктурным анализом и КД-спектроскопией [1, 2]. Некоторые производные олигопептидов проявили высокую антипролиферативную активность по отношению к гормонорезистентным клеточным линиям рака простаты PC-3 и DU145 [3, 4].



Синтез бета-пролиновых альтернированных олигопептидов циклоприсоединительной олигомеризацией.

Условия реакции: *i.* акрилоилхлорид, Et<sub>3</sub>N, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>, 0°C; *ii.* R<sup>1</sup>PhCH=NCH<sub>2</sub>COR (1.0 экв.), AgOAc (1.5 экв.), Et<sub>3</sub>N (1.5 экв.), толуол, 20°C. X – O<sup>t</sup>Bu или хиральный вспомогательный элемент.

### Список литературы

1. Kudryavtsev K.V., Ivantcova P.M., Churakov A.V., Wiedmann S., Luy B., Muhle-Goll C., Zefirov N.S., Bräse S. // *Angew. Chem. Int. Ed.* 2013. Vol. 52. P. 12736–12740.
2. Kudryavtsev K.V., Ivantcova P.M., Muhle-Goll C., Churakov A.V., Sokolov M.N., Dyuba A.V., Arutyunyan A.M., Howard J.A.K., Yu C.C., Guh J.H., Zefirov N.S., Bräse S. // *Org. Lett.* 2015. Vol. 17. P. 6178–6181.

3. Kudryavtsev K.V., Yu C.C., Ivantcova P.M., Polshakov V.I., Churakov A.V., Bräse S., Zefirov N.S., Guh J.H. // *Chem. Asian J.* 2015. Vol. 10. P. 383–389.
4. Chan M.L., Yu C.C., Hsu J.L., Leu W.J., Chan S.H., Hsu L.C., Liu S.P., Ivantcova P.M., Dogan Ö., Bräse S., Kudryavtsev K.V., Guh J.H. // *Oncotarget.* 2017. Vol. 8. P. 96668–96683.



## СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ СОЛЕЙ ФОСФОНИЯ – НОВЫХ МОЛЕКУЛЯРНЫХ ВЕКТОРОВ В ФАРМАКОЛОГИИ

**Миронов В.Ф., Цепяева О.В., Немтарев А.В.,  
Хасиятуллина Н.Р., Татаринев Д.А.**

*Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова,  
ФИЦ Казанский научный центр РАН  
420088, г. Казань, ул. Арбузова, 8; e-mail: mironov.iopc.ru*

Соли фосфония обладают практически важными свойствами, проявляя антимикробное, антигрибковое, антипаразитарное действие; они используются в качестве контрастных реагентов и средств визуализации опухолей, биоцидов для обеззараживания воды, магнитных ионных жидкостей, компонентов в электролитах и экстрагентах металлов, для модификации целлюлозы, в качестве компонентов гибридных наночастиц для использования в медицине и др. Они находят также широкое применение в органическом синтезе (органокатализаторы различных реакций присоединения и конденсаций, ионные жидкости, прекурсоры в реакции Виттига и Аппеля, пептидосочетающие реагенты, промежуточные соединения в синтезе производных четырех- и пятикоординированного фосфора и т.д.) [1]. Благодаря своему делокализованному положительному заряду и высокой гидрофобности триарилфосфониевая группа позволяет конъюгированным с ней определенным образом как известным, так и новым лекарственным молекулам легко проникать не только через клеточные мембраны, но и преодолевать высокий мембранный потенциал митохондрий опухолевых клеток [2, 3], способствуя накоплению в них целевых молекул. С учетом того, что нарушения метаболического характера в митохондриях ответственны за возникновение онкологических мутаций в клетке [4], приобрело важное значение введение липофильных катионов тетра- и трифенилфосфония в противораковые соединения, которое повышает их эффективность благодаря адресной доставке в опухолевые клетки. Кроме того, и сами соли фосфония проходят предклиническое исследование как весьма эффективные ингибиторы сигнальных путей для роста и пролиферации опухолевых клеток [5]. В докладе проанализированы наиболее используемые методы получения солей фосфония, включая конъюгацию с противоопухолевыми молекулами, и рассмотрены новые подходы, заключающиеся во взаимодействии солей Н-трифенилфосфония с эпоксидами, терпеноидами, нафто- и бензохинонами [6–9]. С использованием рассмотренных методов получены производные, проявляющие высокую антимикробную и противоопухолевую активность [10–13].

### *Список литературы*

1. Berchel M., Jaffrès P.-A. Organophosphorus Chemistry: From Molecules to Applications. Iaroshenko V. (ed.). John Wiley & Sons. 2019. P. 59–112.
2. Zielonka J., Joseph J., Sikora A., Hardy M., Ouari O., Vasquez-Vivar J., Cheng G., Lopez M., Kalyanaraman B. // Chem. Rev. 2017. Vol. 117. P. 10043–10120.
3. Kalyanaraman B., Cheng G., Hardy M., Ouari O., Lopez M., Joseph J., Zielonka J., Dwinell M.B. // Redox Biology. 2018. Vol. 14. P. 316–327.
4. Yao C.-H., Wang R., Wang Y., Kung C.-P., Weber J.D., Patti G.J. // eLife. 2019. Vol. 8. e41351.

5. Millard M., Pathania D., Shabaik Y., Taheri L., Deng J., Neamati N. // PLoS ONE. 2010. Vol. 5. e13131.
6. Цепяева О.В., Миронов В.Ф., Хайрутдинов Б.И., Зуев Ю.Ф. // ЖОрХ. 2014. Т. 50. С. 933–934.
7. Mironov V.F., Khasiyatullina N.R., Krivolapov D.B. // Tetrahedron Lett. 2015. Vol. 56. P. 7132–7134.
8. Хасиятуллина Н.Р., Вазыхова А.М., Воронина Ю.К., Миронов В.Ф. // ЖОХ. 2017. Т. 87. С. 1451–1457.
9. Хасиятуллина Н.Р., Вазыхова А.М., Миронов В.Ф. // ЖОХ. 2017. Т. 87. С. 2084–2086.
10. Хасиятуллина Н.Р., Миронов В.Ф., Богданов А.В., Зобов В.В., Волошина А.Д., Кулик Н.В., Коновалов А.И. // Хим.-фарм. ж. 2009. Т. 43. № 11. С. 20–23.
11. Tatarinov D.A., Kuznetsov D.M., Voloshina A.D., Lyubina A.P., Strobykina A.S., Mukhitova F.K., Polyancev F.M., Mironov V.F. // Tetrahedron. 2016. Vol. 72. P. 8493–8501.
12. Khasiyatullina N.R., Vazykhova A.M., Mironov V.F., Krivolapov D.B., Voronina Yu.K., Voloshina A.D., Kulik N.V., Strobykina A.S. // Mendeleev Commun. 2017. Vol. 27. P. 134–136.
13. Tsepäeva O.V., Nemtarev A.V., Abdullin T.I., Grigor'eva L.R., Kuznetsova E.V., Akhmadishina R.A., Ziganshina L.E., Cong H.H., Mironov V.F. // J. Nat. Prod. 2017. Vol. 80. P. 2232–2239.

## **ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ГЕРОПРОТЕКТОРЫ: КРИТЕРИИ, КЛАССИФИКАЦИИ, ПРИМЕРЫ**

**Москалев А.А.**

*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН  
167982, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 28; e-mail: amoskalev@list.ru*

Старение является одним из основных факторов риска возникновения социально значимых заболеваний. Борьба со старением как с причиной целого комплекса заболеваний с применением веществ, его замедляющих (геропротекторов), может служить целям профилактики и отсрочки возникновения указанных выше заболеваний. Подходы к созданию новых геропротекторов: скрининговый, гомеостатический, механизм-ориентированный, таргетный, поиск генных сигнатур, поиск старение-ассоциированных путей, анализ кластерных расстояний.

Для того чтобы относить новые вещества к группе геропротекторов, применимых в медицине, разработаны критерии:

1. Увеличение продолжительности жизни;
2. Улучшение биомаркеров старения;
3. Низкая токсичность;
4. Слабые побочные эффекты;
5. Улучшение качества жизни;
6. Эволюционный консерватизм мишени;
7. Воспроизводимость геропротекторных эффектов на различных модельных организмах;
8. Влияние одновременно на несколько ассоциированных со старением причин смерти млекопитающих и человека;
9. Увеличение стрессоустойчивости.

Мы также предложили классификацию существующих геропротекторов, основанную на концепции гомеостаза:

1. Устраняющие последствия нарушения гомеостаза;
2. Повышающие возможности собственных гомеостатических систем организма;
3. Нейтрализующие повреждающие агенты внешней и внутренней среды, приводящие к нарушению гомеостаза;
4. Подавляющие избыточные гомеостатические реакции, ведущие к еще большей потере гомеостаза.

В настоящее время нет комплексных клинических исследований геропротекторных свойств веществ, поэтому мы можем говорить лишь о потенциальных геропротекторах. Существует более 250 потенциальных геропротекторов ([geroprotectors.org](http://geroprotectors.org)), например, рапамицин, метформин, глюкозамин, аспирин, витамин K2, предшественники NAD+.

## СИНТЕЗ, НЕТРИВИАЛЬНОЕ ПОВЕДЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ТИОТЕРПЕНОИДОВ

Никитина Л.Е., Старцева В.А., Киселев С.В.

Казанский государственный медицинский университет,  
420012, г. Казань, ул. Бутлерова, 49; e-mail: nikitl@mail.ru

В последнее время накоплен значительный материал, свидетельствующий о разнообразной биологической активности серосодержащих монотерпеноидов [1]. Однако содержание тиотерпеноидов в растительных источниках по сравнению с кислородсодержащими аналогами невелико и не отличается разнообразием. Возможность широко исследовать биологическую активность тиотерпеноидов появилась благодаря разработке удобных синтетических подходов к ним [2].

С использованием разнообразных методов синтеза нами были получены серии терпенсульфидов, а также соответствующих им сульфоксидов и сульфонов, в том числе, сульфоксиды с «необычным» рацематоподобным поведением [2, 3]. Кроме того, на примере одного из сульфонов было открыто явление, не описанное до этого в современной стерео- и кристаллохимической литературе, которое мы назвали «индуцируемая кристаллизацией диастереомеризация» [3].

Установлено, что тиотерпеноиды различной структуры обладают высокой противогрибковой, противовоспалительной, антибактериальной и антихеликобактерной активностью, низкой токсичностью, а также отсутствием мутагенного и генотоксического эффектов [2]. Исследования по изучению влияния тиотерпеноидов на систему гемостаза в условиях *in vitro* показали, что эти соединения в разной степени обладают антиагрегационной и антикоагуляционной активностью [4]. При помощи стандартных биохимических тестов, методов спектроскопии ЯМР, в том числе твердотельной с использованием модельных мембран, а также метода атомной силовой микроскопии и молекулярного динамического моделирования, было установлено, что действие тиотерпеноидов обусловлено их способностью ингибировать тромбогенные свойства активированных тромбоцитов за счет встраивания гидрофобной части молекулы тиотерпеноида в клеточную мембрану, в то время как гидрофильная часть молекулы выполняет роль «якоря», связываясь с гидрофильными фрагментами фосфолипидов. Немаловажное значение имеет наличие в молекулах атома серы, обеспечивающего рецепторное взаимодействие тиотерпеноидов с тромбоцитами. Это свойство тиотерпеноидов можно использовать как для стабилизации препаратов крови, так и для создания на их основе перспективных антиагрегационных лекарственных средств.

### Список литературы

1. Nikitina L.E., Artemova N.P., Startseva V.A., Fedyunina I.V., Klochkov V.V. // Chem. Nat. Compd. 2017. Vol. 53. P. 811–819.
2. Ishmuratov G.Y., Yakovleva M.P., Tukhvatshin V.S., Talipov R.F., Nikitina L.E., Tolstikov A.G. // Chem. Nat. Compd. 2014. Vol. 50. P. 22–47.
3. Nikitina L.E., Lodochnikova O.A., Startseva V.A., Bodrov A.V., Artemova N.P., Klimovitskii A.E., Klochkov V.V. // Phosphorus, Sulfur Silicon Relat. Elem. 2017. Vol. 192. P. 187–191.
4. Nikitina L.E., Kiselev S.V., Startseva V.A., Bodrov A.V., Azizova Z.R., Shipina O.T., Fedyunina I.V., Boichuk S.V., Lodochnikova O.A., Klochkov V.V., Galiullina L.F., Khaiullina A.V. // Front. Pharmacol. 2018. Vol. 9. 116.

## ПОЛИВИНИЛСАХАРИДЫ И НАНОДИСПЕРСНЫЕ СИСТЕМЫ НА ИХ ОСНОВЕ

**Панарин Е.Ф.**

*Институт высокомолекулярных соединений РАН  
199004, г. Санкт-Петербург, В.О. Большой просп., 31; e-mail: panarin@hq.macro.ru*

Полисахариды – новый класс водорастворимых полимеров, перспективных носителей биологически активных и лекарственных веществ. Наличие углеводных фрагментов различного химического строения и возможность введения дополнительных реакционноспособных групп открывают широкие перспективы для их использования в биомедицинских целях.

В представленном сообщении рассмотрены методы синтеза винилсахаридов, процессы их гомо- и сополимеризации, синтез полимеров различной архитектуры. Поливинилсахариды обладают собственной биологической активностью, они проявляют иммуномодулирующие свойства, в зависимости от химического строения могут быть как иммуностимуляторами, так и иммунодепрессантами.

В докладе рассмотрены вопросы синтеза поликатионов и полианионов на основе винилсахаридов, а также нейтральных макромолекул, несущих гидрофобные фрагменты и высокоспецифические лиганды для связывания гидрофобных БАВ. Катионы полиэлектролитов на основе винилсахаридов взаимодействуют с ДНК, вызывая её компактизацию, приводящую к формированию наноразмерных структур, способных транспортироваться в клетки. Такие структуры перспективны для транспорта генетического материала в клетки в целях генотерапии.

Способность поливинилсахаридов останавливать ионы серебра и стабилизировать сформированные в процессе восстановления наночастицы открывает возможность создания на их основе новых антисептических средств широкого спектра антимикробного действия.

## КОНЦЕПЦИЯ И НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ МЕДИЦИНСКОЙ ХИМИИ

**Племенков В.В.**

*Казанский (Приволжский) федеральный университет,  
Химический институт им. А.М. Бутлерова, кафедра медицинской химии  
420008, г. Казань, ул. Кремлёвская, 29/1; e-mail: plem-kant@yandex.ru*

Медицинская химия может быть определена как композитное направление, основными взаимосвязанными научными составляющими которого являются: органический синтез, фармакология и биохимия человека. В качестве составляющих второго порядка могут привлекаться разделы физической химии, аналитической химии, квантовой химии, молекулярной биологии, представления супрамолекулярной химии и др.

Соответственно, проблематика этого направления складывается из проблем и возможностей каждой из этих фундаментальных наук, а также и их взаимодействия, имеющего прямую и обратную связь.

Рассмотрен современный протокол направления «медицинская химия», который включает: выбор стартовой целевой синтетической платформы, выбор соответствующих фармакофорных функций, анализ возможных синтетических решений, определение вероятных медико-биологических объектов, постулирование механизма взаимодействия фармакофор–мишень, определение взаимосвязи структура–активность (QSAR).

В связи с вышесказанным, рассмотрены наиболее перспективные (ключевые) синтетические подходы, предложена классификация фармакофоров, постулированы возможные механизмы взаимодействия их с молекулярными фрагментами клеточных структур. Этот последний момент напрямую связан с экспериментальным определением строения молекулярных фрагментов клеток – очень важным и наиболее проблематичным в решениях. Особо выделена роль природных соединений в качестве стартовых субстанций и лекарственную классификацию образующих.



## НОВЫЙ ПРОДУЦЕНТ ФИТОЭКДИСТЕРОИДОВ – *CENTAUREA IBERICA* И ИХ БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ

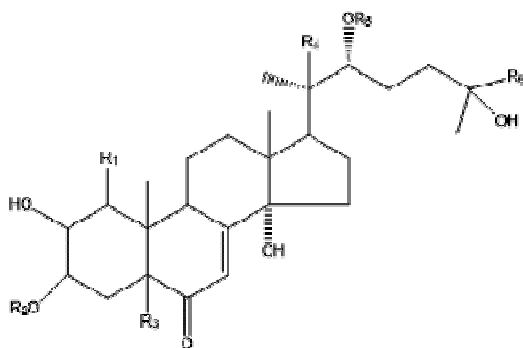
**Рамазанов Н.Ш., Юсупова У.Ю., Сыров В.Н.**

*Институт химии растительных веществ им. ак. С.Ю. Юнусова АН РУз  
Республика Узбекистан, 100170, г. Ташкент, ул. М. Улугбека, 77;  
e-mail: plant\_inst@icps.org.uz*

В медицине экидистероидсодержащие натуральные составы используются в качестве тонизирующих и стимулирующих средств при умственном и физическом утомлении, пониженной работоспособности.

С целью выявления новых источников экидистероидсодержащего сырья мы изучали растение *Centaurea iberica* (сем. Asteraceae) местного произрастания [1].

Предварительная тонкослойная хроматография метанольного экстракта надземной части *Centaurea iberica* показала, что растение содержит по крайней мере пять разных экидистероидов. Высушенную и измельченную надземную часть *Centaurea iberica* экстрагировали пять раз MeOH. Экстракт концентрировали и разбавляли равным объемом воды. Полученный осадок удаляли фильтрацией и упаривали MeOH. Водную часть последовательно экстрагировали хлороформом, этилацетатом, затем бутанолом-1. После упаривания растворителей под вакуумом были получены фракции EtOAc и BuOH. Из бутанольной вытяжки метанольного экстракта хроматографическим разделением на колонке с силикагелем были выделены фракции, из которых рехроматографированием, элюируя системами хлороформ–метанол 15:1, 9:1, 4:1, выделили 20-гидроксиэкидизон (**1**). В очищенных фракциях сравнением с подлинными образцами обнаружили силенеозид D (**2**) и смесь малополярных экидистероидов.



**1:**  $R_1 = R_2 = R_3 = R_5 = H$ ;  $R_4 = OH$ ;  $R_6 = CH_3$

**2:**  $R_1 = R_3 = R_5 = H$ ;  $R_4 = OH$ ;  $R_6 = CH_3$ ;

$R_2 = \alpha\text{-D-Gal}$

Строение экидистероидов идентифицировали на основе результатов ИК-, ПМР-спектроскопии, а также сравнением с эталонными образцами. Выделенные фитоэкидистероиды, особенно 20-гидроксиэкидизон, проявляли выраженное адаптогенное действие. Под их влиянием наблюдалась нормализация сниженного пластического и энергетического обмена в организме крыс при иммобилизационном стрессе, отмечалось ингибирование процессов перекисного окисления липидов за счет повышения в органах и тканях активности ферментов антиоксидантной защиты.

Таким образом, показано, что *Centaurea iberica* (местное растение) содержит экидистероиды, и приведенные структуры в этом растении были обнаружены впервые; выявлено, что выделенные соединения представляют значительный интерес в качестве биологически активных средств.

### Список литературы

1. Рамазанов Н.Ш., Бобаев И.Д., Сыров В.Н., Сагдуллаев Ш.Ш., Маматханов А.У. Химия, биология и технология получения фитоэкидистероидов. Ташкент: Изд-во «Фан ва технология», 2016. 260 с.

**КАРБИД КАЛЬЦИЯ В МОДИФИКАЦИИ ПРИРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ****Родыгин К.С., Анаников В.П.**

*Санкт-Петербургский государственный университет, Институт химии  
198504, г. Санкт-Петербург, Петергоф, Университетский просп., 26;  
e-mail: k.rodygin@spbu.ru*

Возобновляемость природных соединений является их ключевым свойством, благодаря которому получение новых материалов может быть осуществлено без привлечения внешних ресурсов. Запасы углерода, входящего в состав природных веществ, не просто велики, а неисчерпаемы. Следуя методологиям органического синтеза, можно менять формы соединений углерода и получать все новые ключевые продукты промышленного цикла. Таким образом, природные соединения обладают рядом существенных преимуществ, среди которых ключевую роль играет их возобновляемость (рисунок).

**Биомасса**

- ✓ Неисчерпаемость
- ✓ Возобновляемость
- ✓ Высокая распространенность
- ✓ Нет необходимости "добычи ископаемых"

Основные преимущества использования биомассы.

Модификация биомассы и ее компонентов включает в себя сложные и многостадийные процессы. Основной проблемой данных процессов является их масштабируемость. Возможности модифицировать имеющийся объем биомассы весьма ограничены. Несмотря на отработанные процедуры и успешные синтезы, реализация лабораторных подходов в промышленных условиях зачастую просто невозможна вследствие ограниченности реагентов. Поэтому для использования биосырья в промышленных масштабах необходимы крупнотоннажные продукты. Идеальным случаем при этом будет возможность возобновления всех реагентов.

В настоящем докладе будут представлены результаты цикла работ по модификации природных соединений карбидом кальция с точки зрения потенциальных возможностей в рамках масштабного производства [1]. Синтетические возможности карбида кальция в области химии природных соединений и их модификации будут освещены на примере спиртов [2, 3], тиолов [4] и аминов [5] с получением в конечном итоге полимеров на основе природных субстратов.

***Список литературы***

1. Rodygin K.S., Vikenteva Y.A., Ananikov V.P. // ChemSusChem. 2019. Vol. 19. P. 1483–1516.
2. Rodygin K.S., Werner I., Ananikov V.P. // ChemSusChem. 2018. Vol. 11. P. 292–298.
3. Werner G., Rodygin K.S., Kostin A.A., Gordeev E.G., Kashin A.S., Ananikov V.P. // Green Chem. 2017. Vol. 19. P. 3032–3041.
4. Rodygin K.S., Ananikov V.P. // Green Chem. 2016. Vol. 18. P. 482–486.
5. Rodygin K.S., Bogachenkov S.A., Ananikov P.V. // Molecules. 2018. Vol. 23. 648.

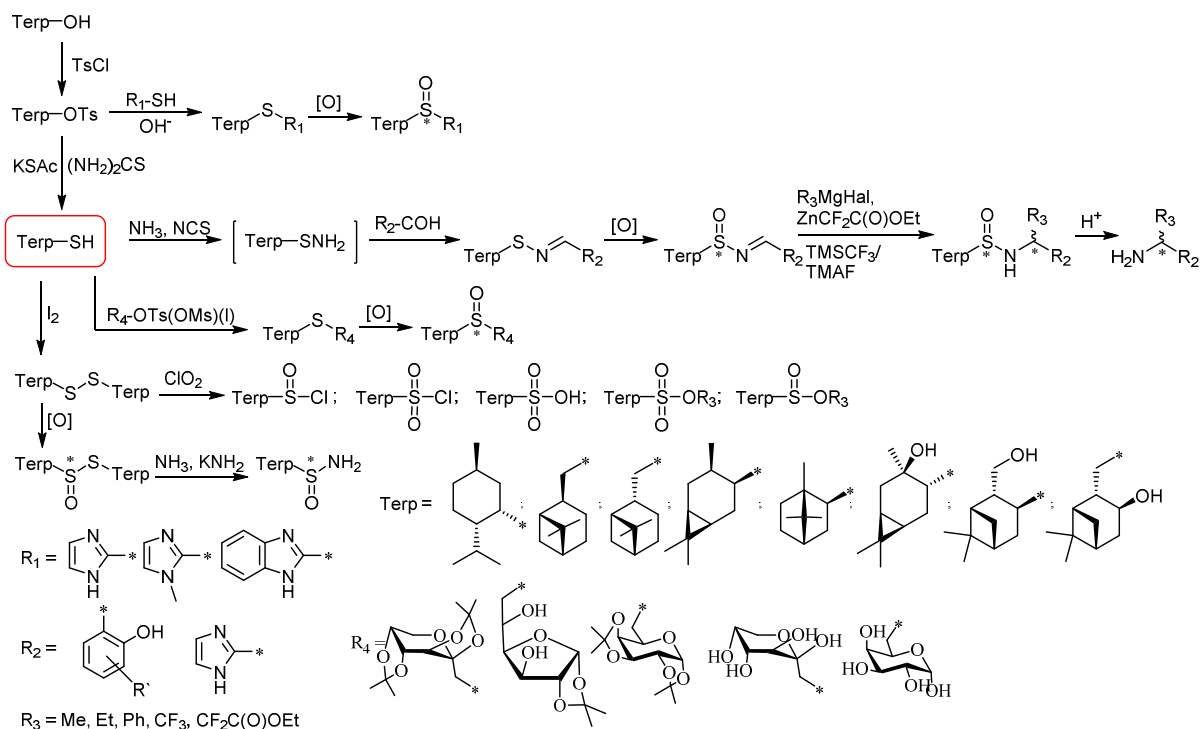
## СИНТЕЗ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МОНО-, СЕСКВИ- И ДИТЕРПЕНОИДОВ

**Рубцова С.А., Судариков Д.В., Гырдымова Ю.В., Измestьев Е.С.,  
Лезина О.М., Пестова С.В., Гребёнкина О.Н., Кучин А.В.**

*Институт химии Коми НЦ УрО РАН*

*167000, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 48; e-mail: rubtsova-sa@chemi.komisc.ru*

В докладе обобщены результаты асимметрического синтеза *S*-, *O*-, *N*-, *Cl*-, *F*-содержащих монотерпеноидов.



На основе сесквитерпеноида оксида кариофиллена синтезированы *S*-производные клованового и кариофилланового типов: тиолы, сульфиды и их окисленные производные, ди- и биссульфиды.

Используя в качестве стартового реагента дегидроабетиновую кислоту, получен тиол с группой SH при C<sup>18</sup>. Исследовано его окисление диоксидом хлора, в результате чего в зависимости от условий реакций синтезированы соответствующие сульфокислота и сульфохлорид с количественными выходами. Установлено, что образованию сульфокислоты способствует применение основных растворителей, например, пиридина, тогда как сульфохлорид получается в хлороформе с добавлением катализатора VO(acac)<sub>2</sub>. В результате окислительной димеризации тиола дегидроабетанового типа йодом в EtOH также синтезирован дисульфид, окисление которого диоксидом хлора привело к тем же продуктам, что и окисление тиола.

*Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (проект № 19-03-00951 А) и проекта УрО РАН (№ 18-3-3-17) с использованием оборудования Центра коллективного пользования «Химия» Института химии Коми НЦ УрО РАН.*

## СИНТЕЗ НОВЫХ ПРОТИВООПУХОЛЕВЫХ АГЕНТОВ НА ОСНОВЕ ХИНОЛИЗИДИНОВЫХ АЛКАЛОИДОВ

**Цыпышева И.П.<sup>1</sup>, Петрова П.Р.<sup>1</sup>, Ковальская А.В.<sup>1</sup>, Вахитова Ю.В.<sup>2</sup>**

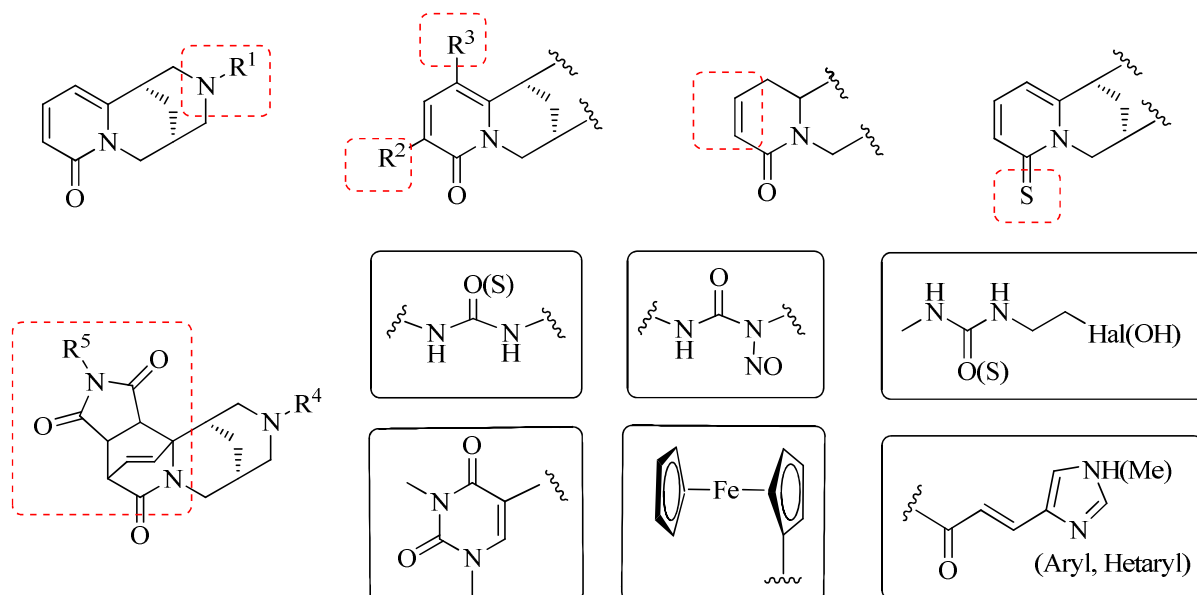
<sup>1</sup>Уфимский институт химии, Уфимский ФИЦ РАН

450054, г. Уфа, просп. Октября, 71; e-mail: tsipisheva@anrb.ru

<sup>2</sup>Уфимский институт биохимии и генетики, Уфимский ФИЦ РАН

450054, г. Уфа, просп. Октября, 71

На основе хинолизидинового алкалоида (–)-цитизина, его тиоаналога и некоторых других хинолизидиновых алкалоидов растений семейства бобовых (*Fabaceae*) синтезированы новые производные, несущие в своей структуре галоген-, нитро-, формильные, амидные (тиоамидные), карбоксамидные (тиокарбоксамидные), гидроксид- и галогенэтильные фрагменты, а также конъюгаты исходных молекул с пиримидиновыми основаниями, некоторыми биологически значимыми кислотами, включая *N*-метилурокановую, и с формилферроценом (рисунок).



Направления химических трансформаций хинолизидиновых алкалоидов с 2-пиридиновым ядром.

Среди синтезированных соединений найдены производные, проявляющие выраженную цитотоксическую активность в отношении клеточных линий опухолевого происхождения: Jurkat (линия лимфобластного лейкоза человека), A549 (карцинома легкого человека), MCF-7 (аденокарцинома молочной железы человека) и SH-SY5Y (нейробластома человека).

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 17-43-020298 p\_a.

## **Устные, стендовые доклады**

## ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОННО-МОЛЕКУЛЯРНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ НЕКОТОРЫХ ДИТЕРПЕНОВЫХ АЛКАЛОИДОВ В УСЛОВИЯХ РЕЗОНАНСНОГО ЗАХВАТА ЭЛЕКТРОНОВ

**Абдуллин М.Ф.<sup>1</sup>, Сайниев Д.А.<sup>1</sup>, Цырлина Е.М.<sup>1</sup>, Нафикова Е.П.<sup>2</sup>,  
Пшеничнюк С.А.<sup>2</sup>, Мавродиев В.К.<sup>1</sup>, Фурлей И.И.<sup>1</sup>, Юнусов М.С.<sup>1</sup>**

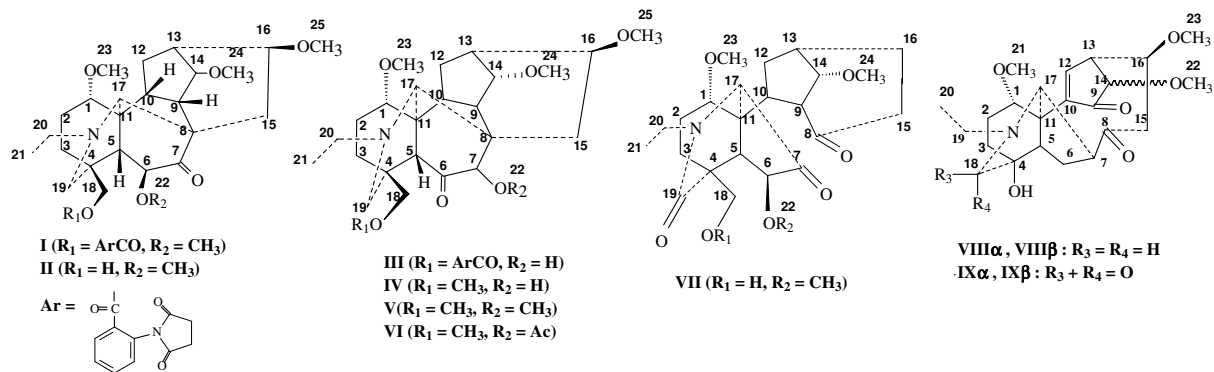
<sup>1</sup>Уфимский институт химии, Уфимский ФИЦ РАН

450054, г. Уфа, просп. Октября 71; e-mail: elmolek@anrb.ru

<sup>2</sup>Институт физики молекул и кристаллов, Уфимский ФИЦ РАН

450075, г. Уфа, просп. Октября 151; e-mail: sapsh@anrb.ru

Биологически активные свойства алкалоидов обуславливают их многочисленные исследования. Резонансный захват низкоэнергетичных (0–1 эВ) электронов (РЗЭ) молекулами органических соединений в газовой фазе происходит с участием граничных молекулярных орбиталей, которые определяют их реакционную способность [1]. Наличие в структуре молекул дитерпеновых алкалоидов электронакцепторных функциональных групп, удаленных друг от друга, должно способствовать формированию различных центров локализации заряда в образующихся молекулярных отрицательных ионах (МОИ) и приводить к различным путям их фрагментации. Поэтому изучение поведения этих соединений в условиях РЗЭ является актуальным. РЗЭ молекулами соединений, содержащих СО-группу в положении 6 или 7 (**I–VII**) [2] либо  $\pi_{C=C}$ - и  $\pi_{C=O}$ -сопряженные связи (**VIII–IX**) [3], приводит к образованию ОИ  $[M-H]^-$  и  $[M-OCH_3]^-$  либо  $[M-OR_2]^-$ . Соединения **VII–IX** представляют собой две пары стереоизомеров ( $\alpha$  и  $\beta$ ) относительно расположения  $OCH_3$ -группы при  $C_{14}$  и различимы при РЗЭ.



Вследствие низкоэнергетичности электронов, участвующих в образовании данных ОИ, вероятно существование молекул соединений **I–IX** в енольной форме [4]. Для интерпретации экспериментальных данных был применен термодинамический подход. Показано, что МОИ алкалоидов **I–IV** реализуют свои главные каналы распада из кето-форм, **V–VI** – из енольной формы, **VII–IX** – из обеих таутомерных форм.

### Список литературы

1. Хвостенко В.И. Масс-спектрометрия отрицательных ионов в органической химии. М.: Наука, 1981. С. 159.
2. Мавродиев Д.В., Абдуллин М.Ф., Сайниев Д.А., Нафикова Е.П., Цырлина Е.М., Мавродиев В.К., Фурлей И.И., Юнусов М.С. // Химия высоких энергий. 2012. Т. 46. № 2. С. 115–120.



3. Сайниев Д.А., Шафикова Э.У., Абдуллин М.Ф., Цырлина Е.М., Пшеничнюк С.А., Мавродиев В.К., Фурлей И.И., Юнусов М.С. // Химия высоких энергий. 2016. Т. 50. № 6. С. 458–462.
4. Пихтовников С.В., Мавродиев В.К., Иванов С.П., Кривоногов В.П., Муринов Ю.И., Фурлей И.И. // Изв. АН. Сер. хим. 2005. № 6. С. 1360–1362.

## АМИНОКИСЛОТНЫЙ УГЛЕВОДНЫЙ СОСТАВ РАСТЕНИЯ *CIRCAEA LUTETIANA* L.

**Абиева А.О., Рахмадиева С.Б.**

*Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева  
Республика Казахстан, 010000, г. Нур-Султан, ул. Сапиева, 2;  
e-mail: aida.4.abiyeva@gmail.com*

*Circaea lutetiana* L. относится к семейству *Onagraceae* (кипрейных), которое насчитывает более 640 видов растений. Род *Circaea* L. является небольшим и единственным представителем трибы *Circaeae*. В отличие от других растений семейства *Onagraceae*, растения рода *Circaea* встречаются только в смешанных мезофитных лесах северного полушария и достигают наибольшего разнообразия в Восточной Азии, где встречаются 12 из 14 таксонов [1]. *Circaea lutetiana* L. используется в народной медицине как ранозаживляющее средство, в косметологии – для лечения угревой сыпи, в качестве противомикробного средства помогает бороться с варикозными заболеваниями [2]. В связи с этим представляет интерес изучить химический состав этого ценного в фармакологическом отношении растения.

Объектом исследования служили различные органы растения *Circaea lutetiana* L.: корни, стебли, листья, плоды, заготовленные в фазу плодоношения в Павлодарской области Республики Казахстан в июле 2018 г.

Обнаружение свободных аминокислот и углеводов определяли методом бумажной хроматографии. В качестве неподвижной фазы использовали бумагу марки Whatman в системах *n*-бутанол–пиридин–вода (40:12.5:29) для аминокислот [3], *n*-бутанол–вода–ледяная АсОН (4:1:5) [4]. В анализе аминокислот для сравнения использовали 15 стандартных растворов аминокислот: тирозин, цистеин, лейцин, валин, глутаминовую кислоту, лизин, пролин, метионин, орнитин, глицин, аланин, аспарагиновую кислоту, гистидин, фенилаланин, аргинин, а для анализа углеводов – 10 моно-, дисахаридов: рамнозу, глюкозу, ксилозу, галактозу, арабинозу, лактозу, мальтозу, фруктозу, рафинозу, сахарозу. Бумагу обрабатывали 0.2%-ным спиртовым раствором нингидрина, *o*-толуидином, мочевиной, анилиндифениламинфосфатным раствором.

В результате проведенного анализа установили наличие 11 аминокислот (таблица).

Аминокислотный и углеводный состав растения *Circaea lutetiana* L.

Органы растения	Аминокислоты	Углеводы
Корни	Лизин, пролин, орнитин	Галактоза, глюкоза, фруктоза, сахароза
Стебли	Тирозин, глутаминовая кислота, лизин, пролин, орнитин, аланин, аргинин	Глюкоза, фруктоза, сахароза
Плоды	Тирозин, глутаминовая кислота, лизин, аспарагиновая кислота	Фруктоза, галактоза
Листья	Тирозин, лейцин, валин, глутаминовая кислота, лизин, глицин	

Фармакологические свойства этого растения обусловлены комплексом биологически активных веществ, среди которых важное значение имеют аминокислоты.

**Список литературы**

1. Комаров В.Л. Флора СССР. Л.-М.: Наука, 1949. Т. 15. 633–637 с.
2. Patent CN107260901 // Traditional Chinese medicine nursing liquid for improving gastrointestinal function. Sun Meihua, Diao Qinghua. Applied 20.10.17.
3. Edman P. Method for determination of the amino acid sequence in peptides // Acta Chem. Scand. 1950. Vol. 4. P. 283–29.
4. Оллеников Д.Н., Танхаева Л.М. Исследование процесса экстракции полисахаридов семян льна (*Linum usitatissimum* L.) // Химия растительного сырья. 2007. № 4. С. 79–83.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДОБАВКА НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

**Азизова Д.М., Мухаметханов И.А., Милославский Д.Г., Цыганова М.Е.**

*Казанский национальный исследовательский технологический университет  
420015, г. Казань, ул. К. Маркса, 68; e-mail: diasha16@bk.ru*

Для облегчения переработки полимеров в шинной и резиновой промышленности широко применяются нефтяные масла. В XXI веке в мире значительное внимание начали уделять экологии, следствием чего стал постепенный отказ от использования нефтяных масел, содержащих канцерогенные полициклические ароматические масла, а также рост популярности исследований по применению в рецептурах продуктов на базе растительного сырья.

Уже более века в резиновых рецептурах находят применение вулканизованные растительные масла – фактисы. Эти продукты могут быть получены на основе различных растительных масел и использованы в рецептурах на базе различных каучуков (хлоропреновый, изопреновый, бутадиен-стирольные, СКЭПТ, бутилкаучук, бутадиен-нитрильные).

В данной работе мы рассмотрели возможность синтеза серных фактисов с применением в качестве сырья новых продуктов: фосфолипидного концентрата (ФЛК) и эпоксирированного растительного масла (ЭРМ).

ФЛК – сопутствующий продукт в производстве растительных масел (РМ), представляет собой смесь РМ и фосфатидов (50:50, мас.), в настоящее время не находит квалифицированного применения. ЭРМ – крупнотоннажный продукт, широко применяемый при переработке хлорсодержащих полимеров (ПВХ, галобутилкаучуки). Оба эти компонента ранее были успешно апробированы в резиновых смесях на основе полиизопрена в роли мягчителей [1, 2].

Предпосылок для их использования в синтезе фактисов несколько. ФЛК содержит как классическое сырьё – РМ, так и фосфатид – это потенциальный антиоксидант и ускоритель серной вулканизации [3]. ЭРМ характеризуется значительно лучшей, нежели РМ, способностью растворять сшивающий агент – серу на первой стадии, а после и встраиваться в сетку образующегося полимера по нескольким механизмам [4].

Применение ФЛК в роли сырья позволило более чем в два раза сократить время реакции, определяемое образованием геля, в сравнении с использованием подсолнечного масла. Ускорение образования геля наблюдалось и для системы подсолнечное масло/ЭРМ.

### ***Список литературы***

1. Цыганова М.Е., Рахматуллина А.П., Ликумович А.Г., Потапов Е.Э. Диспергирование технического углерода в резиновых смесях под влиянием фосфолипидного концентрата // Вестник технологического университета. 2011. № 4. С. 105–109.
2. Милославский Д.Г., Фадеева Т.В., Мохнаткин А.М., Рахматуллина А.П., Ахмедьянова Р.А., Ликумович А.Г. Испытания эпоксирированного подсолнечного масла в качестве пластификатора-модификатора каркасных резиновых смесей // Каучук и резина. 2012. № 2. С. 31–33.
3. Ильясов Р.С., Дорожкин В.П., Власов Г.Я., Мухутдинов А.А. Шины. Некоторые проблемы эксплуатации и производства: учеб. пособие. Казань.: Казан. гос. тех. ун-т, 2000. 567 с.
4. Пакен А.М. Эпоксидные соединения и эпоксидные смолы., пер. с нем. Л.: Госхимиздат, 1962. 963 с.

## ЭКСТРАКТЫ ВОДОРОСЛЕЙ КАК ИСТОЧНИК ПОЛУЧЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И ПОЛУСИНТЕТИЧЕСКИХ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

**Аймаков О.А., Жикишев Е., Данияров А.**

*Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина  
Республика Казахстан, 010000, г. Астана, просп. Женис, 62;  
e-mail: aimakov@rambler.ru*

Поиск эффективных биологически активных веществ (БАВ) из различного растительного сырья является одним из приоритетных направлений в области химической технологии, биотехнологии, фармацевтической химии, медицины. Известно, что в состав БАВ входят сложные высокомолекулярные органические соединения, такие как белки, сахаристые вещества, липиды, разнообразные карбоновые кислоты, витамины, макро- и микроэлементы и другие [1].

В составе морских бурых водорослей (лат. *Phaeophyceae*) Каспийского моря содержатся также полимерные вещества, в частности, альгиновая кислота, которая широко используется в пищевой промышленности, медицине, фармацевтике и косметологии. Альгиновая кислота – структурный полисахарид, состоящий из блока Д-маннуровой и L-гиалуровой кислот или чередующихся мономеров. Соли альгиновой кислоты и их компоненты рассматриваются как источник новых лекарственных средств. Они содержат в своем составе альгиновую кислоту. Она также незаменима в производстве капсул.

В связи с этим нас заинтересовали исследования по выделению экстракта из бурых водорослей, изучение их состава, а также биологическая активность.

В процессе экстракции и хроматографии были выделены экстракты из бурых водорослей. Из экстракта были получены незаменимые аминокислоты – метионин, триптофан и лизин. В этих смесях содержание белка варьируется от 9.2 до 29.6%, лизина – 6.5 до 8.9%, триптофана – 1.12–1.14%, метионин+цистеина – от 1.3 до 3.0%.

С помощью методов экстракции и хроматографии данные соединения были разделены по фракциям белковых веществ, углеводных компонентов, аминокислот и других. С наименьшим выходом, около 11.7% из экстракта, была получена альгиновая кислота.

Исходя из вышеперечисленного, нами продолжаются исследования по разработке упрощенной технологии получения из экстрактов бурых водорослей непредельных высших карбоновых кислот, полимерных сахаристых веществ, аминокислот и липидов.

### ***Список литературы***

1. Дюкарев В.А., Кочаров С.А., Ходырев В.М. Зеленая химия: применение возобновляемых ресурсов в химических процессах (проектный подход) // Вестник МИТХТ. 2012. Т. 7. № 3. С. 77–89.

## АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ КОРНЕЙ РАСТЕНИЯ *BARBAREA VULGARIS* R.BR.

**Айтказина Р.Р., Рахмадиева С.Б.**

*Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева  
Республика Казахстан, 010010, г. Нур-Султан, ул. Кажымукана, 13;  
e-mail: ruzanna0598@gmail.com*















Поиск биологически активных веществ в отечественном возобновляемом растительном сырье с целью широкого использования в различных отраслях экономики страны является актуальной проблемой.

Цель работы – изучение аминокислотного состава корней *Barbarea vulgaris* R.Br. семейства *Brassicaceae* Burnett. Анализ литературных данных показал, что состав корней растения *B. vulgaris* не изучен на химические компоненты, что представляет интерес для его исследования [1].

Растительное сырье собрано близ г. Нур-Султан Акмолинской области Республики Казахстан в 2018 г. *B. vulgaris* (в простонародье – сурепка обыкновенная) представляет собой сорное растение, издревле корни растения известны своими мочегонными, ранозаживляющими свойствами, используются в пищу. Сурепка достигает высоты около 30–60 см, максимум – 1 м, имеются базальные розетки из блестящих, темно-зеленых черешковых и лирино-заостренных, т.е. с крупной концевой долей и меньшими нижними долями листьями, корень стержневой, разветвленный [2].

Извлечение свободных аминокислот из растительного сырья проводилось методом водной экстракции [3]. Для идентификации аминокислот в сравнении со стандартами ГСО использовался метод бумажной хроматографии в системе растворителей *n*-бутанол–пиридин–вода (6:4:3) с 0.2%-ным нингидриновым проявителем. В результате проведенных исследований в экстракте корней растения было идентифицировано 15 аминокислот (таблица).

Аминокислоты, полученные из экстракта корней *B. vulgaris*

№	R <sub>f</sub>	Свидетель	<i>Barbarea vulgaris</i> R.Br.
1	0.373	Тирозин	
2	0.102	Аргинин	
3	0.286	Цистеин	
4	0.468	Лейцин	
5	0.333	Валин	
6	0.500	Глютаминовая кислота	
7	0.082	Лизин	
8	0.246	Пролин	
9	0.451	Метионин	
10	0.098	Орнитин	
11	0.149	Глицин	
12	0.140	Аланин	
13	0.035	Аспарагиновая кислота	
14	0.114	Гистидин	
15	0.491	Фенилаланин	



Количественное содержание аминокислот установлено методом спектрофотометрии при длине волны 568 нм [4] с калибровочной кривой по глицину в диапазоне 0.005–0.025 мг/мл с 0.1%-ным раствором глицина и 0.2%-ным раствором нингидрина. Содержание суммы свободных аминокислот в корнях растения составило 3.38%.

#### **Список литературы**

1. Anderson A.A.M., Merker A., Nilsson P., Sorensen H., Aman P. Chemical composition of the potential new oilseed crops *Barbarea vulgaris*, *Barbarea verna* and *Lepidium campestre* // J. Sci. Food Agric. 1999. Vol. 79. P. 179–186.
2. Павлов Н.В. Флора Казахстана. Алма-Ата: АН КазССР, 1961. Т. 4. 546 с.
3. Яцюк В.Я., Чалый Г.А., Сошникова О.В. Биологически активные вещества травы крапивы двудомной // Российский медико-биологический вестник им. академика И.П. Павлова. 2006. № 1. С. 25–29.
4. Саламатов А.А., Симонян Ф.В., Покровская Ю.С., Аванесян А.А. Разработка доступного метода количественного определения  $\alpha$ -аминокислот // Бюллетень Волгоградского научного центра РАМН. 2007. С. 17–19.

## ДИАПАЗОНЫ ЕСТЕСТВЕННЫХ ВАРИАЦИЙ ИЗОТОПНОГО СОСТАВА УГЛЕРОДА И ВОДОРОДА КОМПОНЕНТОВ КОРИЧНЫХ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ

**Аксенова Ю.Б., Лапко И.В., Кузнецова О.В., Аксенов А.В.,  
Василевский С.В., Таранченко В.Ф.**

*Федеральное государственное унитарное предприятие «Научный центр «Сигнал»»  
107014, г. Москва, ул. Большая Оленья, 8; e-mail: julia\_aksenova@inbox.ru*

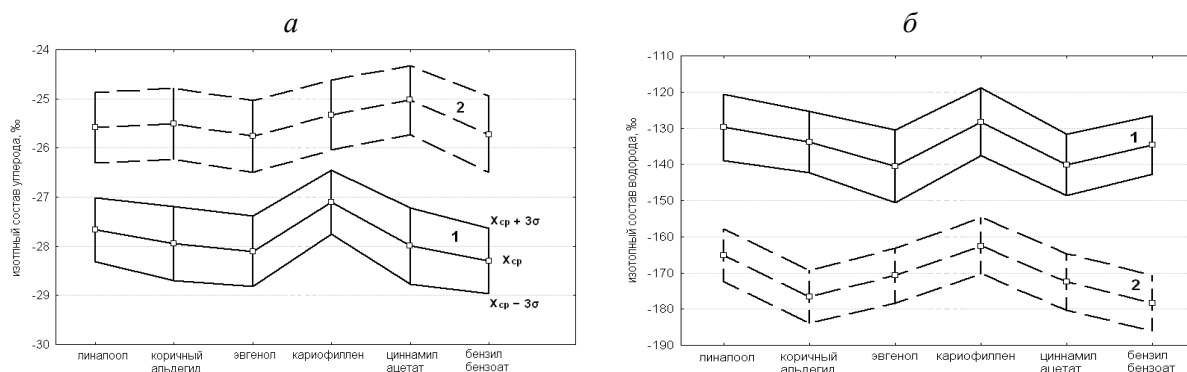
Коричные эфирные масла терапевтического класса представляют собой натуральные эфирные масла, извлеченные из коры коричника (корицы или кассии) методом паровой дистилляции и разрешенные для перорального употребления в терапевтических целях. Из-за высокой стоимости данные масла довольно часто подвергаются различного рода фальсификациям. Наиболее сложными из них являются замена одного или нескольких компонентов эфирного масла на синтетические аналоги или компоненты, извлеченные из других растений [1].

Для выявления фальсификации подобного рода используют метод изотопной масс-спектрометрии легких элементов (водорода/дейтерия, углерода, кислорода, азота), однако предварительно необходимо установить диапазоны их естественных вариаций в интересующем эфирном масле.

Настоящая работа посвящена определению диапазонов естественных вариаций изотопного состава углерода и водорода, характерных для компонентов подлинных натуральных коричных эфирных масел.

В качестве объектов исследования использовали 34 образца эфирного масла корицы и кассии, полученные в лабораторных условиях методом паровой дистилляции. Масла анализировали с применением газового хроматографа Trace GC, соединенного через интерфейс сжигания и пиролиза Isolink с изотопным масс-спектрометром DeltaV Advantage («Thermo Scientific», Германия). Каждый образец анализировали не менее трех раз. Характеристиками изотопного состава углерода и водорода служила относительная величина  $\delta$  каждого компонента эфирного масла, выраженная в промилле (‰) и представляющая относительное отклонение измеренного отношения элемента от величины условного международного стандарта.

В результате проведенного исследования определены диапазоны естественных вариаций изотопного состава углерода и водорода компонентов эфирного масла корицы и кассии, представленные на рисунке.



Диапазон естественных вариаций углерода (а) и водорода (б) компонентов эфирного масла корицы (1) и кассии (2).

### Список литературы

1. Войткевич С.А. Эфирные масла для парфюмерии и ароматерапии. М.: Пищевая промышленность, 1999. 282 с.

## ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ ЭКСТРАКТОВ ПАСЛЕНА ЧЕРНОГО

Алекберова Н.А., Илиясов А.М., Астафьева О.В.

*Астраханский государственный университет*

414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1а; e-mail: kafedrabiotekhnologii@mail.ru

Растения – источник лекарственных компонентов в профилактических, лечебных и защитных целях. Зарегистрировано широкое использование растений в качестве лекарственных средств, которые первоначально были приняты в форме неочищенных лекарств и других растительных составов. Для повышения уверенности в их безопасности для человека следует проводить исследования лекарственных растений на предмет токсичности [1]. Одним из таких видов растений является паслен черный.

*S. nigrum* – однолетнее разветвленное растение высотой до 90 см, с тусклыми темно-зелеными и мелкими черными плодами при созревании [2]. В траве паслена черного содержатся алкалоиды, витамины, фитостерины, до 10% дубильных веществ, сапонины, каротин, большое количество лимонной (до 4.5%) и аскорбиновой (до 180 мг%) кислот [3].

Цель работы – оценка токсичности выделенных комплексов БАВ листьев и стеблей паслена черного *S. nigrum* для выбора безопасной и физиологически активной дозы.

Объектом исследования являются экстракты листьев и стеблей *S. nigrum*, которые были получены согласно методике [4]. В качестве растворителей выбраны дистиллированная вода и 70%-ный раствор этанола. Определение токсичности проводили согласно OECD/OCDE 423 [5] на самках крыс-альбиносов в дозе 2000 мг/кг веса и в объеме 1 мл на 100 г массы тела.

Оценка токсичности экстрактов показала отсутствие смертности и побочных эффектов у экспериментальных животных. Следующим этапом работы будет подбор физиологически активной дозы экстрактов с антиоксидантной активностью в опытах на экспериментальных животных. А полученные результаты работы свидетельствуют о безопасности применения полученных экстрактов.

### Список литературы

1. Venkatesh R., Kalaivani K., Vidya R. Toxicity assessment of ethanol extract of *Solanum villosum* (Mill) on wistar albino rats // International Journal of Pharma Sciences and Research (IJPSR). 2014. Vol. 7. P. 406–412.
2. Son Y.O., Kim J., Lim J.C., Chung Y., Chung G.H., Lee J.C. Ripe fruits of *Solanum nigrum* L. inhibits cell growth and induces apoptosis in MCF-7 cells // Food Chem. Toxicol. 2004. Vol. 41(10). P. 1421–1428.
3. Боголюбов А.С., Кравченко М.В. Атлас-определитель ягод и других дикорастущих сочных плодов России. Компьютерный интерактивный определитель. М.: Экосистема, 2002.
4. Aboul-Enein A.M., El-Ela F.A., El-Shemy H.J. Potent anticancer and antioxidant activities of active ingredients separated from *Solanum nigrum* and *Cassia italica* extracts // Arid Land Studies. 2014. Vol. 24(1). P. 145–152.
5. OECD 423 Guideline for testing of chemicals. Acute oral toxicity. acute toxic class method, 2001. 14 p.

## БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ХАЛЬКОГЕНСОДЕРЖАЩИХ НАНОКОМПОЗИТОВ ЛЕЧЕБНЫХ ГРЯЗЕЙ

Александрова Г.П.<sup>1</sup>, Лесничая М.В.<sup>1</sup>, Долмаа Г.<sup>2</sup>,  
Сухов Б.Г.<sup>1</sup>, Рэгдэл Д.<sup>2</sup>, Трофимов Б.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Иркутский институт химии СО РАН

664033, г. Иркутск, ул. Фаворского, 1; e-mail: mlesnichaya@irioch.irk.ru

<sup>2</sup>Институт химии и химической технологии АН Монголии  
Монголия, 21035, г. Улан-Батор, ул. Энхтайван, 13330

Лечебные грязи, одним из ценных компонентов в которых содержатся гуминовые вещества (ГВ), выделяемые из различных природных источников, широко используются в медицине в качестве противовоспалительных и антисептических средств наружного применения. Известно, что некоторые ГВ способны нейтрализовывать свободные радикалы, постоянно образующиеся в очагах воспаления и являющиеся индукторами дестабилизации и разрушения клеточных мембран. В работе представлены результаты исследования возможности использования ГВ из природных лечебных грязей Монголии в качестве материалов с антиоксидантной активностью. Нами детально охарактеризованы ГВ лечебных грязей при помощи современных физико-химических методов [1]. Синтез наноконпозитов селена осуществляли в присутствии ГВ восстановлением диоксида селена боргидридом натрия в водной среде. Сравнительное исследование антиоксидантной активности выделенных гуматов и их наноконпозитов показало, что все образцы *in vitro* ингибируют модельные процессы перекисного окисления липидов мембран живой клетки [2–4]. Для гуматов и наноконпозитов установлена выраженная антиоксидантная активность, сопоставимая с таковой для известного и используемого в промышленности антиоксиданта ионола. Полученные биологически активные субстанции перспективны как антиоксидантные препараты и специфические комплексообразующие агенты с фармакофорными группами, а также могут найти применение в качестве терапевтических препаратов многоцелевого воздействия.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 18-316-20017 мол\_а\_вед.*

### Список литературы

1. Долмаа Г., Александрова Г. Биологическая активность гуминовых веществ и их наноконпозитов. LAP LAMBERT. Academic Publishing. Саарбрюккен, 2017. 256 с.
2. Александрова Г.П., Лесничая М.В., Долмаа Г., Номинцэцэг Б., Сапожников А.Н., Сухов Б.Г., Рэгдэл Д., Трофимов Б.А. // География и природные ресурсы. 2016. № S6. С. 70–75.
3. Александрова Г.П., Лесничая М.В., Долмаа Г., Клименков И.В., Сухов Б.Г., Рэгдэл Д., Трофимов Б.А. // Изв. АН. Сер. хим. 2017. № 1. С. 143–149.
4. Долмаа Г., Лесничая М.В., Александрова Г.П., Сухов Б.Г., Рэгдэл Д., Трофимов Б.А. // Доклады Академии наук. 2013. Т. 453. № 5. С. 511.

## БИОСОВМЕСТИМЫЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ МАГНИТОАКТИВНЫЕ ГИДРОГЕЛИ

Александрова Г.П., Сухов Б.Г., Трофимов Б.А.

*Иркутский институт химии СО РАН  
664033, г. Иркутск, ул. Фаворского, 1; e-mail: alexa@irioch.irk.ru*

Способность гидрогелевых материалов реагировать на такие факторы, как влажность, температура и состав окружающей среды, обуславливает их применение в качестве субстанций для эффективных терапевтических агентов. Наиболее важным свойством для использования подобных материалов в биомедицинских целях является их биосовместимость и биodeградируемость [1, 2]. В качестве таких гидрогелевых биосовместимых компонентов весьма перспективным представляется использование железосодержащих наноконпозитов на основе природных полисахаридов. В работе нами представлены результаты исследования свойств и структуры железосодержащих наноконпозитов на основе природного полисахарида галактоманнана.

Водорастворимые железосодержащие наноконпозиты на основе галактоманнана получены по экологически безопасной методике в рамках разрабатываемой нами стратегии создания наноразмерных материалов [3]. Нами установлена возможность получения наноконпозитов с заданным компонентным составом путем варьирования соотношения прекурсор/матрица в широком интервале, что позволяет управлять физико-химическими свойствами объектов. По данным электронной микроскопии наноконпозиты содержат равномерно распределенные по всему объему материала сферические наночастицы магнетита со средними размерами 7–12 нм. Содержание наночастиц железа в наноконпозитах варьируется в интервале 1.0–5.2%, что обуславливает проявление ими значительных магнитных свойств [4]. Водорастворимые наноконпозиты являются агрегативно устойчивыми в течение длительного времени и могут быть выделены в порошкообразном виде. Они отличаются высокой влагоудерживающей способностью, количество иммобилизуемой ими воды достигает 80%.

Установленный синергизм свойств наноконпозитов обусловил использование в качестве матрицы, способной придать наноматериалам высокую влагоудерживающую и гелеобразующую способность природного полисахарида галактоманнана, производимого в промышленных масштабах. В результате созданы железосодержащие наноконпозиты на основе галактоманнана, восприимчивые к внешним воздействиям, с гелеобразующей способностью, которая может регулироваться по принципу «on-off» в зависимости от изменения состава наноконпозита и растворителя.

### *Список литературы*

1. Дубровина В.И., Витязева С.А., Коновалова Ж.А., Юрьева О.В., Старовойтова Т.П., Войткова В.В., Александрова Г.П., Половинкина В.С. Иммуномодулирующее действие металлосодержащих наноконпозитов. Иркутск, 2017.
2. Долмаа Г., Александрова Г.П. Биологическая активность гуминовых веществ и их наноконпозитов. Saarbrücken, 2017.
3. Александрова Г.П., Сапожников А.Н., Прозорова Г.Ф., Сухов Б.Г., Трофимов Б.А. Эффекты наноструктурирования в магнитоуправляемых термостабильных биосовместимых наноконпозитах // Новые материалы и перспективные технологии. 2018. С. 13–18.
4. Александрова Г.П., Грищенко Л.А., Богомяков А.С., Сухов Б.Г., Овчаренко В.И., Трофимов Б.А. Магнитная активность наноструктурированных биополимерных наномангнетиков. Изв. АН. Сер. хим. 2010. № 12. С. 2261.

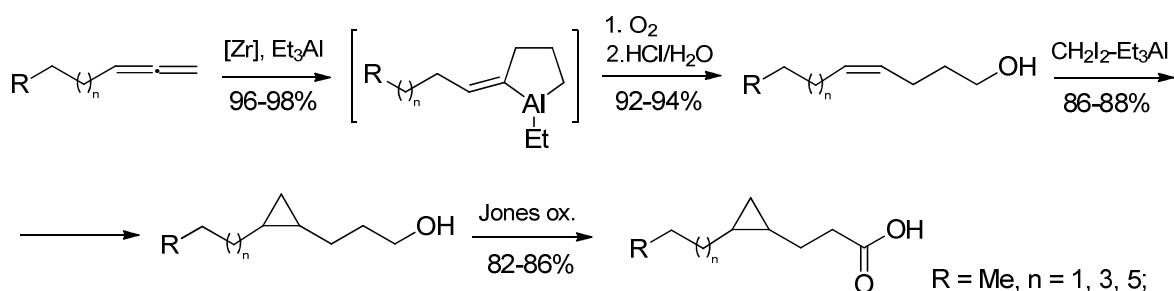
## ОРИГИНАЛЬНЫЙ МЕТОД СИНТЕЗА ПРИРОДНЫХ И СИНТЕТИЧЕСКИХ ЦИКЛОПРОПАН-СОДЕРЖАЩИХ КАРБОНОВЫХ КИСЛОТ

Андреев Е.Н., Макаров А.А., Салимова А.Р., Джемилева Л.У.,  
Дьяконов В.А., Джемилев У.М.

*Институт нефтехимии и катализа РАН*  
450075, г. Уфа, просп. Октября, 141; e-mail: DyakonovVA@gmail.com

Высшие ненасыщенные и циклопропан-содержащие кислоты проявляют противомаларийную, противомикробную и противовирусную активность наряду с низкой токсичностью, что делает этот класс соединений весьма привлекательным в качестве основы для разработки современных лекарственных препаратов [1–5].

С применением на ключевой стадии синтеза открытых в лаборатории каталитического синтеза ИНК РАН реакций Zr-катализируемого циклоалюминирования 1,2-диенов с помощью триэтилалюминия и циклопропанирования карбеноидами алюминия, разработан оригинальный эффективный метод синтеза природных и синтетических циклопропан-содержащих карбоновых кислот с высокими выходами (59–67%).



Для синтезированных кислот на базе открытого при лаборатории каталитического синтеза ИНК РАН «Центра молекулярного дизайна и биоскрининга веществ-кандидатов для фарминдустрии» выполнены исследования по изучению противоопухолевой, противовирусной и антибактериальной активности *in vitro* с привлечением современных методов проточной цитофлуориметрии, флуоресцентной микроскопии и вестерн-блоттинга.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 18-33-00129). Структурные исследования соединений проведены в Центре коллективного пользования «Агидель» при Институте нефтехимии и катализа.

### Список литературы

1. D'yakonov V.A., Makarov A.A., Dzhemileva L.U., Makarova E.Kh., Khusnutdinova E.K., Dzhemilev U.M. // Chem. Commun. 2013. Vol. 49. P. 8401–8403.
2. D'yakonov V.A., Dzhemileva L.U., Makarov A.A., Mulyukova A.R., Baev D.S., Khusnutdinova E.K., Tolstikova T.G., Dzhemilev U.M. // Bioorg. Med. Chem. Lett. 2015. Vol. 25. P. 2405–2408.
3. D'yakonov V.A., Dzhemileva L.U., Makarov A.A., Mulyukova A.R., Baev D.S., Tolstikova T.G., Dzhemilev U.M. // Curr. Cancer Drug Targets. 2015. Vol. 15. P. 504–510.
4. Dzhemilev U.M., D'yakonov V.A., Tuktarova R.A., Dzhemileva L.U., Ishmukhametova S.R., Yunusbaeva M.M., de Meijere A. // J. Nat. Prod. 2016. Vol. 79. P. 2039–2044.
5. Dzhemileva L.U., D'yakonov V.A., Makarov A.A., Andreev E.N., Yunusbaeva M.M., Dzhemilev U.M. // Org. Biomol. Chem. 2017. Vol. 15. P. 470–476.

## ОТХОДЫ ПРОИЗВОДСТВА РИСА КАК СЫРЬЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СОРБЕНТОВ

**Арефьева О.Д.<sup>1,2</sup>, Макаренко Н.В.<sup>1</sup>, Панасенко А.Е.<sup>1</sup>,  
Ковехова А.В.<sup>1,2</sup>, Земнухова Л.А.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>*Институт химии ДВО РАН*

*690022, г. Владивосток, просп. 100-летия Владивостока, 159*

<sup>2</sup>*Дальневосточный федеральный университет*

*690091, г. Владивосток, ул. Суханова, 8; e-mail: arefeva.od@dvfu.ru*

Сельскохозяйственные отходы, ежегодно накапливающиеся в значительном количестве, представляют практический интерес в качестве сырья для получения сорбентов различного назначения. Поскольку отходы производства риса (шелуха и солома) содержат большое количество аморфного диоксида кремния, то эти отходы в первую очередь могут служить источником получения углерод- и кремнийсодержащих сорбентов с разными функциональными свойствами. Из рисовой мучки, образующейся при шлифовке зерна, можно извлекать инозитгексафосфорную кислоту (ИГФК, фитиновая) и её производные (фитин), являющиеся высокоэффективными лигандами, способными хелатировать катионы металлов.

В представляемой работе исследованы сорбционные материалы из отходов производства риса (соломы, шелухи и мучки) – кремнийсодержащие (кремнеземы, алюмосиликаты), кремний- и углеродсодержащие (зола) и волокнистые углеродные продукты, по отношению к различным поллютантам (катионам тяжелых металлов, пестициду 2,4-Д, сульфид-ионам, фенолу, метиленовому голубому). Изучены условия извлечения ионов кобальта(II), никеля(II), алюминия(III) и хрома(III) из водных растворов производным фитиновой кислоты.

Для удаления ионов металлов Mn(II), Cu(II), Pb(II), Cd(II) из модельных водных растворов наиболее эффективными являются образцы золы рисовой шелухи, полученные двухстадийным обжигом при 300 и 600°C, с содержанием основного вещества (SiO<sub>2</sub>) от 95 до 54%.

Показана возможность применения осажденного диоксида кремния из рисовой шелухи для сорбционной доочистки водных растворов от 2,4-Д при низких концентрациях, встречающихся в природных водах (от 0.5 до 3.0 мкг/л).

Углеродсодержащий волокнистый сорбент из соломы риса может быть использован для удаления сульфид-ионов. При содержании сульфид-ионов от 140 до 800 мкг/л данный сорбент снижает их концентрацию до 0.4–1.4 ПДК. Кинетика сорбции подчиняется модели псевдвторого порядка, что подтверждается результатами ИК-спектроскопии.

Изучена сорбция фенола углеродсодержащим сорбентом из шелухи риса в диапазоне концентраций 0.004–0.170 ммоль/л. В процесс сорбции вносит вклад как диффузионный процесс, так и взаимодействие между сорбатом (фенолом) и функциональными группами сорбента.

Сорбционные свойства алюмосиликатов были изучены на модельных растворах метиленового синего. Сорбционная емкость образцов зависит как от сорта риса, солома которого была использована в качестве сырья, так и от времени щелочного гидролиза соломы.

Исследован процесс удаления ионов алюминия, кобальта, никеля и хрома из водных растворов фосфорсодержащим продуктом, полученным из мучки риса. Показано, что степень извлечения ионов алюминия, кобальта и хрома зависит от начальной концентрации ионов металлов в растворах.

*Работа поддержана Российским научным фондом, проект № 17-73-10088 «Полифункциональные материалы из возобновляемого сырья».*

## МОДИФИКАЦИЯ СИНТЕТИЧЕСКОГО ПОЛИИЗОПРЕНА ДОБАВКОЙ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНОГО СЫРЬЯ

**Аристова А.А.<sup>1</sup>, Рахматуллина А.П.<sup>1</sup>, Цыганова М.Е.<sup>1</sup>, Потапов Е.Э.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Казанский национальный исследовательский технологический университет  
420015, г. Казань, ул. К. Маркса, 68; e-mail: stasya161@mail.ru*

<sup>2</sup>*Московский технологический университет  
119454, г. Москва, просп. Вернадского, 78*

В шинной промышленности и в промышленности резинотехнических изделий такой минеральный наполнитель, как шунгит, представляет большой интерес [1]. Шунгит – минерал, обладающий высокой электропроводностью, сорбционной способностью, теплопроводностью, звукопоглощением, способностью поглощать электромагнитные излучения различных видов, а также ярко выраженными бактерицидными и фунгицидными свойствами [2]. В первую очередь это связано с его уникальным составом и строением. Известно [3], что в состав шунгита входят как гидрофильные соединения (алюмосиликаты, оксиды металлов и оксиды кремния), так и гидрофобные (различные модификации углерода).

Цель работы – изучение влияния модифицирующей добавки на основе фосфолипидного концентрата (ФЛК) и шунгита для резин на основе СКИ-3.

Авторами работы [4] доказана теоретическая совместимость ФЛК с синтетическим изопреновым каучуком СКИ-3 по термодинамическим параметрам Хансена и показано, что ФЛК является поверхностно-активным веществом и способствует лучшему диспергированию ингредиентов в резиновых смесях на основе СКИ-3. Поэтому нами было предложено использовать ФЛК в качестве компонента, повышающего совместимость каучука с шунгитом.

Для резин на основе СКИ-3 разработаны и приготовлены модифицирующие добавки, включающие в себя природный углеродсодержащий минеральный компонент шунгит и модификатор на основе растительного сырья – ФЛК с содержанием последнего до 10% мас.

Полученную добавку на основе шунгита и ФЛК вводили в рецептуру резиновой смеси на основе СКИ-3. По результатам физико-механических исследований было установлено, что резина, содержащая шунгит, модифицированный 5% мас. ФЛК, в количестве 3 мас.ч., характеризуется более высокими физико-механическими свойствами. Условная прочность при разрыве увеличилась на 26%, относительное удлинение при разрыве – на 37%, сопротивление раздиру – на 32%.

### ***Список литературы***

1. Филиппов М.М. Шунгитовые породы Карелии: черная Олонецкая земля, аспидный сланец, антрацит, шунгит. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2004. 488 с.
2. Потапов Е.Э., Валиа А., Бобров А.П. и др. // Тез. докл. II Всерос. конф. «Каучук и резина-2010». М., 2010. С. 289–297.
3. Сорокина О.В., Потапов Е.Э., Резниченко С.В. и др. Исследование свойств высоконаполненных композитов на основе битума и шунгита (Карелита) // Каучук и резина. 2018. Т. 77. № 2. С. 92–94.
4. Цыганова М.Е., Богачева Т.М., Цыганов Н.Е. и др. Оценка совместимости синтетического полиизопрена с фосфолипидами // Вестник Казанского технологического университета. 2011. № 18. С. 116–124.



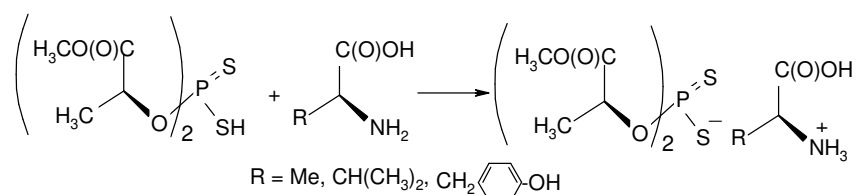
## МЕТИЛОВЫЕ ЭФИРЫ МОЛОЧНОЙ И ЯБЛОЧНОЙ КИСЛОТ В СИНТЕЗЕ ХИРАЛЬНЫХ СОЛЕЙ ДИТИОКИСЛОТ ФОСФОРА НА ОСНОВЕ АМИНОКИСЛОТ И ГЛУТАТИОНА

Ахмедова Г.Р.<sup>1</sup>, Низамов И.Д.<sup>1</sup>, Рахимова Д.И.<sup>1</sup>, Никитин Е.Н.<sup>2</sup>, Низамов И.С.<sup>1</sup>

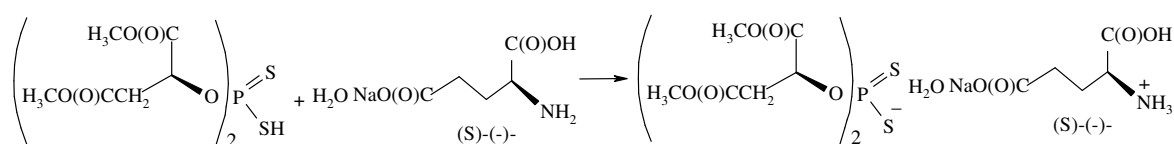
<sup>1</sup>Казанский (Приволжский) федеральный университет  
420008, г. Казань, ул. Кремлевская, 18; e-mail: isnizamov@mail.ru

<sup>2</sup>ФИЦ Казанский научный центр РАН  
420111, г. Казань, ул. Лобачевского, 2/31

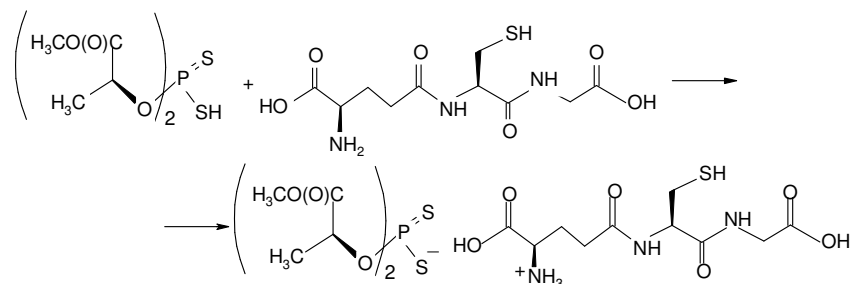
Практический интерес к энантимерно чистым протеиногенным (*S*)-(-)-аминокислотам и олигопептидам обусловлен их потенциальной цитотоксической и антиоксидантной активностью. Аминокислоты и трипептид глутатион могут давать соли в реакциях с сильными органическими кислотами, в качестве которых мы использовали хиральные дитиофосфорные кислоты, полученные из энантимерно чистых молочной и яблочной кислот в виде их метилового и диметилового эфиров. Установлено, что ди{2-О-[2-метил-(2*S*)-3-О-пропионил]}дитиофосфорная кислота, полученная в реакции (*S*)-(-)- $\alpha$ -метиллактата с тетрафосфордекасульфидом, реагирует с (*S*)-(-)-аланином, (*S*)-(-)-лейцином и (*S*)-(-)-тирозином в этаноле в мягких условиях с образованием соответствующих хиральных аммониевых солей.



Полученная в реакции тетрафосфордекасульфида с (*S*)-(-)- $\alpha$ -диметилмалатом ди[1,4-О-метил-(2*S*)-2-О-сукцинил]дитиофосфорная кислота при обработке моногидратом мононатриевой соли глутаминовой кислоты и рацемическим аланином в этаноле в мягких условиях образует оптически активные аммониевые соли.



Оптически активный аммонийдитиофосфат получен в реакции дитиофосфорной кислоты на основе (*S*)-(-)- $\alpha$ -метиллактата с глутатионом в этаноле при комнатной температуре.



Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 18-415-160012-р\_а.

**ПОЛУЧЕНИЕ  $\beta$ -ГАЛАКТОЗИДАЗЫ В ДРОЖЖАХ *PICHIA PASTORIS***

**Аширов О.Н., Сасмаков С.А., Абдурахманов Ж.М.,  
Хасанов Ш.Ш., Пиякина Г.А., Азимова Ш.С.**

*Институт химии растительных веществ им. ак. С.Ю. Юнусова АН РУз  
Республика Узбекистан, 100170, г. Ташкент, ул. М. Улугбека, 77;  
e-mail: genlab\_icps@yahoo.com*

Дрожжи *Pichia pastoris* являются одним из наиболее прогрессивных систем экспрессии, позволяющих получать рекомбинантные белки. *Pichia pastoris* представляют собой метилотрофные дрожжи, способные метаболизировать метанол в качестве источника углерода. Накопление значительной биомассы при культивировании на недорогих питательных средах, отсутствие эндотоксинов и пирогенов, более высокий уровень синтеза белков и др. особенности придают *Pichia pastoris* полезные качества при экспрессии гетерологических белков по сравнению с другими эукариотическими системами экспрессии, например, такими как культура тканей млекопитающих [1–4].  $\beta$ -Галактозидаза – гликопротеин, катализирующий реакцию гидролитического отщепления остатков  $\beta$ -D-галактозы, в частности, в молочном сахаре – дисахариде лактозы. В качестве промышленных продуцентов  $\beta$ -галактозидазы используют микроскопические грибы, дрожжи и бактерии.

Цель работы – получение рекомбинантной  $\beta$ -галактозидазы в дрожжах *Pichia pastoris*, обладающей трансгликозилазной активностью. С этой целью нами была клонирована рекомбинантная плаزمиды рPIC9-B-Gal, позволяющая внеклеточный синтез (секретируемый в питательную среду)  $\beta$ -галактозидазы в дрожжах *Pichia pastoris*. На основе данной плазмиды был получен рекомбинантный штамм *Pichia pastoris*, продуцирующий данный белок. Выявление рекомбинантных клонов проводили методом рестриктного анализа и ПЦР. Несколько отобранных колоний культивировали до стадии экспоненциальной фазы в среде, содержащей глицерин. Экспрессию индуцировали добавлением метанола до конечной концентрации 0.5% в течение 96 ч культивирования. Экспрессия  $\beta$ -галактозидазы в клетках *Pichia pastoris* и ферментативная активность были подтверждены методом X-gal assay (X-gal расщепляется  $\beta$ -галактозидазой, при этом образуется галактоза и 5-бromo-4-хлоро-3-гидроксииндол, который после окисления окрашивается в синий свет). Фракции культуральной среды, содержащие  $\beta$ -галактозидазу, очищали с помощью гель-фильтрации на HiLoad Superdex 200 pg. Методом электрофореза в ПААГ определяли молекулярную массу синтезированного белка (117 кДа). Таким образом, на основе нового штамм-продуцента *Pichia pastoris* получена биологически активная  $\beta$ -галактозидаза.

**Список литературы**

1. Ahmad M., Hirz M., Pichler H., Schwab H. Protein expression in *Pichia pastoris*: recent achievements and perspectives for heterologous protein production // Appl. Microbiol. Biotechnol. 2014. Vol. 98. P. 5301–5317.
2. Vogl T., Hartner F.S., Glieder A. New opportunities by synthetic biology for biopharmaceutical production in *Pichia pastoris* // Curr. Opin. Biotechnol. 2013. Vol. 24. P. 1094–1101.
3. Spohner S.C., Quitmann H., Czermak P. Expression of enzymes for the usage in food and feed industry with *Pichia pastoris* // J. Biotechnol. 2015. Vol. 202. P. 118–134.
4. Damasceno L.M., Huang C-J., Batt C.A. Protein secretion in *Pichia pastoris* and advances in protein production // Appl. Microbiol. Biotechnol. 2012. Vol. 93. P. 31–39.

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ БИОЭТАНОЛА ИЗ МИСКАНТУСА

**Байбакова О.В., Скиба Е.А., Будаева В.В.**

*Институт проблем химико-энергетических технологий СО РАН  
659332, г. Бийск, ул. Социалистическая, 1; e-mail: olka\_baibakova@mail.ru*

В настоящее время актуальными являются исследования по идентификации узких мест, которые ограничивают масштабирование процесса получения биоэтанола с высоким выходом в производственных условиях. Биоэтанол, полученный из мискантуса в производственных условиях, может быть использован в качестве прекурсора для получения этилена, который является основным продуктом для многих применений в нефтехимической промышленности. Анализ литературных источников свидетельствует об отсутствии разработки технологии получения этилена из мискантуса. Данные исследования имеют решающее значение для технологии получения целевых продуктов с высокой добавочной стоимостью из доступной биомассы. В ИПХЭТ СО РАН ранее были проведены исследования по получению биоэтанола в производственных условиях из плодовых оболочек овса [1]. На основании имеющихся результатов в лабораторных условиях получен биоэтанол из мискантуса, обработанного в одну стадию разбавленным раствором азотной кислоты. Выход биоэтанола при совмещении технологических стадий осахаривания и сбраживания составил 19.3 дал/т. Данный этап является подготовительным для дальнейшего внедрения технологии в производственные условия. Исследования проведены при использовании оборудования Бийского регионального центра коллективного пользования СО РАН (ИПХЭТ СО РАН, г. Бийск).

*Работа подготовлена при поддержке Комплексной программы фундаментальных научных исследований СО РАН II.1 «Междисциплинарные интеграционные исследования» (проект № 0385-2018-0013).*

### **Список литературы**

1. Skiba E.A., Baibakova O.V., Budaeva V.V., Pavlov I.N., Vasilishin M.S., Makarova E.I., Sakovich G.V., Ovchinnikova E.V., Banzaraktsaeva S.P., Vernikovskaya N.V., Chumachenko V.A. Pilot technology of ethanol production from oat hulls for subsequent conversion to ethylene // Chemical Engineering Journal. 2017. Vol. 329. P. 178–186.

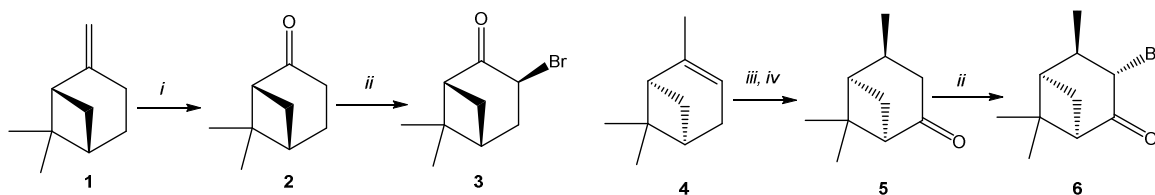
## РЕГИОСЕЛЕКТИВНОЕ БРОМИРОВАНИЕ (+)-НОПИНОНА И (+)-*цис*-ВЕРБАНОНА

**Банина О.А., Попов А.В., Фролова Л.Л., Кучин А.В.**

*Институт химии Коми НЦ УрО РАН*

*167982, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 48; e-mail: olga.ferolg.banina@mail.ru*

Бромирование кетонов – одна из основных органических реакций, поскольку позволяет в мягких условиях в одну стадию получать бромкетоны – ценные интермедиаты в синтезе биологически активных соединений, в частности, гетероциклических. Реакции бромирования монотерпеновых кетонов в литературе освещены не так широко, как в случае алифатических и ароматических. Кроме того, они идут неселективно, что было показано на примере изопинокамфона и ментона [1]. Несколько публикаций посвящено нопину 2 [2–4], прямое бромирование которого также протекает неселективно либо требует дополнительной стадии – синтеза енолов. При использовании *N*-бромсукцинимиды (NBS) в качестве бромирующего реагента в присутствии бензоилпероксида образуется смесь из ди- и монобромнопина, причем первый является основным продуктом реакции [5]. Группой индийских ученых предложен новый «зеленый» катализатор – дигидрофосфат калия ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ), обеспечивающий региоселективное бромирование арилалкилкетонов NBS – образуются только монобромпроизводные [6].



Синтез бромнопина и бромвербанона.

*Реагенты и условия:* *i.*  $\text{NaIO}_4$ , ТВАВ,  $\text{RuCl}_3$ ,  $\text{EtOAc}$ , комнатная температура, 24 ч; *ii.* NBS,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  (10 моль%),  $\text{EtOH}$ , кипячение, 72 ч; *iii.*  $\text{Pb}(\text{OAc})_4$ ,  $\text{KOH-EtOH}$ ,  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7\text{-Et}_2\text{O}$ ; *iv.*  $\text{NaBH}_4$ ,  $\text{NiCl}_2$ ,  $\text{MeOH}$ .

В настоящей работе (схема) мы применили данный катализатор для бромирования соединения 2 (продукт окисления  $\beta$ -пинена 1). Реакцию проводили с NBS в присутствии 10 моль%  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  в кипящем этаноле в течение 72 ч. В ходе реакции получили единственный  $\alpha$ -бромнопинон 3 с выходом после колоночной хроматографии 48%. В аналогичных условиях проведено бромирование (+)-*цис*-вербанона 5 (получен в три стадии, исходя из  $\alpha$ -пинена 4), в результате чего образовался бромвербанон 6 с выходом после колоночной хроматографии 47%. Спектральные характеристики соответствуют описанным в литературе.

### Список литературы

1. Frolova L.L., Bezuglaya L.V., Alekseev I.N., Slepukhin P.A., Kuchin A.V. // Chem. Nat. Compd. 2014. Vol. 50. P. 449–454.
2. Grimshaw J., Grimshaw J.T., Juneja H.R. // J. Chem. Soc. Perkin Trans. 1. 1972. P. 50–52.
3. Coxon J.M., Garland R.P., Harstshorn M.P. // Aust. J. Chem. 1970. Vol. 23. P. 1069–1071.
4. Campos K.R., Lee S., Journet M., Kowal J.J., Cai D., Larsen R.D., Reider P.J. // Tetrahedron Lett. 2002. Vol. 43. P. 6957–6959.
5. Tius M.A., Kannangara G.S.K. // Tetrahedron. 1992. Vol. 48. P. 9173–9186.
6. Mohinuddin P. Md. K., Reddy B.M., Reddy G.T., Reddy N.C.G. // Org. Commun. 2015. Vol. 8. P. 60–69.

## СИНТЕЗ НОВЫХ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ МОНОТЕРПЕНОВ СКИПИДАРА

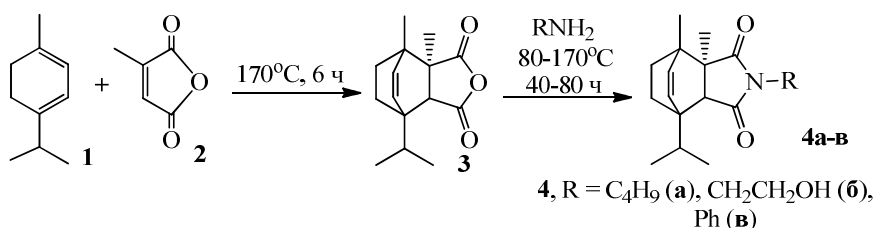
Бей М.П., Ювченко А.П., Пучкова Н.В.

Институт химии новых материалов НАН Беларуси

Республика Беларусь, 220141, г. Минск, ул. Скорины, 36; e-mail: beymaksim@gmail.com

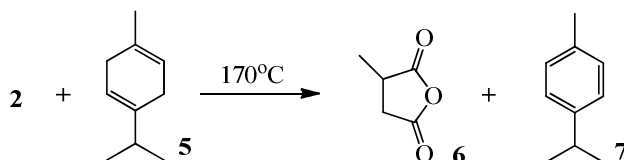
Монотерпеновые углеводороды, в том числе  $\alpha$ -,  $\gamma$ -терпинены, выделяемые из скипидара, являются основой для синтеза практически ценных химических соединений. Итаконовая кислота является одним из промышленных химических продуктов, получаемых на основе растительного сырья [1]. Цитраконовый ангидрид легко получается из итаконовой кислоты при нагревании выше температуры плавления (172°C) [2].

При взаимодействии реакционноспособного монотерпенового диена –  $\alpha$ -терпинена **1** и цитраконового ангидрида **2** (170°C, время реакции 6 ч) выделен неизвестный ранее индивидуальный продукт циклоприсоединения **3** по реакции Дильса-Альдера с выходом 36.8%. Методом 2D ЯМР спектроскопии установлено, что ангидридный цикл в аддукте **3** находится в *эндо*-конфигурации, метильные группы – в вицинальном положении [3].



Имиды **4а–в** аддукта  $\alpha$ -терпинена и цитраконового ангидрида синтезированы реакцией аддукта **3** и ряда первичных алифатических, ароматических аминов (бутиламин, этаноламин, анилин) при 80–170°C в течение 40–80 ч с выходами 83–97%.

Установлено, что при взаимодействии  $\gamma$ -терпинена **5** с цитраконовым ангидридом **2** происходит неожиданная реакция диспропорционирования исходных соединений с образованием метилянтарного ангидрида **6** и *n*-цимола **7** [4].



Разработанные аддукт **3** и имиды **4а–в** представляют интерес для создания композиционных материалов различного функционального назначения, реакция диспропорционирования может найти применение для препаративного синтеза метилянтарного ангидрида **6**, а также в качестве эффективного метода превращения  $\gamma$ -терпинена **3** в *n*-цимол **7**.

## Список литературы

1. Kuenz A., Krull S. // Appl. Microbiol. Biotechnol. 2018. Vol. 102. No. 9. P. 3901–3914.
2. Marshall F.H., Fanwood N.J. Preparation of citraconic anhydride // Патент. США № 2966498 (1960).
3. Бей М.П., Пучкова Н.В., Ювченко А.П., Барановский А.В. // Весці НАН Беларусі. Сер. хім. навук. 2018. Т. 54. № 4. С. 434–441.
4. Бей М.П., Пучкова Н.В., Ювченко А.П. Способ одновременного получения метилянтарного ангидрида и *n*-цимола // Заявка на патент РБ № а20180424 (2018).

## ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИТНОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ГИДРОФОСФАТА КАЛЬЦИЯ И ПОДЛОЖКИ ИЗ КОРЫ ОСИНЫ

**Белаш М.Ю., Веприкова Е.В., Бондаренко Г.Н., Королькова И.В.,  
Мазурова Е.В., Фетисова О.Ю., Чесноков Н.В.**

*Институт химии и химической технологии СО РАН,  
ФИЦ «Красноярский научный центр СО РАН»,  
660036, г. Красноярск, Академгородок, 50, стр. 24; e-mail: belash\_mikhail@mail.ru*

Многочисленные исследования показывают огромный потенциал коры осины как сырья для получения уникальных биологически активных веществ, кормовых добавок и др. [1–3]. На основе коры осины также можно получать пористые материалы и сорбенты для очистки воды от тяжелых металлов.

Обзор литературы выявил интерес к применению пористых материалов из лигноцеллюлозного сырья в качестве носителей активной фазы в композитах различного назначения – сорбентах для очистки воды, модифицированных энтеросорбентах, электродных углеродных композитах, композитных удобрениях. Разработаны способы получения органо-минеральных биокомпозитных удобрений с повышенной водостойкостью, основанные на превращении минерального компонента (дигидрофосфата калия), в менее растворимые соединения на поверхности пористой подложки из коры осины [4].

В настоящей работе изучены физико-химические свойства композитного материала, полученного последовательной пропиткой подложки из коры осины водными растворами  $\text{KН}_2\text{РO}_4$  и  $\text{CaCl}_2$  при контролируемых условиях. Методом рентгенофазового анализа установлено, что основными продуктами взаимодействия  $\text{KН}_2\text{РO}_4$  и  $\text{CaCl}_2$ , протекающего на поверхности подложки из коры осины, являются  $\text{CaНРO}_4$  и  $\text{KCl}$ . При этом хлорид кальция присутствует в полученном композитном материале в форме сложного соединения  $\text{CaCl}_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . С помощью ИК-спектрального анализа было выявлено отсутствие взаимодействия между функциональными группами подложки из коры осины и минеральными соединениями в процессе получения композитного материала. На основании данных термического анализа выявлено каталитическое действие минеральных компонентов, входящих в состав разработанного композитного материала, на процессы разложения гемицеллюлозы, целлюлозы и лигнина, входящих в состав подложки из коры осины. Установлено, что композитный материал, модифицированный  $\text{CaНРO}_4$ , характеризуется повышенной водостойкостью, после обработки водой при комнатной температуре в течение 12 суток в нем остается 84.6% фосфатов, 89.4% кальция и 57.8% калия (% от исходного количества). Это позволяет использовать полученный композитный материал на основе коры осины в качестве удобрения пролонгированного действия.

### **Список литературы**

1. Кузнецов Б.Н., Левданский В.А., Кузнецова С.А. Химические продукты из древесной коры. Красноярск: Сиб. фед. ун-т, 2012. 260 с.
2. Desert Harvest. Methods and compounds for intensive skin repair and healing including active organic and synthetic compounds // Патент США 2016296583, опубл. 13.10.2016.
3. Сафин Р.Г., Зиатдинова Л.Ф., Арсланова Г.Р. Экстрагирование биологически активных веществ из коры осины // Лесной вестник. 2017. Т. 21(2). С. 65–69.
4. Веприкова Е.В., Белаш М.Ю., Чесноков Н.В., Кузнецов Б.Н. Способ получения фосфорнокалийных удобрений на основе древесной коры // Патент РФ 2673751, опубл. 29.11.2018.

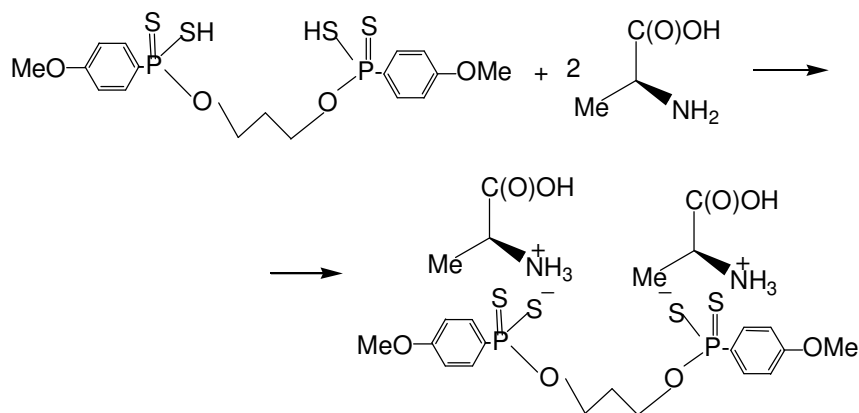
## ПРОТЕИНОГЕННЫЕ АМИНОКИСЛОТЫ В СИНТЕЗЕ ХИРАЛЬНЫХ СОЛЕЙ БИСДИТИОФОСФОНОВЫХ КИСЛОТ

**Белов Т.Г.<sup>1</sup>, Низамов И.Д.<sup>1</sup>, Якимов В.Ю.<sup>1</sup>, Никитин Е.Н.<sup>2</sup>, Низамов И.С.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Казанский (Приволжский) федеральный университет  
420008, г. Казань, ул. Кремлевская, 18; e-mail: belofftimur@mail.ru

<sup>2</sup>ФИЦ Казанский научный центр РАН  
420111, г. Казань, ул. Лобачевского, 2/31

Протеиногенные аминокислоты являются доступными источниками хиральности. Атомы азота их аминогрупп могут повышать координационное число в реакциях солеобразования с сильными кислотами. В качестве сильных органических кислот нами выбраны бисдитиофосфоновые кислоты, содержащие две дитиофосфонильные группы, способные координироваться с основаниями и металлами. Для синтеза бисдитиофосфоновых кислот мы использовали такие алифатические диолы, как этандиол, пропандиол-1,3, 3-метилпропандиол-1,3, 2,2-диметилпропандиол-1,3, диэтиленгликоль, дипропиленгликоль и триэтиленгликоль, которые ввели в реакции с 2,4-диорганил-1,3,2,4-дитиадифосфетан-2,4-дисульфидами. Реакции аминокислот с бисарилдитиофосфоновыми кислотами в неполярных органических растворителях (например, в бензоле) не проходят. Лишь при использовании протонных растворителей (спиртов) удалось получить оптически активные диаммониевые соли в мягких условиях. В спектре ЯМР <sup>31</sup>P-<sup>1</sup>H} ди-(S)-(-)-аланинаммониевой соли 1,3-пропанбис(4-метоксифенилдитиофосфоновой) кислоты в этаноле находятся два сигнала одинаковой интенсивности при 106.8 и 107.8 м.д.



В реакциях бисарилдитиофосфоновых кислот, полученных из реагента Лоуссона, 2,4-ди(4-бутоксифенил)-1,3,2,4-дитиадифосфетан-2,4-дисульфида, 2,4-ди(3,5-ди-*трет*-бутил-4-гидроксифенил)-1,3,2,4-дитиадифосфетан-2,4-дисульфида, пропандиола-1,3, 3-метилпропандиола-1,3, диэтиленгликоля, триэтиленгликоля, (+)-диметил-*L*-тартрата, с (*S*)-(-)-аланином, (*S*)-(-)-лейцином, (*S*)-(-)-изолейцином, (*S*)-(-)-цистеином и (*S*)-(-)-глутаминовой кислотой в этаноле при комнатной температуре выделены соответствующие диаммониевые соли с сигналами в спектрах ЯМР <sup>31</sup>P-<sup>1</sup>H} в этаноле при 105–107 м.д.

Смесь изомерных аммониевых солей бисарилдитиофосфоновых кислот получена при использовании *D,L*-аланина, *D,L*-валина, *D,L*-фенилаланина, *D,L*-серина, *D,L*-триптофана и *D,L*-метионина.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 18-415-160012-р\_а.

## КОМПЛЕКС ЭКСТРАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ МОЖЖЕВЕЛЬНИКА ОБЫКНОВЕННОГО *JUNIPERUS COMMUNIS* L.: ВЫДЕЛЕНИЕ, СОСТАВ

Боголицын К.Г.<sup>1,2</sup>, Гусакова М.А.<sup>1</sup>, Красикова А.А.<sup>1</sup>, Селиванова Н.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФИЦ комплексного изучения Арктики им. ак. Н.П. Лаверова РАН  
163000, г. Архангельск, наб. Северной Двины, 23; e-mail: ann.krasikova@gmail.com

<sup>2</sup>Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова  
163002, г. Архангельск, наб. Северной Двины, 17

Растительное сырье содержит разнообразные экстрактивные вещества (ЭВ), которые обеспечивают комплексное многостороннее воздействие на организм человека. Одним из классов таких веществ являются терпены, высокая биологическая активность которых определяет интерес к этим продуктам. Древесной породой, являющейся источником терпенов, является *Juniperus Communis* L. [1], причем методы извлечения веществ терпеновой природы из древесины и древесной зелени различаются. Так, эфирное масло из древесной зелени можжевельника выделяют методом перегонки с водяным паром, в то время как терпеновую фракцию из древесины извлекают экстракцией в аппарате Сокслета или методом сверхкритической флюидной экстракции (СКЭ) СК-СО<sub>2</sub> с сорастворителем. Более жесткие условия экстракции в этом случае применяются из-за морфологических особенностей древесного вещества можжевельника [2]. Основные группы терпенов, ввиду близкой природы отдельных классов соединений, извлекаются комплексно в виде достаточно сложной смеси. В исследуемых экстрактах методом ГХ-МС со степенью достоверности выше 80% идентифицировано 75% соединений, относящихся к классам, указанным в таблице.

Групповой состав исследуемых экстрактов и эфирного масла

	Древесная зелень*	Древесина (Сокслет)*	Древесина (СКЭ)*
Монотерпены	7/9.81	0/0	0/0
Сексвитерпены	3/1.51	9/40.46	9/21.06
Дитерпены	0/0	1/0.78	2/0.75
Кислородсодержащие производные терпенов	8/19.61	13/50.87	24/64.81
Одноосновные предельные карбоновые кислоты	2/1.12	0/0	0/0
Мононенасыщенные жирные кислоты	1/0.88	0/0	0/0
Одноосновные карбоновые кислоты	1/0.33	0/0	0/0

\* Примечание. В числителе указано количество компонентов, в знаменателе – их относительная доля в экстракте, %.

Показано, что древесная зелень богата монотерпенами, а для древесины можжевельника характерно наличие сексвитерпенов и терпеноидов. Согласно литературным данным [3], антисептическим, болеутоляющим, согревающим и противовоспалительным действием в большей степени обладает фракция монотерпенов. Как следствие, в качестве биологически активных добавок, более целесообразно применять суммарный экстракт древесной зелени.

Исследования выполнены при финансовой поддержке ФАНО России (тема № АААА-А18-118012390231-9) и проекта УрО РАН №АААА-А18-118012390228-9. Работа выполнена с использованием оборудования ЦКП НО «Арктика» (САФУ) и ЦКП НО «КТ РФ в области экологической безопасности Арктики» (ФГБУН ФИЦКИА РАН).



**Список литературы**

1. Герлинг Н.В. Компонентный состав эфирного масла можжевельника обыкновенного // Химия растительного сырья. 2016. № 2. С. 89–96.
2. Bogolitsyn K.G., Zubov I.N., Gusakova M.A., Chukhchin D.G., Krasikova A.A. Juniper wood structure under the microscope // Planta. 2015. Vol. 241(5). P. 1231–1239.
3. Adams R.P., Tashev A.N. The volatile leaf oils of *Juniperus communis* from Bulgaria // Phytologia. 2013. Vol. 95(4). P. 302–307.

## СТРОЕНИЕ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ФЛАВОНОИДОВ ТРЕХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ РОДА *SCUTELLARIA* L.

Ботиров Э.Х.

Сургутский государственный университет  
628412, г. Сургут, ул. Ленина, 1; e-mail: botirov-nepi@mail.ru

Растения рода *Scutellaria* L. – шлемник (семейство *Lamiaceae*) – являются источником уникальных биологически активных соединений, обладающих ценными фармакологическими свойствами, и используются в научной и народной медицине. К настоящему времени изучены флавоноиды около 65 видов *Scutellaria*, из которых выделены и идентифицированы более 330 веществ [1, 2]. Экстракты и индивидуальные флавоноиды растений рода *Scutellaria* обладают противоопухолевым, гепатопротекторным, антиоксидантным, противовоспалительным, противосудорожным, антибактериальным и противовирусным действиями [3, 4].

С целью поиска новых биологически активных соединений и их доступных источников проводится систематическое исследование флавоноидов растений рода *Scutellaria* [5, 6]. Нами изучен состав флавоноидов надземной части и корней трех видов растений рода *Scutellaria*. Из надземной части и корней *S. adenostegia* Briq. выделены 16, из *S. comosa* Juz. – 12, из *S. intermedia* Popov – 23 флавоноида. Строение полученных соединений установлено на основании изучения спектральных данных (ИК-, УФ-, ЯМР-спектроскопия и масс-спектрометрия) и результатов химических (кислотный и щелочной гидролиз, ацетилирование, метилирование) превращений. Среди выделенных соединений доминируют флавоны, что, вероятно, связано с особенностями их биосинтеза.

С использованием химических и спектральных методов исследований установлено строение новых, не описанных ранее в литературе соединений: 7,2'-тригидроксифлавоон 2'-*O*-β-*D*-глюкуронопиранозида и 5,7,2'-тригидрокси-8-метоксифлавоон 2'-*O*-β-*D*-глюкуронопиранозида. Изоскутеллареин 7-*O*-β-*D*-глюкопиранозид и гиполаетин 7-*O*-β-*D*-глюкопиранозид впервые обнаружены в растениях рода *Scutellaria* L. Из *Scutellaria intermedia* выделены 7-*O*-β-*D*-этилглюкуронида вогонина и байкалеина.

Фармакологические испытания выделенных нами флавоноидов позволили выявить новые препараты адаптогенного, противовоспалительного и противогипоксического действия, имеющие преимущества перед соответствующими аналогами, используемыми в медицинской практике. Разработаны способы получения суммы флавоноидов из надземных частей растений *S. adenostegia* и *S. comosa*.

Результаты научных исследований положены в основу технологических разработок эффективных лекарственных препаратов, создаваемых на основе флавоноидов изученных видов *Scutellaria* L.

### Список литературы

1. Ботиров Э.Х., Каримов А.М., Дренин А.А. Флавоноиды растений рода *Scutellaria* L. Сургут: Изд-во. Центр СурГУ, 2016. 146 с.
2. Karimov A.M., Botirov E.Kh. // Russ. J. Bioorg. Chem. 2017. Vol. 43(7). P. 691.
3. Shang X., He X., He X., Li M., Zhang R., Fan P., Zhang Q., Jia Z. // J. Ethnopharmacol. 2010. Vol. 128. P. 279–313.
4. Li-Weber M. // Cancer Treat. Rev. 2009. Vol. 35. P.57–68.
5. Karimov A.M., Botirov E.Kh. // Chem. Nat. Compd. 2016. Vol. 52(5). P. 907–908.
6. Karimov A.M., Slobodyanyuk T.N., Botirov E.Kh. // Chem. Nat. Compd. 2017. Vol. 53(4). P. 745–746.

## ПОДХОДЫ К СТАНДАРТИЗАЦИИ ТОРФА КАК СЫРЬЕВОГО ИСТОЧНИКА ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ

**Братишко К.А.<sup>1,2</sup>, Зыкова М.В.<sup>1</sup>, Кривошеков С.В.<sup>1,2</sup>, Логвинова Л.А.<sup>1</sup>,  
Исайкина Н.В.<sup>1</sup>, Голубина О.А.<sup>1</sup>, Белоусов М.В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Сибирский государственный медицинский университет Минздрава России  
634050, г. Томск, Московский тракт, 2; e-mail: office@ssmu.ru

<sup>2</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, г. Томск, просп. Ленина, 30; e-mail: tri@tri.ru

На сегодняшний день на территории Российской Федерации отсутствуют зарегистрированные лекарственные средства (ЛС) на основе гуминовых веществ (ГВ), что связано со сложностью корректной стандартизации гуминовых препаратов. Решение проблемы стандартизации ГВ и их сырьевых источников – одна из актуальных задач современной отечественной фармации.

Перспективный сырьевой источник ГВ – торф – наиболее эффективный и экологичный вид сырья, отличающийся разнообразием видов и огромными запасами.

Торф не является официальным лекарственным растительным сырьем (не включен в ГФ), но является источником биологически активных соединений – ГВ. Нами предложен подход к разработке показателей качества входного контроля торфа, включающий определение ботанического состава, степени разложения и золы общей, а также количественное определение ГВ, экстрагируемых раствором  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ .

В качестве сырьевого источника ГВ использовали верховой сосново-пушицевый торф, заготавливаемый на олиготрофном болоте Бакчарского болотного массива юго-восточных отрогов Васюганского болота (Томская область) в летний период. Для проведения анализа брали среднюю пробу и сушили воздушно-теневым способом.

Состав торфа устанавливали в цельном не высушенном сырье микроскопическим методом, в соответствии с ГОСТ 28245-89 «Торф. Методы определения ботанического состава и степени разложения», далее при помощи «ключа» были определены тип, группа и вид торфа.

Степень разложения растительных остатков устанавливали в цельном не высушенном сырье микроскопическим методом по ГОСТ 28245-89.

Содержание золы устанавливали по ГОСТ 11306-2013 «Торф и продукты его переработки. Методы определения зольности» озолением навесок торфа в муфельной печи и прокаливанием зольного остатка в тиглях при температуре  $800 \pm 25^\circ\text{C}$ .

Количественное определение гуминовых веществ, экстрагируемых раствором  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ , проводили гравиметрически.

В результате микроскопии образцов торфа установлены: его тип и вид – верховой тип, сосново-пушицевый вид торфа. Установлен ботанический состав торфа: *Sphagnum angustifolium* L. – 25%, *Sphagnum magellanicum* L. – 15%, *Pinus sylvestris* L. – 15%, *Eriophorum vaginatum* L. – 25 %, *Carex lasiocarpa* L. – 5%, *Menyanthes trifoliata* – менее 5%, кустарнички – 10%. Определены: степень разложения – 30–35%; общая зола –  $7.2 \pm 0.1\%$ ; количественное содержание ГВ –  $13.2 \pm 0.1\%$ .

Таким образом, в результате проведенного исследования нами были разработаны показатели подлинности и качества для сырьевого источника ГВ – торфа.

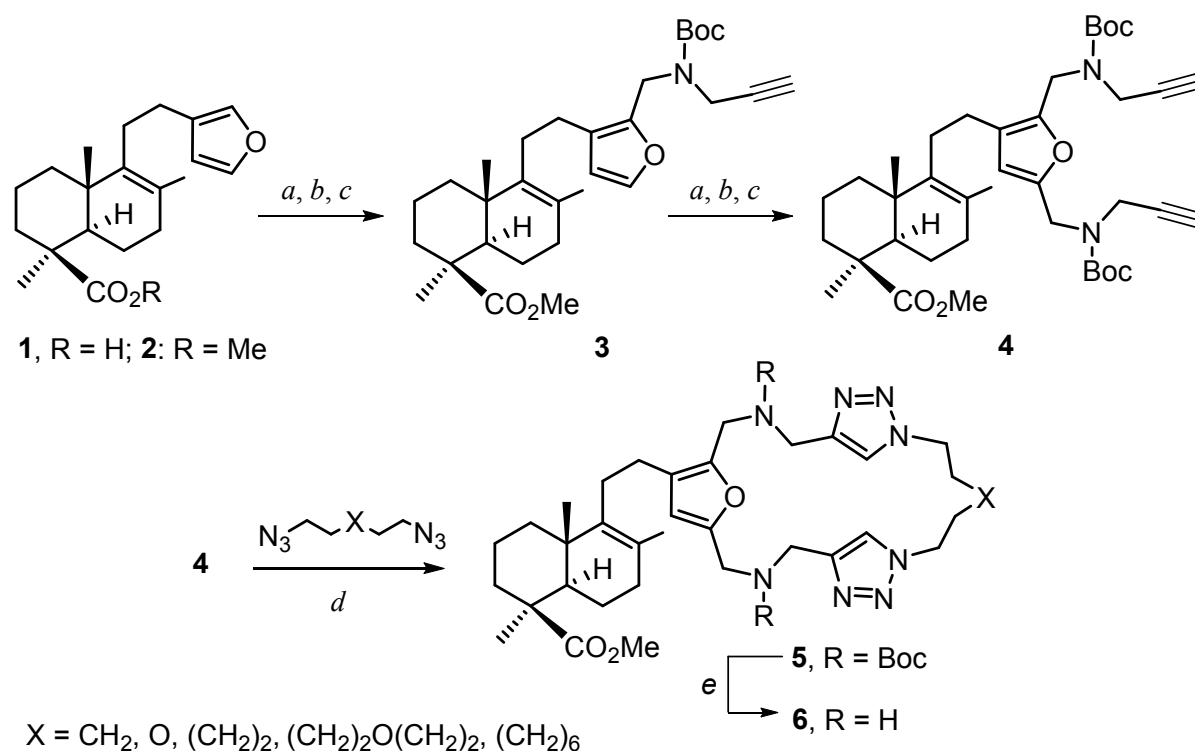
*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 18-43-700014 p\_a).*

## СИНТЕЗ ПОЛИАЗОМАКРОЦИКЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ НА ОСНОВЕ ФЛОМИЗОИКОВОЙ КИСЛОТЫ

Брусенцева О.И., Харитонов Ю.В., Шульц Э.Э.

Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова СО РАН  
630090, г. Новосибирск, просп. ак. Лаврентьева, 9; e-mail: olgakremenko@gmail.com

Фломизоиковая кислота **1** – доступный лабдановый дитерпеноид, представляет значительный интерес в синтезе новых фармакологически ценных агентов. В настоящей работе описан синтез полиазомакроциклических соединений **6** на основе Cu-катализируемой реакции 1,3-диполярного циклоприсоединения диазидов к ее диацетиленовому производному **4**.



Реагенты и условия: a. POCl<sub>3</sub>, DMF, AcONa; b. 1) HCl·NH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>C≡CH, Et<sub>3</sub>N, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>; 2) MgSO<sub>4</sub>; 3) NaBH<sub>4</sub>, MeOH; c. Boc<sub>2</sub>O, Et<sub>3</sub>N; d. CuSO<sub>4</sub>, AcSNa, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O, 40°C; e. CF<sub>3</sub>CO<sub>2</sub>H, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>, rt.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ и Правительства Новосибирской области (проект № 17-43-543235).

## СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ ПРОИЗВОДНЫХ $\alpha$ -, $\gamma$ -МАНГОСТИНОВ

Буравлёв Е.В.<sup>1</sup>, Шевченко О.Г.<sup>2</sup>

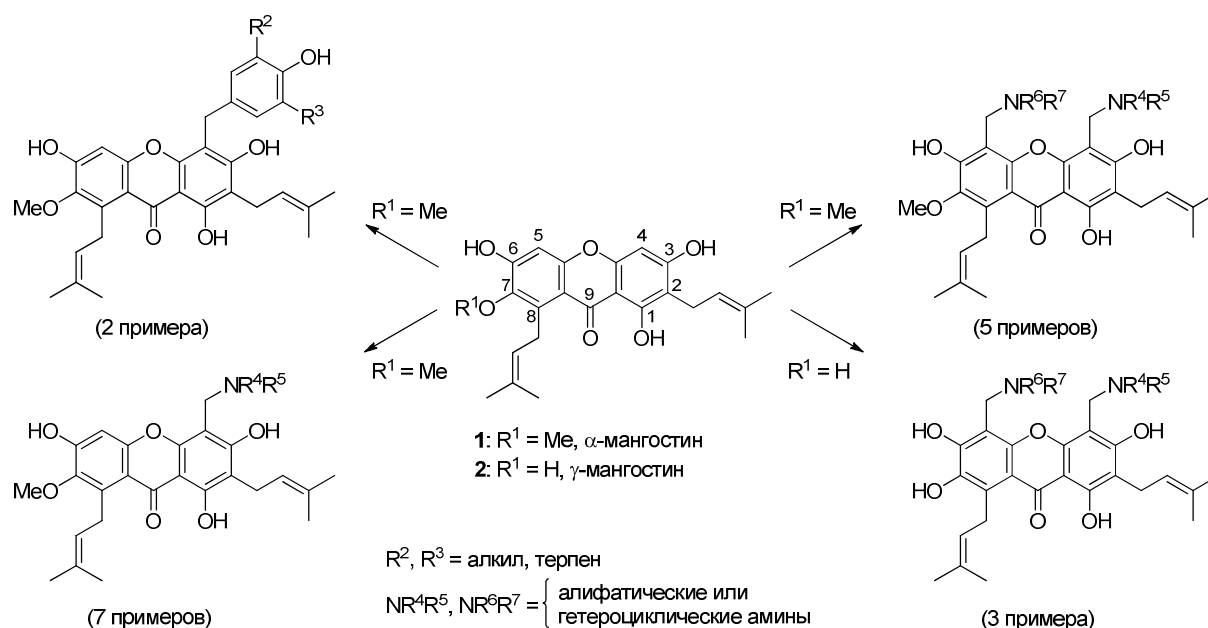
<sup>1</sup>Институт химии Коми НЦ УрО РАН

167000, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 48; e-mail: eugeneburavlev@gmail.com

<sup>2</sup>Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

167982, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 28; e-mail: shevchenko@ib.komisc.ru

$\alpha$ - и  $\gamma$ -Мангостины (**1**, **2**) – полифункциональные ксантоны, содержащиеся в тропическом фрукте мангостане (*Garcinia mangostana* L.) и обладающие широким спектром биологической активности. В настоящем докладе представлены результаты работ [1, 2], посвященных синтезу ряда новых производных на основе ксантонов **1** и **2**, содержащих дополнительный фрагмент пространственно-затрудненного фенола или аминотимильный заместитель (направление основных превращений представлено на рисунке). Полученные соединения были протестированы *in vitro* на антирадикальную активность в тесте с DPPH,  $Fe^{2+}$ -хелатирующую способность в тесте с феррозином, антиоксидантную и мембранопротекторную активность на модели окислительного гемолиза эритроцитов млекопитающих.



Исследования показали, что введение заместителей в положения С-4 или С-4/С-5 приводит к снижению гемолитической активности производных, а по совокупности показателей, характеризующих антиоксидантные свойства, наиболее перспективными соединениями для дальнейшего изучения биологической активности являются  $\gamma$ -мангостин (**2**) и основания Манниха, синтезированные на его основе.

### Список литературы

- Buravlev E.V., Shevchenko O.G., Kutchin A.V. // Bioorg. Med. Chem. Lett. 2015. Vol. 25. P. 826–829.
- Buravlev E.V., Shevchenko O.G., Anisimov A.A., Suponitsky K.Yu. // Eur. J. Med. Chem. 2018. Vol. 152. P. 10–20.

## СРАВНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛИСТЬЕВ ВЫСОКОРОСЛОЙ И УЗКОЛИСТНОЙ ГОЛУБИКИ

**Бушкевич Н.В., Флюрик Е.А.**

*Белорусский государственный технологический университет  
Республика Беларусь, 220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а; e-mail: inform@belstu.by*

Поиск растений с богатой сырьевой базой, которые можно было бы использовать при создании новых лекарственных средств, является весьма актуальной задачей фармацевтической отрасли. На наш взгляд, одним из таких растений является голубика. В настоящее время, помимо известной голубики топяной (*Vaccinium uliginosum*), в промышленных масштабах культивируется большое количество различных сортов голубики (например, высокорослой (*Vaccinium corymbosum* L.) – Блюкроп, Нортланд, Элизабет и др.; узколистной (*Vaccinium angustifolium* Ait.) – Мотега, Половчанка, Янка и др.). Изучению состава биологически активных веществ (БАВ) плодов голубики уделяется очень много внимания, однако очень мало сведений о БАВ листьев растения и отсутствуют данные по сравнению технологических параметров данного вида растительного сырья.

В данной работе представлена часть результатов исследований, целью которых является определение и сравнение технологических параметров растительного сырья, а именно листьев голубики высокорослой и голубики узколистной. Полученные результаты представлены в таблице.

Технологические показатели растительного сырья

Показатель	Значение показателя	
	Листья голубики высокорослой	Листья голубики узколистной
Влажность, %	10.09±0.93	10.55±0.37
Измельчённость, мм	3–5	3–5
Насыпная масса, г/см <sup>3</sup>	0.11±0.01	0.083±0.01
Сыпучесть	12.03±0.15	16.44±0.20
Удельный вес, г/см <sup>3</sup>	1.04±0.01	1.69±0.01
Объёмная масса, г/см <sup>3</sup>	0.13±0.01	0.09±0.01
Пористость, г/см <sup>3</sup>	0.88±0.04	0.95±0.01
Порозность, г/см <sup>3</sup>	0.15±0.010	0.05±0.002
Свободный объём слоя, г/см <sup>3</sup>	0.90±0.03	0.95±0.02
Коэффициент поглощения экстрагента:		
– вода, см <sup>3</sup> /г,	6.39±0.03	6.49±0.50
– этиловый спирт (70%), см <sup>3</sup> /г	4.04±0.03	5.25±0.25

Как видно из представленных данных, практически все определенные показатели оказались очень близкими по значениям. Однако коэффициент поглощения экстрагента существенно отличается. Как известно, этот показатель характеризует количество экстрагента, который заполняет межклеточные поры, вакуоли, воздушные полости в сырье и не извлекается из шрота. Таким образом, данный показатель можно использовать (при других равных условиях), как определяющий при выборе сырья.

При разработке технологии получения лекарственных форм на основе растительного сырья необходимо учитывать его технологические параметры, которые позволят максимально извлечь БАВ. Кроме того, полученные экспериментальные данные необходимы при расчете материального баланса.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ РАСТИТЕЛЬНЫХ ЭКСТРАКТОВ СЕМЕЙСТВА РОЗОЦВЕТНЫЕ

**Бушмелева К.Н., Вышкательюк А.Б., Теренжев Д.А., Никитин Е.Н.**

*ФИЦ Казанский научный центр РАН*

*420111, г. Казань, ул. Лобачевского, 2/31; e-mail: presidium@knc.ru*

Проблемы химической регуляции процессов свободнорадикального окисления, а также поиск биологически активных веществ, обладающих антиоксидантной активностью, являются ведущей темой среди многих направлений исследований экспериментальной биологии и медицины. В настоящее время доказано, что сотням болезней предшествует окислительный стресс, таким образом, поиск терапевтических средств с выраженной антиокислительной эффективностью представляется нам актуальным.

Методом активированной хемилюминесценции (ХЛ) [1] нами была выявлена антиокислительная активность трех экстрактивных веществ из растений семейства *Rosaceae* – аронии черноплодной (*Aronia melanocarpa*), рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia*), боярышника обыкновенного (*Crataegus laevigata*), произрастающих на территории Республики Татарстан. Исследовано влияние растворителя-экстрагента на антиокислительную активность полученного экстракта.

В качестве модельной реакции при изучении антиоксидантной активности экстрактивных образцов выбран процесс радикально-цепного инициированного окисления 2,2'-азобис-(2-амидинопропан) дигидрохлоридом (АБАП) люминола и образования аминфталевой кислоты, в электронно-возбужденном состоянии, которая высвечивает фотон, в результате чего наблюдается хемилюминесценция [2]. В работе был использован хемилюминометр «Lum-100» («ДИСофт», Россия). Для сопряжения компьютера и хемилюминометра использовали программный продукт PowerGraph, расчеты выполняли в программе Origin.

Методом TAR (Total Antioxidant Reactivity) была измерена степень тушения ХЛ, методом TRAP (Total Reactive Antioxidant Potential) – латентный период ХЛ  $\tau$ , в течение которого происходит полное окисление радикалов. Обнаружено, что спиртовой экстракт аронии обладает значительно более выраженными антиоксидантными свойствами, чем водный экстракт, как по показателям TRAP, так и по показателям TAR. На экстракт рябины обыкновенной не повлиял выбор растворителя-экстрагента. Наиболее слабой антиокислительной эффективностью обладал спиртовой экстракт боярышника, наиболее сильной – спиртовой экстракт аронии черноплодной.

Полученные данные иллюстрируют то, что исследованные растения сем. Розоцветные обладают антиоксидантными свойствами и различаются по последнему в зависимости от природы активных соединений, входящих в состав плодов растений.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ грант № 18-013-01177 А.*

### **Список литературы**

1. Krasowska A., Rosiak D., Szkapiak K., Lukaszewicz M. Chemiluminescence detection of peroxy radicals and comparison of antioxidant activity of phenolic compounds // Current Topics in Biophysics. 2000. Vol. 24(2). P. 89–95.
2. Владимиров Г.К., Сергунова Е.В., Измайлов Д.Ю., Владимиров Ю.А. Хемилюминесцентная методика определения общей антиоксидантной емкости в лекарственном растительном сырье // Вестник РГМУ. 2016. № 2. С. 65–72.

## **ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ГЕТЕРОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ХИМИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ В РЕЗУЛЬТАТЕ ТЕНЗО-ИМПУЛЬСНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ**

**Ведерников Д.Н., Попляк Е.О., Баканов В.В., Соловьев И.А.**

*Санкт-Петербургский государственный университет им. С.М. Кирова  
194021, г. Санкт-Петербург, Институтский пер., 5; e-mail: public@spbftu.ru*

Тензо-импульсное воздействие позволило увеличить выход экстрактивных веществ при экстракции луба березы водным раствором щелочи, бересты гексаном, веток осины изопропиловым спиртом, грибов шиитаке горячей водой. Это воздействие оказывает влияние также на сульфатную и натронную варки древесины, позволяя снижать температуру варки. Определенное влияние было замечено при отстаивании листовых сульфатных щелоков для получения сульфатного мыла. Воздействие осуществлялось с использованием генератора переменного тока, позволяющего изменять частоту, амплитуду и форму сигнала. Генератор короткозамкнуто соединялся с проводником, связанным с сосудом, в котором производился гетерогенный процесс. Колебания происходили в результате явления магнестрикции. Для большинства процессов установлена оптимальная частота и амплитуда, при которых наблюдалось увеличение выхода продуктов. При экстракции луба березы было выяснено, что меандр является лучшим сигналом, который передает воздействие. Синусоидальный и пилообразный сигналы мало влияют на процесс. Для экстракции луба раствором щелочи установлено, что тензо-импульсное воздействие эффективнее механического перемешивания. Воздействия во всех исследуемых случаях наблюдаются в определенном интервале частот и амплитуд, но существует максимум в пределах 1 кГц и 0.2 В. Для сульфатной варки березовой древесины существуют два максимума частот, при которых наблюдается ускорение делигнификации. Наблюдается явление резонанса. Используемая мощность воздействия в 1000–10000 раз меньше обычно применяемых при ультразвуковых процессах. По-видимому, увеличивается самоорганизация турбулентного движения на границе раздела фаз. При определенном, очень слабом внешнем звуковом не энергозатратном, не принудительном воздействии происходит интенсификация процесса диффузии. Слои раствора подвергаются циклической раскачке. Такие волны самоподдерживаются, синхронизируясь на фоне постоянно действующего акустического сигнала, и без затухания распространяются вдоль границы перехода из одной фазы в другую [1].

При экстракции луба березы щелочью выход экстрактивных веществ увеличивался на 17%, оптическая плотность раствора, полученного из черного щелока после варки древесины, при длине волны 280 нм, соответствующей поглощению лигнина, увеличивалась с 0.20 до 0.46. При экстракции бересты гексаном выход тритерпеноидов увеличивался в два раза, а при экстракции плодовых тел гриба шиитаке горячей водой увеличивался выход экстрактивных веществ на 19%, при отстаивании слабого черного щелока количество смоляных, жирных кислот и неомыляемых соединений на дне отстойника уменьшалось в 10 раз по сравнению с холостым опытом.

### ***Список литературы***

1. Zarembo V.I., Kolesnikov A.A. Background resonant acoustic control of heterophase processes // Theor. Found. Chem. Eng. 2006. Vol. 40(5). P. 483–495.



**ВЫДЕЛЕНИЕ ЭФИРНОГО МАСЛА ИЗ ПЛОДОВ  
*PRANGOS ODONTALGICA* (PALL.) HERRNST. ET. HEYN  
И ИЗУЧЕНИЕ ЕГО ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА**

**Великородов А.В., Пилипенко В.Н., Пилипенко Т.А., Малый С.В.**

*Астраханский государственный университет  
414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а; e-mail: avelikorodov@mail.ru*

Химический состав эфирного масла *Prangos odontalgica* дикорастущего в Астраханской области практически не изучен в отличие от других видов рода *Prangos*, произрастающих в Иране, Турции и Узбекистане [1–3]. Для получения эфирного масла используются все части растения (корни, стебли, цветы, листья, плоды), а также различные методы выделения (гидродистилляция, сверхкритическая флюидная экстракция, твердофазная микроэкстракция и другие) [4]. Нами изучена возможность получения эфирного масла из плодов *Prangos odontalgica*. Плоды отделяли вручную сразу после сбора сырья и, во избежание разрушения биологически активных веществ, а также для удаления излишней влаги высушивали наиболее распространенным методом – воздушной сушкой, основанной на свободном доступе воздуха к растительному материалу, разложенному в затемненном месте в течение десяти дней. Влажность высушенных плодов определяли по ОФС.1.5.3.0007.15. Измельчение плодов осуществляли с помощью лабораторного блендера НМ 100 непосредственно перед выделением эфирного масла, степень измельчения (0.2–0.5 мм) определялась на основе ситового анализа. Эфирное масло из плодов *Prangos odontalgica* получали методом пародистилляции. Продолжительность процесса пародистилляции, установленная экспериментально на основании изучения динамики изменения выхода эфирного масла во времени, составила 3 ч. Выход эфирного масла в массо-объемных процентах в пересчете на абсолютно сухое сырье по результатам трехкратного определения – 0.07±0.01%. Методом газожидкостной хроматографии осуществлен количественный анализ основных компонентов эфирного масла *Prangos odontalgica*. Количественное содержание компонентов эфирного масла вычислялось по площадям газохроматографических пиков без использования корректирующих коэффициентов. Качественный анализ проводили путем сравнения линейных индексов удерживания.

В эфирном масле *Prangos odontalgica* идентифицировано 38 веществ (88.4%). В нем содержатся сесквитерпены (31.48%), терпеноиды (19.2%), углеводороды (15.39%), карбоновые кислоты и их эфиры (10.86%), спирты, фенолы (8.84%). Среди сесквитерпенов преобладающими компонентами являются  $\gamma$ -элемен (9.84%), бисаболол (9.41%), а среди терпеноидов – *транс*-неролидол (3.90%) и линалилизобутират (3.41%).

***Список литературы***

1. Özcan M., Bağcı Y., Akgül A., Dural H., Novak J. Chemical composition of the essential oil of *Prangos uechtrizii* Boiss. et Hausskn. Fruits from Turkey // J. Ess. Oil Res. 2015. Vol. 12. No. 2. P. 183–185.
2. Razavia S.M., Nazemiyeh H., Zarrini G., Asna-Asharii S., Dehghan G. Chemical composition and antimicrobial activity of essential oil of *Prangos ferulaceae* (L.) Lindl from Iran // Nat. Prod. Res.: Formerly Nat. Prod. Lett. 2014. Vol. 24. No. 6. P. 530–533.

3. Shikishima Y., Takaishi Y., Honda G., Ito M., Takeda Y., Kodzhimatov O.K., Ashurmetov O., Lee K.H. Chemical constituents of *Prangos tschiniganica*; structure elucidation and absolute configuration of coumarin and furanocoumarin derivatives with anti-HIV activity // Chem. Pharm. Bull. 2001. Vol. 49. No.7. P. 877–880.
4. Ozek G., Ozek T., Duran A., Sagioglu M., Duman H. Comparison of the essential oils of *Prangos turcica* A. Duran, M. Sagioglu et H. Duman fruits obtained by different isolation techniques // J. Essent. Oil Res. 2006. Vol. 18. No. 5. P. 511–514.

## ПРИМЕНЕНИЕ ФЕРОМОНОВ ЛЕСНЫХ ВРЕДИТЕЛЕЙ

**Вендило Н.В.<sup>1</sup>, Плетнев В.А.<sup>1</sup>, Фролова Л.Л.<sup>2</sup>, Кучин А.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>АО «Щелково Агрохим»

141101, Московская обл., г. Щелково, ул. Заводская, 2; e-mail: nvvendilo@inbox.ru

<sup>2</sup>Институт химии Коми НЦ УрО РАН

167000, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 48

Важнейшим компонентом лесопатологического мониторинга является комплекс лесных насекомых, биоценологическую и биоиндикаторную роль которых трудно переоценить. Бесконечное разнообразие лесного энтомокомплекса определяет многообразие методов его изучения и учета, среди которых феромонный мониторинг – наиболее удобный и точный метод [1].

Исследования феромонов лесных вредителей и разработка препаратов на их основе проводились во ВНИИХСЗР. Был зарегистрирован и производился препарат Вертенол, содержащий агрегационный феромон короеда типографа, злостного вредителя ели. Этот препарат с успехом применяли для борьбы с короедом типографом методом массового отлова в Подмоскowie, Брянской, Смоленской и Калужской областях в 2001–2003 гг. для подавления вспышки массового размножения этого вредителя [2]. Всего за указанный период было вывешено около 500 тыс. ловушек с феромоном – пример масштабного применения феромонных ловушек в России.

В течение пяти лет Центр защиты леса проводил в разных регионах России феромонный мониторинг основных лесных вредителей: короеда типографа, большого и малого сосновых лубоедов, продолговатого и шестизубчатого короедов, сосновой совки, сибирского, соснового и непарного шелкопрядов, шелкопряда-монашенки, а также рыжего и обыкновенного пилильщиков. В этот период были разработаны феромонные препараты для черных усачей рода *Monochamus*, короеда-гравера, велись испытания феромона вершинного короеда.

Однако применение феромонов в нашей стране, в том числе и для лесных вредителей, сдерживается необоснованно высокими требованиями (как к пестицидам) для их регистрации, и внести изменения в Закон пока не удастся, хотя понимание того, что применять феромоны для мониторинга вредителей можно без регистрации, как это делается во всем мире, достигнуто на всех уровнях.

Тем не менее разработка новых препаратов на основе феромонов лесных вредителей жизненно необходима, поскольку в последнее время появляется большое количество инвазивных видов (например, самшитовая огневка, ясеневая изумрудная златка, мраморный коричневый клоп и т.д.), за продвижением и численностью популяций которых легко следить с помощью феромонных ловушек. В настоящее время в Брянской и Смоленской областях начинается вспышка массового размножения вершинного короеда, который идет из Европы [3] через Белоруссию и Украину, а надежного отечественного феромонного препарата для этого вредителя пока не удалось разработать.

### **Список литературы**

1. Лебедева К.В., Вендило Н.В., Плетнев В.А. Применение феромонов важнейших вредителей леса для лесопатологического мониторинга. Часть 1. Мониторинг стволовых вредителей // Агрохимия. 2010. № 2. С. 82–92.

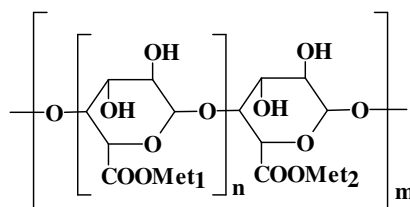
2. Лебедева К.В., Вендило Н.В., Митрошин Д.Б., Плетнев В.А., Маслов А.Д., Комарова И.А., Матусевич Л.С., Жарков Д.Г., Кобельков М.Е., Кучин А.В. и др. Применение вертенола – феромона короеда типографа для защиты ели в Московской области // Лесное хозяйство. 2003. № 1. С. 33–35.
3. Colombari F., Battisti A., Schroeder L.M., Faccoli M. Life-history traits promoting outbreaks of the pine bark beetle *Ips acuminatus* (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) in the south-eastern Alps // Eur. J. For. Res. 2012. Vol. 131. P. 553–561.

## АКТИВАЦИЯ ИММУННОГО ОТВЕТА У КРЫС С КАРРАГИНАНОВЫМ ОТЕКОМ ЛАПЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ NaCa-, NaCu- И NaZn- ПОЛИГАЛАКТУРОНАТОВ

**Выштакалюк А.Б., Минзанова С.Т., Ленина О.А., Гумарова Л.Ф.,  
Бушмелева К.Н., Миронова Л.Г., Парфенов А.А.**

*Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова,  
ФИЦ Казанский научный центр РАН  
420088, г. Казань, ул. Арбузова, 8; e-mail: alex.vysh@mail.ru*

Макро- и микроэлементы Ca, Cu, Zn играют важную роль в осуществлении функций в организме человека и животных, одна из которых – это регуляция иммунных ответов. Известно, что пектины сами могут проявлять иммуномодулирующие свойства. В качестве перспективных регуляторов функций иммунной системы нами синтезированы водорастворимые комплексы пектина с макро- и микроэлементами, содержащие натрий и один из двухвалентных ионов в биоусвояемой форме  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ .



(Met<sub>1</sub> – ионы Na, Met<sub>2</sub> – двухвалентные ионы Ca, Cu, Zn).

Отек лапы у лабораторных животных, вызываемый введением каррагинана, обусловлен реакцией иммунной системы в ответ на появление чужеродного вещества, используется для изучения воспаления и связанных с ним процессов. В настоящей работе крысам Sprague Dawley в течение 10 дней вводили синтезированные комплексы. Дозы комплексов были подобраны таким образом, чтобы животные получали суточные нормы указанных элементов: Zn 0.11 мг/кг, комплекс с Zn 4 мг/кг; Cu 0.07 мг/кг, комплекс с Cu 2.5 мг/кг, Ca 1.8 мг/кг (11.3% от суточной нормы), комплекс с Ca 90 мг/кг. Комплексы с Zn и Cu вводили в сочетании с пектином, доводя потребление пектина до 90 мг/кг. Объемы вводимой жидкости составляли 3 мл/кг. Контрольная группа получала воду (3 мл/кг), группа сравнения – пересажженный пектин в дозе 90 мг/кг. После курса введения комплексов, животным вводили 1%-ный водный раствор каррагинана под плантарный апоневроз правой задней лапы. Лейкоцитарный профиль у крыс исследовали на автоматическом гематологическом анализаторе Mythic 18Vet. до начала опыта, перед введением каррагинана (0 ч), а также через 5, 24, 48 и 96 ч.

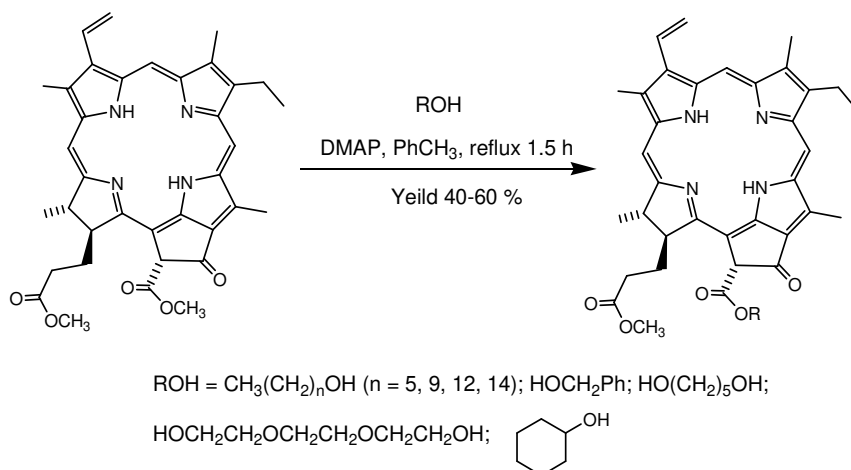
Показано, что введение пектина в течение 10 дней не вызывало изменения общего числа лейкоцитов (WBC), а также соотношения их субпопуляций – лимфоцитов (LYM), моноцитов (MON), гранулоцитов (GRA). В результате введения комплексов с Zn и Cu наблюдалось умеренное повышение WBC и смещение лейкоцитарного профиля крови в сторону повышения LYM и MON. Под действием комплекса с Ca наблюдали резкое повышение WBC и смещение лейкоцитарного профиля в сторону повышения фагоцитирующих клеток – MON и GRA, в наибольшей степени GRA. На фоне воспаления, вызываемого введением каррагинана, пектин и металлокомплексы проявляют регулирующее действие на лейкоцитарный профиль: если в контроле наблюдается резкое снижение LYM и увеличение GRA, т.е. резкий сдвиг лейкоцитарной формулы в сторону повышения GRA, то при введении пектина и металлокомплексов количество LYM остается на уровне нормы, а сдвиг лейкоцитарного профиля в сторону повышения GRA проявляется в меньшей степени.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 18-013-01177.*

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ 13(2)-ЭФИРОВ МЕТИЛФЕОФОРБИДА *a*Гилева Н.В.<sup>1</sup>, Тулаева Л.А.<sup>1</sup>, Белых Д.В.<sup>2</sup><sup>1</sup>Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина  
167001, г. Сыктывкар, Октябрьский просп., 55; e-mail: tulaeva65@mail.ru<sup>2</sup>Институт химии Коми НЦ УрО РАН  
167000, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 48; e-mail: belykh-dv@mail.ru

Разработка новых методов химической модификации хлорофилла *a* и его производных представляет интерес с точки зрения использования хлоринов *a*-ряда в качестве исходных веществ в синтезе лекарственных препаратов и биологически активных веществ, применяемых в различных областях медицины. Метилфеофорбид *a* представляет собой одно из наиболее доступных и удобных производных хлорофилла *a*, используемого в реакциях модификации периферических заместителей и внедрения на периферию хлороинового макроцикла заместителей заданного строения.

Сложноэфирная группа экзоцикла метилфеофорбида *a* имеет ряд особенностей химического поведения, связанных с возможностью енолизации экзоцикла. Для синтеза 13(2)-эфиров метилфеофорбида *a* (схема) с успехом используют реагент Мукаяма (*N*-метил-2-хлорпиридиний йодид, СМПИ) при кипячении с соответствующим спиртом в толуоле в присутствии диметиламинопиридина (DMAP) [1, 2].

Взаимодействие метилфеофорбида *a* со спиртами.

В настоящей работе изучено взаимодействие метилфеофорбида *a* с различными спиртами в толуоле в присутствии основания (DMAP) при кипячении реакционной смеси [3]. Показано, что в этих условиях может быть хемоселективно проведена переэтерификация сложноэфирной группы экзоцикла без использования активирующего агента (СМПИ). Необходимыми условиями успешного проведения реакции и получения приемлемых выходов продуктов переэтерификации являются наличие основания, обеспечивающее енолизацию экзоцикла, и значительный избыток этерифицирующего спирта.

## Список литературы

1. Belykh D.V., Tarabukina I.S., Gruzdev I.V., Kodess M.I., Kutchin A.V. // J. Porphyrins Phthalocyanines. 2009. Vol. 13(8–9). P. 949–956.
2. Shinoda S., Osuka A. // Tetrahedron Lett. 1996. Vol. 37(28). P. 4945–4948.
3. Balashova I.O., Pushkarev V.E., Shestov V.I., Tomilova L.G., Koifman O.I., Ponomarev G.V. // Macroheterocycles. 2015. Vol. 8(3). P. 233–238.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НИТРАТОВ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ИЗ НЕТРАДИЦИОННОГО СЫРЬЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ВЗРЫВЧАТЫХ СОСТАВОВ

**Гисматулина Ю.А., Корчагина А.А., Будаева В.В., Сакович Г.В.**

*Институт проблем химико-энергетических технологий СО РАН  
659322, г. Бийск, ул. Социалистическая, 1; e-mail: julja.gismatulina@rambler.ru*

Нитраты целлюлозы (НЦ) – энергонасыщенный полимер, способный к самостоятельному взрывчатому превращению, на основе которого создан ряд термопластичных композиций, используемых в качестве полимерной матрицы высоконаполненных энергоемких материалов. Основу всех разработанных к настоящему времени взрывчатых составов (ВС) составляют НЦ, полученные из традиционного вида сырья – хлопковой целлюлозы (ХЦ). Хлопок в России сегодня является импортным сырьем, что в условиях своеобразной монополии производителей хлопкового линта привело к неоправданно высокой его стоимости и резкому ухудшению качества. Для обеспечения страны НЦ с целью создания ВС и сохранения независимости России от импорта необходимо развитие промышленной базы на основе отечественного легковозобновляемого растительного сырья.

Цель работы – синтез НЦ из нетрадиционного сырья для создания ВС. Объекты исследования: травянистое растение – мискантус (М), отходы сельского хозяйства – плодовые оболочки овса (ПОО) и солома льна-межеумка (С). Из указанных видов сырья азотнокислым способом выделены образцы целлюлозы, которые в последствие были обработаны серно-азотной кислотной смесью с получением НЦ. Работа выполнена при использовании оборудования Бийского регионального центра коллективного пользования СО РАН (ИПХЭТ СО РАН, г. Бийск). В таблице приведены характеристики НЦ из М, ПОО и С. Установлено, что НЦ из нетрадиционного сырья соответствуют промышленным образцам НЦ из ХЦ [1]. Дальнейшие исследования возможности их использования для создания ВС целесообразны [2].

### Характеристики НЦ из М, ПОО и С

Образец	Характеристики			Выход, %
	Массовая доля азота, %	Вязкость 2%-ного раствора в ацетоне, мПа·с	Растворимость в спиртоэфирной смеси, %	
НЦ из М	12.26	14.0	98	130
НЦ из ПОО	12.12	10.0	98	130
НЦ из С	12.04	12.0	98	120

*Работа выполнена при поддержке программы фундаментальных исследований президиума РАН № 56 «Фундаментальные основы прорывных технологий в интересах национальной безопасности» (проект № 0385-2018-0015, рег. № НИОКТР АААА-А17-117113040005-9).*

### Список литературы

1. Энергетические конденсированные системы. Краткий энциклопедический словарь / Под ред. Жукова Б.П., изд. 2-е исправл. М.: Янус К., 2000. 216 с.
2. Sakovich G.V., Mikhailov Yu.M., Budaeva V.V., Korchagina A.A., Gismatulina Yu.A., Kozyrev N.V. Cellulose nitrates from unconventional feedstocks // Doklady Chemistry. 2018. Vol. 483. No. 1. P. 287–291.

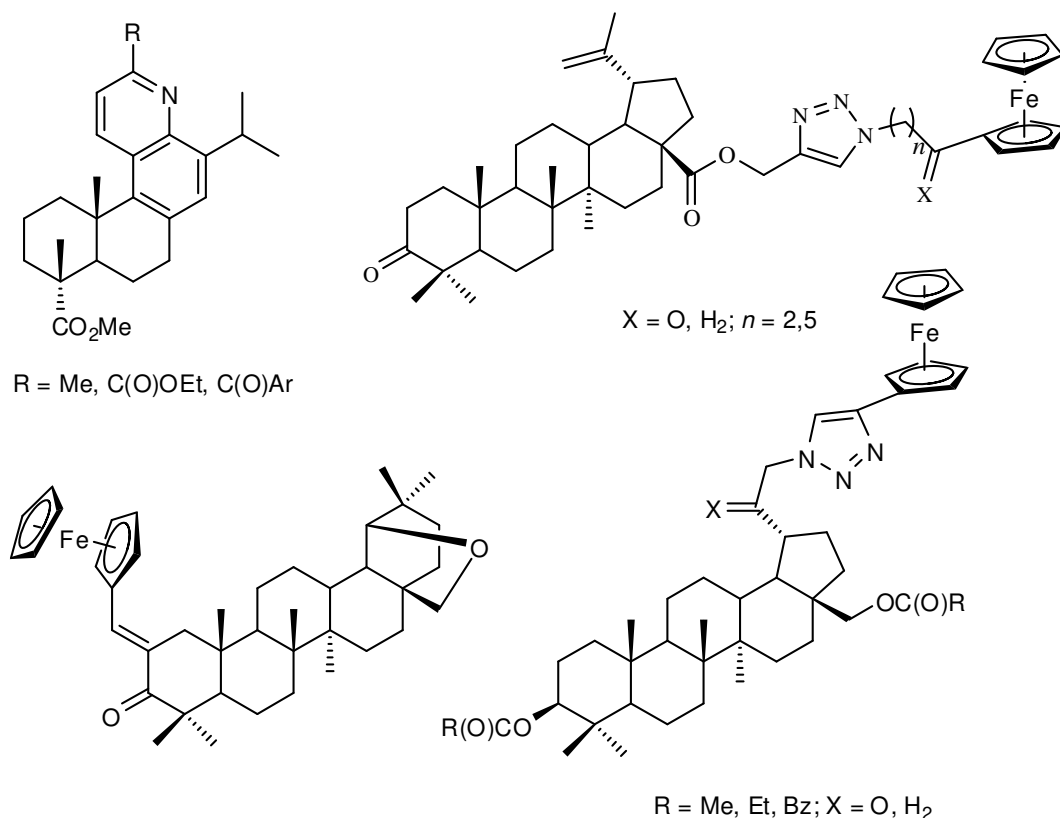
## СИНТЕЗ КОНЬЮГАТОВ ДИ- И ТРИТЕРПЕНОИДОВ С ФЕРРОЦЕНОМ И ПЯТИЧЛЕННЫМИ ГЕТЕРОЦИКЛАМИ

**Глушков В.А.<sup>1,2</sup>, Жукова Н.К.<sup>2</sup>, Шемякина Д.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Институт технической химии УрО РАН, Пермский ФИЦ УрО РАН  
614013, г. Пермь, ул. ак. Королева, 3; e-mail: glusha55@gmail.com

<sup>2</sup>Пермский государственный национальный исследовательский университет  
614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15

В докладе будет дана ретроспектива работ автора по синтетической модификации ди- и тритерпеноидов [1–5].



Работа выполнялась в рамках комплексной программы УрО РАН «Фундаментальные науки – медицине», № 18-7-3-4, и по госзаданию АААА-А18-1180300790037-7.

### Список литературы

1. Glushkov V.A., Tarantin A.V., Mayorova O.A., Shcherbinina I.A., Tolstikov A.G. // Mendeleev Commun. 2008. Vol. 18. P. 188–190.
2. Глушков В.А., Тарантин А.В., Супоницкий К.Ю., Кудряшов А.А., Майорова О.А., Толстиков А.Г. // ЖОрХ. 2010. Т. 46. С. 1474–1484.
3. Глушков В.А., Аникина Л.В., Горбунова Л.В., Недугов А.Н., Слепухин П.А. // ЖОрХ. 2013. Т. 49. С. 1241–1244.
4. Аникина Л.В., Шемякина Д.А., Павлоградская Л.В., Недугов А.Н., Глушков В.А. // ЖОрХ. 2014. Т. 50. С. 1197–1200.
5. Глушков В.А., Павлоградская Л.В., Шемякина Д.А., Ерошенко Д.В., Борисова И.А. // ЖОрХ. 2018. Т. 54. С. 126–130.



## РАЗРАБОТКА ОРИГИНАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ РАН И ОЖОГОВ

Гоголь Е.С.<sup>1</sup>, Костыро Я.А.<sup>2</sup>, Трофимова Н.Н.<sup>2</sup>, Бабкин В.А.<sup>2</sup>, Лепехова С.А.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского  
664038, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный

<sup>2</sup>Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского СО РАН  
664033, г. Иркутск, ул. Фаворского, 1; e-mail: yanakos@irioch.irk.ru

<sup>3</sup>Иркутский научный центр СО РАН  
664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 134

В Иркутском институте химии им. А.Е. Фаворского СО РАН из биомассы лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.) получены ценные биологически активные соединения, такие как арабиногалактан, дигидрокверцетин и лиственничный воск. На их основе разработаны оригинальные фармакологически активные препараты широкого спектра действия и вспомогательные вещества фармацевтического назначения [1–3].

Проведены исследования безопасности и фармакологической активности данных фармацевтических композиций. Показано, что разработанные препараты обладают высокой антиоксидантной, антимикробной, противовоспалительной и антиэкссудативной активностями, проявляют выраженные мембраностабилизирующие и ранозаживляющее действия. Эффективны для восстановления как кожного, так и волосяного покровов за счет стимулирования роста волосяных фолликулов, а также способны предотвращать развитие язвенного поражения слизистой нисходящего отдела толстой кишки [4, 5].

Таким образом, полученные результаты позволяют рекомендовать разработанные препараты для применения в хирургии, комбустиологии, проктологии, ветеринарии и пушно-меховом производстве, а также в технологии лекарственных форм.

*Работа выполнена согласно планам НИР (государственное задание) по программе V.48. Фундаментальные физико-химические исследования механизмов физиологических процессов и создание на их основе фармакологических веществ и лекарственных форм для лечения и профилактики социально значимых заболеваний (2013-2020) (Проект V.48.1.2. Поиск новых биологически активных веществ на основе биомассы хвойных пород Сибири и Дальнего Востока, скрининг биологической активности перспективных соединений. Разработка технологий получения природных субстанций и определение их практической значимости).*

### Список литературы

1. Патент РФ № 2582984, 2016.
2. Патент РФ № 2637440, 2017.
3. Патент РФ № 2649119, 2019.
4. Апарцин К.А., Ким А.Д., Лепехова С.А., Костыро Я.А., Чашкова Е.Ю., Зарицкая Л.В., Гусарова Н.К., Трофимов Б.А. Противовоспалительная активность цинксодержащей композиции в условиях моделированного язвенного колита // Фармация. 2018. Т. 67. № 4. С. 44–50.
5. Гоголь Е.С., Костыро Я.А., Даваа В.В., Трофимова Н.Н., Лепехова С.А. Экспериментальная оценка влияния оригинальной фармацевтической композиции на основе лиственничного воска на процессы перекисного окисления липидов в мембранах эритроцитов при термическом ожоге // Эксперим. и клин. фармакол. 2018. Т. 81 (Приложение). С. 57.

## ОКИСЛИТЕЛЬНЫЕ ТРАНСФОРМАЦИИ МИРТАНТИОЛА

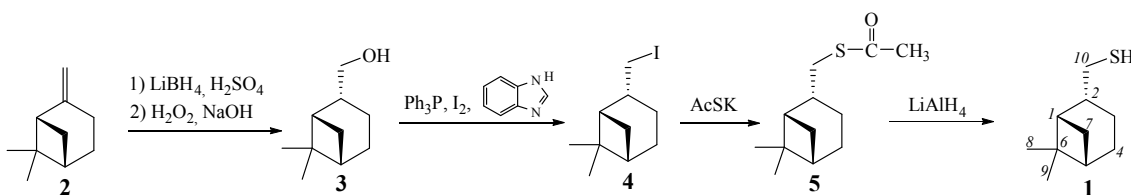
**Гребёнкина О.Н., Лезина О.М., Измest'ев Е.С., Фролова Л.Л., Рубцова С.А.**

*Институт химии Коми НЦ УрО РАН*

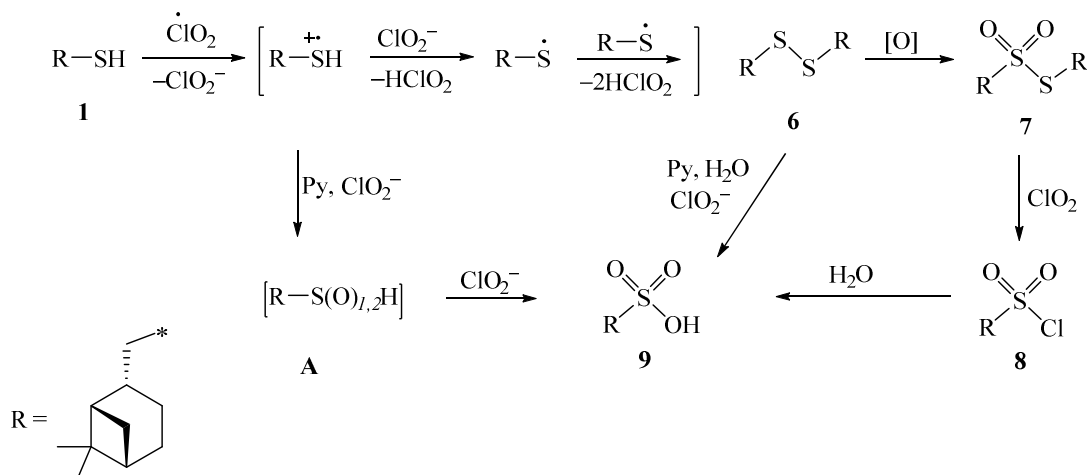
*167000, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 48; e-mail: olya.grebyonkina@mail.ru*

Объединение в одной молекуле биологически активного терпенового фрагмента с различными серосодержащими фармакофорными группами является перспективным направлением для получения биологически активных веществ [1], что ранее продемонстрировано нами на примере пинановых гидрокситиолсульфонатов [2].

Данная работа посвящена синтезу миртантиола и его окислению диоксидом хлора ( $\text{ClO}_2$ ). Миртантиол **1** был получен четырехстадийным синтезом по схеме:



Основными продуктами окисления миртантиола **1** в зависимости от условий реакции являются соответствующие дисульфид **6**, тиолсульфонат **7**, сульфохлорид **8** и сульфокислота **9**:



Работа выполнена при финансовой поддержке проекта УрО РАН № 18-3-3-17 с использованием оборудования Центра коллективного пользования (ЦКП) «Химия» Института химии Коми НЦ УрО РАН.

### Список литературы

1. Nikitina L.E., Artemova N.P., Startseva V.A., Fedyunina I.V., Klochkov V.V. // Chem. Nat. Comp. 2017. Vol. 53. No. 5. P. 811.
2. Grebenkina O.N., Lezina O.M., Izmet'ev E.S., Sudarikov D.V., Pestova S.V., Rubtsova S.A., Kutchin A.V. // Russ. J. Org. Chem. 2017. Vol. 53. No. 6. P. 860.
3. Кучин А.В., Фролова Л.Л. // Изв. АН. Сер хим. 2000. № 9. С. 1658.
4. Garegg P.J., Samuelsson B. // J. Chem. Soc. Perkin Trans. 1. 1980. P. 2866.
5. Zheng T.-C., Burkart M., Richardson D.E. // Tetrahedron Lett. 1999. Vol. 40. P. 603.
6. Banach A., Ścianowski Ja., Ozimek P. // Phosphorus, Sulfur Silicon Relat. Elem. 2014. Vol. 189. P. 274.

## СИНТЕЗ НОВЫХ МИРТАНИЛСУЛЬФАМИДОВ

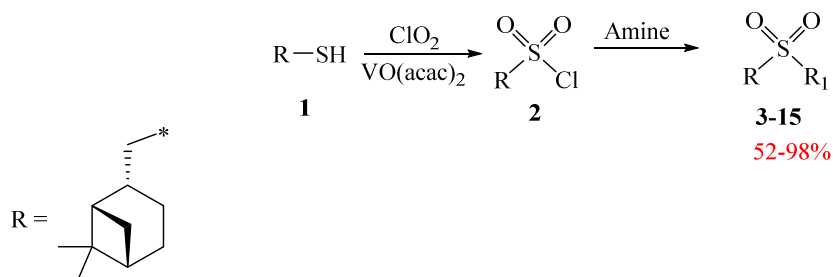
Гребёнкина О.Н., Лезина О.М., Рубцова С.А.

Институт химии Коми НЦ УрО РАН

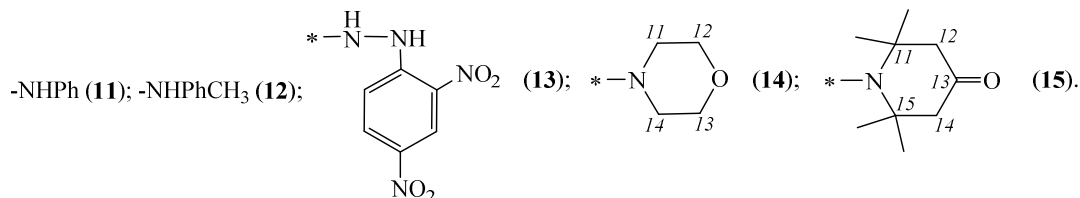
167000, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 48; e-mail: olya.grebyonkina@mail.ru

Синтез новых биологически активных веществ и создание на их основе лекарственных средств являются одной из важнейших задач современной органической и медицинской химии. Перспективным подходом в их получении является использование доступных растительных субстратов в качестве исходных соединений, в частности, терпенов и их производных. Нами исследовано окисление миртантиола **1** диоксидом хлора, подобраны оптимальные условия получения сульфохлорида **2**, который может использоваться в качестве полупродукта в органическом синтезе лекарственных препаратов.

Цель работы – синтез новых сульфамидов пинановой структуры **3–15** по реакции нуклеофильного замещения соответствующего сульфохлорида **2** с алифатическими, ароматическими и гетероциклическими аминами по методике [1] (схема).



R<sub>1</sub> = -NH<sub>2</sub> (**3**); -N(Me)<sub>2</sub> (**4**); NHEt (**5**); NHEtOH (**6**); -N(Et)<sub>2</sub> (**7**); -N(Pr)<sub>2</sub> (**8**); -N[(CH<sub>2</sub>)<sub>5</sub>CH<sub>3</sub>]<sub>2</sub> (**9**); -NHBn (**10**);



Синтез сульфамидов **3–15** проводили в хлороформе или без растворителя при соотношении сульфохлорид–амин, равном 1:1. Целевой продукт очищали колоночной хроматографией или отмывали от остатков амина водой. Выходы сульфамидов составляют 52–98%. Наименьшие выходы (52 и 60%) наблюдаются для соединений **9** и **13** соответственно, в реакциях сульфохлорида **2** с разветвленным дигексиламином и динитрофенилгидразином, вероятно, из-за стерических препятствий.

Таким образом, получена серия новых потенциальных биологически активных сульфамидов с алифатическими, ароматическими и гетероциклическими фрагментами с выходами до 98%.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта УрО РАН № 18-3-3-17 с использованием оборудования Центра коллективного пользования (ЦКП) «Химия» Института химии Коми НЦ УрО РАН.

## Список литературы

1. Губен-Вейль. Методы органической химии. М.: Химия, 1967. С. 610.

## СИНТЕЗ И АНТИМИКРОБНАЯ АКТИВНОСТЬ ХИРАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ПАЛЛАДИЯ С ПИНАНОВЫМИ ЛИГАНДАМИ

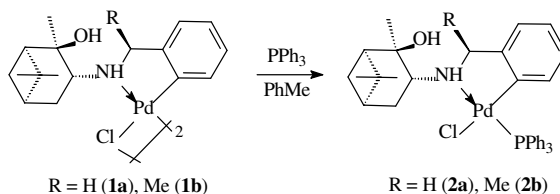
**Гурьева Я.А., Залевская О.А., Кучин А.В.**

*Институт химии Коми НЦ УрО РАН*

*167000, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 48; e-mail: gurjeva-ja@chemi.komisc.ru*

Комплексы палладия с хиральными лигандами представляют интерес для исследователей, так как обладают ценными каталитическими свойствами, что позволяет использовать их в асимметрических реакциях различного типа [1]. Не менее важными являются и биологические свойства металлокомплексных соединений. Известно, что комплексные соединения палладия проявляют противоопухолевую [2], антибактериальную [3], противогрибковую [4] активность. В качестве лигандов для синтеза хиральных комплексов палладия перспективно использовать азотсодержащие производные природных терпеноидов, учитывая доступность и высокую энантиомерную чистоту исходных стартовых соединений.

В настоящей работе описан синтез новых хиральных комплексов палладия. В качестве лигандов исследованы бензиламины, полученные на основе (+)-2-гидроксипинан-3-она – продукта окисления  $\alpha$ -пинена. В результате прямого орто-палладирования аминов под действием  $\text{Li}_2\text{PdCl}_4$  образуются биядерные комплексы **1a,b**, взаимодействие которых с трифенилфосфином позволяет получить смешаннолигандные производные **2a,b**.



Комплексы **1a,b** и **2a,b** были исследованы на антимикробную активность. Активность определяли по ингибированию роста клеток пяти видов бактерий (*Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa* и *Staphylococcus aureus*) и двух видов грибов (*Candida albicans* и *Cryptococcus neoformans*). В качестве препаратов сравнения для грамм-отрицательных и грамм-положительных бактерий использовали антибиотики Колистин и Ванкомицин соответственно, для грибов – препарат Флуконазол. Установлено, что все исследуемые комплексы обладают противомикробной активностью в отношении *Staphylococcus aureus* (зона ингибирования – 82–96%), *Candida albicans* (зона ингибирования – 97–100%) и *Cryptococcus neoformans* (зона ингибирования – 81–98%).

### Список литературы

1. Дунина В.В., Горунова О.Н., Зыков П.А., Кочетков К.А. // Успехи химии. 2011. Т. 80. С. 53.
2. Kalaiarasi G., Aswini G., Rajkumar S.R.J., Dharani S., Lynch V.M., Prabhakaran R. // Appl. Organometal. Chem. 2018. Vol. 32. P. 1.
3. Muche S., Harms K., Biernasiuk A., Malm A., Popiolek L., Hordyjewska A., Olszewska A., Holynska M. // Polyhedron. 2018. Vol. 151. P. 465.
4. El-Sawaf A.K., El-Essawy F., Nassar A.A., El-Samanody E.-S.A. // J. Mol. Struct. 2018. Vol. 1157. P. 381.

## РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ

Гыргенова Е.А., Гоготов А.Ф., Бабкин В.А.

*Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского СО РАН  
664033, г. Иркутск, ул. Фаворского, 1; e-mail: alg11@irioch.irk.ru*

Лидерами в производстве перспективных материалов – древесно-полимерных композитов (ДПК) – являются Германия, Китай, Япония и США. В России это производство осуществляется на основе купленных за рубежом лицензий [1]. Синтез ДПК имеет ярко выраженную экологическую направленность, поскольку позволяет вовлекать в оборот практически не утилизируемые отходы нефтехимической промышленности, полимеров, лесозаготовительной и лесоперерабатывающей отраслей.

Древесина и полимеры плохо совместимы, поэтому для улучшения совместимости между древесной мукой и полимерной матрицей применяются добавки, обеспечивающие лучшую текучесть расплава, положительно влияющие на однородность, прочность при изгибе, жесткость и модуль упругости ДПК [2].

Цель работы – создание ДПК, соответствующих требованиям необходимой механической прочности, однородности, экологической безопасности, пригодных для многократной переработки по схеме: «расплавление – формование – затвердевание», способных конкурировать с аналогичными импортными материалами и отвечающих техническим требованиям потенциальных потребителей.

В качестве наполнителя для получения ДПК используется древесная мука лиственницы марки 180. В качестве пластификаторов – талловые отходы лесохимического производства (ТП): канифоль, талловое масло, талловый пек. Термопластичным связующим выступает полипропилен.

Приготовление образцов проводили в термостойких стеклянных стаканах в термостате с заданной рабочей температурой 200–210°C, продолжительность синтеза образцов – 30–60 мин, в последовательности: «→смешивание наполнителя с добавками→добавление полимера→периодическое перемешивание для получения однородной массы→извлечение массы и прессование образца».

В ходе работы установлено, что оптимальным соотношением компонентов ДПК для получения однородного и механически прочного образца является (в г на эксперимент): полимер – 4, пластификатор – 3, наполнитель – 4–5 (в зависимости от породы и фракционного состава древесины).

Известно, что в качестве пластификаторов можно использовать различные лесохимические продукты. Из всех испытанных нами совместителей наилучшие свойства проявили талловые продукты (ТП). ТП практически не летучи в условиях синтеза, они хорошо смачивают древесную муку и выступают в роли как модификатора, так и связующего вещества.

В результате экспериментов удалось создать ДПК на основе древесины, полипропилена различных марок, отходов и побочных продуктов лесохимической отрасли промышленности.

### *Список литературы*

1. Кашаев А.В. Древесно-полимерные композиты [Электронный ресурс [www.newchemistry.ru/item.php?n\\_id=156](http://www.newchemistry.ru/item.php?n_id=156)].
2. Мусин И.Н., Файзуллин И.З., Вольфсон С.И. Влияние добавок на свойства древесно-полимерных композитов // Вестник Казанского технологического университета. 2012. Т. 15. № 24. С 97–99.

## СЕРОСОДЕРЖАЩИЕ ПРОИЗВОДНЫЕ ОКСИДА КАРИОФИЛЛЕНА: ОТ СОЕДИНЕНИЙ КЛОВАНА К КАРИОФИЛЛАНАМ

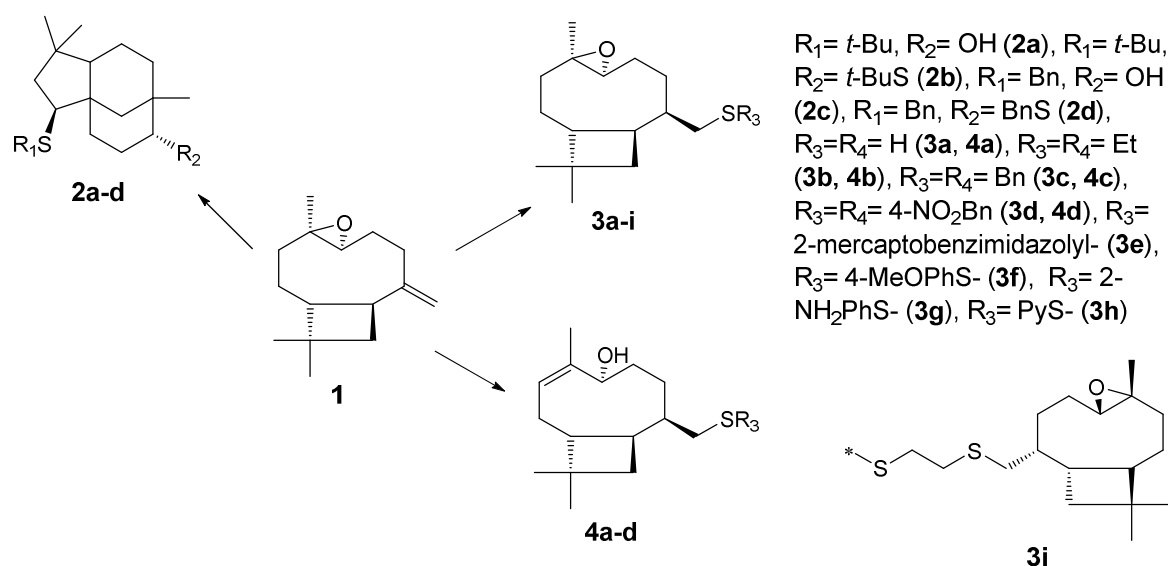
**Гырдымова Ю.В., Рубцова С.А.**

*Институт химии Коми НЦ УрО РАН*

*167000, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 48; e-mail: gyrdyмова-jw@chemi.komisc.ru*

В работе обобщены результаты синтезов тиосесквитерпеноидов на основе природного оксида кариофиллена. Катализируемое кислотами Льюиса ( $ZnCl_2$ ,  $BF_3 \cdot Et_2O$ ) присоединение тиолов к ненасыщенной связи кариофилленоксида протекает неселективно с образованием производных преимущественно клованового типа.

Разработаны селективные способы синтеза кариофиллановых тиолов – прекурсоров для получения сульфидов, ди- и бис-сульфидов.



Тиосесквитерпеноиды являются перспективными биологически активными веществами противогрибковой и антиоксидантной направленности.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (проект № 18-33-00846).

## ФИТОТОКСИНЫ ФИТОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ КАК ВОЗМОЖНЫЕ ПРООБРАЗЫ НОВЫХ ГЕРБИЦИДНЫХ ВЕЩЕСТВ

**Далинова А.А., Дубовик В.Р., Полуэктова Е.В., Берестецкий А.О.**

*Всероссийский институт защиты растений  
196608, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, шоссе Подбельского, 3;  
e-mail: adalinova@vizr.spb.ru*

Сорные растения, выработавшие устойчивость к одному или нескольким химическим гербицидам, представляют собой серьезную угрозу для сельского хозяйства [1]. В связи с этим для эффективной борьбы с засоренностью полей в современной защите растений требуются химические гербициды с новыми механизмами действия. В качестве прообразов действующих веществ для таких препаратов рассматриваются природные соединения. Примерами успешных действующих веществ на основе аналогов природных соединений являются глүфосинат (синтетический аналог L-фосфинотрицина из *Streptomyces* spp.) и биалофос, а также гербициды трикетонной группы (структурные родственники лептоспермона из растения *Leptospermum scoparium*) [2]. Как правило, разработки новых гербицидных препаратов на основе природных фитотоксинов ограничиваются их низким выходом при получении биотехнологическим путем, сложной химической структурой с наличием нескольких стереогенных центров, возможной токсичностью в отношении нецелевых организмов.

Одними из продуцентов перспективных гербицидных соединений могут служить некротрофные фитопатогенные грибы, так как их жизненная стратегия подразумевает выработку метаболитов, токсичных для растительных клеток. В последние десятилетия зарубежными исследователями в качестве перспективных фитотоксинов рассматривались агликон аскаулитоксина из патогена мари белой *Ascochyta caulina* [3], тенуазоновая кислота и тентоксин – распространенные метаболиты грибов рода *Alternaria* [4] и другие. Во Всероссийском институте защиты растений из коллекции фитопатогенных грибов был выделен ряд фитотоксинов, которые обладают свойствами перспективных гербицидных соединений, а именно, проявляют высокую фитотоксическую активность, малотоксичны в отношении нецелевых организмов, образуются в культуре продуцента с высоким выходом. Примерами таких фитотоксинов являются гамма-лактамы гриба *Paraphoma* sp. феосферид А [5], 10-членные лактоны *Stagonospora cirsii* стагонолид А, гербарумин I и другие. В дальнейшей работе планируется провести токсикологическую характеристику этих фитотоксинов, а также изучить их механизм действия.

*Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 16-16-00085.*

### **Список литературы**

1. Heap I. // Pest. Manage. Sci. 2014. Vol. 70(9). P. 1306–1315.
2. Duke S.O., Owens D.K., Dayan F.E. Natural product-based chemical herbicides // Weed control: sustainability, hazards and risks in cropping systems worldwide. CRC Press, 2019. P. 153–165.
3. Duke S.O., Evidente A., Fiore M., Rimando A.M., Dayan F.E., Vurro M., Christiansen N., Looser R., Hutzler J., Grossmann K. // Pest. Biochem. Physiol. 2011. Vol. 100(1). P. 41–50.
4. Zhou B., Wang H., Meng B., Wei R., Wang L., An C., Chen S., Yang C., Qiang S. // Pest. Manag. Sci. 2019. DOI: 10.1002/ps.5402
5. Poluektova E., Tokarev Y., Sokornova S., Chisty L., Evidente A., Berestetskiy A. // Molecules. 2018. Vol. 23(11). 2795.

## СРАВНЕНИЕ ЯБЛОЧНОГО ПЕКТИНА, ПОЛУЧЕННОГО ПРИ ОЗВУЧИВАНИИ УЛЬТРАЗВУКОМ И КИСЛОТНОМ ГИДРОЛИЗЕ

Джуманазарова А.З.

*Институт химии и фитотехнологий НАН Кыргызской Республики  
Кыргызская Республика, 720071, г. Бишкек, Чуй просп., 257;  
e-mail: dzhumanazarova@gmail.com*

Потребность в пектиновых веществах растет из года в год. Это связано с тем, что они обладают ценными биологическими эффектами, наиболее известными из которых является выведение тяжелых металлов и радионуклидов из организма человека. Кроме этого в мире идет ориентация на здоровое питание, предполагающее использование пектина. Однако, несмотря на то, что пектин является одним из широко распространенных полисахаридов, он остается дорогим и недостаточно доступным продуктом. Связано это с тем, что производство пектина по классической кислотно-спиртовой технологии требует огромных затрат на утилизацию кислых сред; на восстановление технологического оборудования, работающего в агрессивных средах; на содержание зданий и сооружений; на дорогостоящие очистные сооружения [1].

Поэтому в настоящее время актуальны так называемые механические методы выделения пектина без использования кислот. Одним из эффективных методов интенсификации химико-технологических процессов в жидкостях является кавитационное воздействие на обрабатываемую среду [2]. Кавитационное воздействие эффективно используется для интенсификации процессов растворения и экстрагирования, например, пектина, каротина, танина и других ценных веществ из биомассы.

Известно, что пектины, полученные с помощью различных технологий даже из одного и того же сырья, могут иметь сильные различия в своих физико-химических характеристиках [3].

Мы провели гидролиз свежих яблочных выжимок с использованием ультразвука. 100 г промытых холодной водой яблочных выжимок (гидромодуль 1:5) поместили в ультразвуковую ванну и при помешивании озвучивали 10, 20, 30, 40 мин в присутствии щавелевокислого аммония. Далее выделение пектина проводилось классическим способом. По мере увеличения времени озвучивания выход пектина увеличивался. Для сравнения, такое же количество яблочных выжимок подвергали классическому гидролизу в присутствии соляной, лимонной, янтарной кислот в течение 2 ч при температуре 50°C. При сравнении ИК-спектров выделенных нами пектиновых веществ все они были идентичны.

В работе [4] определен моносахаридный состав пектиновых веществ яблочного происхождения методом газожидкостной хроматографии, который включал арабинозу, маннозу, галактозу, ксилозу, рамнозу и глюкозу. По мнению авторов [3], совпадение частот колебания сахаров с характеристическими частотами пектина минимум по трем полосам свидетельствует о наличии в составе молекулы пектина того или иного сахара. Согласно этим работам, во всех выделенных нами пектиновых веществах обнаружены вышеперечисленные углеводы.

### *Список литературы*

1. Голубев В.Н., Шелухина Н.П. Пектин: химия, технология, применение. М., 1995. 317 с.



2. Промтов М.А. Перспективы применения кавитационных технологий для интенсификации химико-технологических процессов // Вестник ТГТУ. 2008. Т. 14. № 4. С. 861–869.
3. Седакова В.А., Громова Е.С. Исследование качественного состава сопутствующих сахаров в пектине различного происхождения // Вестник фармации. 2011. № 4(54) С. 17–23.
4. Ильина И.А. Теоретическое и экспериментальное обоснование технологии модифицированных пектинов: Дис. ...д-ра техн. наук: 05.18.01. Кубанский государственный технологический университет. Краснодар, 2001. 287 с.

## ФЕНОЛЫ И АЛЬДЕГИДОФЕНОЛЫ И ПОЛЕЗНЫЕ ПРОДУКТЫ НА ИХ ОСНОВЕ

Дикусар Е.А.

*Институт физико-органической химии НАН Беларуси  
Республика Беларусь, 220072, г. Минск, ул. Сурганова, 13; e-mail: dikusar@ifoch.bas-net.by*

В природе ванилин встречается в стручках ванили в виде гликозидов и содержится в количестве 1.5–2.5%. С развитием химической технологии ванилин стали получать синтетически из эвгенола, пирокатехина или гваякола и т.д. Однако эти исходные соединения являются дорогостоящими и дефицитными, поэтому идут поиски более доступных и дешевых, близких по своему строению веществ, пригодных для синтеза ванилина. Лигнин и в особенности лигносульфонаты сульфитного щелока или барды спиртзаводов могут служить для этих целей. Путем термической деструкции лигнина при пиролизе древесины образуется отстойная (осадочная) смола, содержащая более 50% по массе замещенных фенолов, крезолов и альдегидофенолов. На основе фенолов и альдегидофенолов (ванилина, ванилала и т.д.) разработана технология получения соединений, представляющих интерес для исследования их биологической активности и синтеза исходных субстратов для получения поляроидных пленок [1, 2].

Среди проблем, возникающих при конструировании новых практически значимых соединений, основными следует считать идентификацию наиболее перспективных функциональных групп и обеспечение их оптимального пространственного взаиморасположения, что необходимо для проявления требуемых свойств конечной молекулярной структурой. Последнее достигается при использовании специфических линкеров, которые могут, кроме того, являться и важными функциональными элементами молекул. Примером линкеров такого типа являются фенолы и гидроксibenзальдегиды. Гидроксibenзальдегиды природного происхождения (4-гидрокси-3-метоксибензальдегид – *ванилин* и 4-гидрокси-3-этоксibenзальдегид – *ванилаль*) являются душистыми веществами и эффективными блоками для конструирования биологически активных соединений [1]. Это связано с тем, что многие белковые центры (*сайты*) обладают гораздо более высокой специфичностью связывания именно с субстратами, содержащими фрагменты, формально являющимися производными гидроксibenзальдегидов ванилинового ряда. К этому классу биологически активных соединений можно отнести 4-аллил-2-метоксифенол – *эвгенол*, алкалоид ванилиламид 8-метил-6-ноненовой кислоты – *капсаицин*, пищевой краситель и биологическую добавку 1,7-бис(4-гидрокси-3-метоксифенил)-1,6-гептадиен-3,5-дион – *куркумин* и т.д.

Соединения, синтезированные на основе 4-гидрокси-3-метоксибензальдегида и содержащие в своем составе гетероциклические фрагменты, обладают гораздо более высокой активностью по сравнению с их аналогами, полученными на основе 4-гидроксibenзальдегида, 2-гидрокси-3-метоксибензальдегида – *орто-ванилина* или 3-гидрокси-4-метоксибензальдегида – *мета-ванилина*.

### Список литературы

1. Дикусар Е.А. Простые и сложные эфиры в линкерных технологиях. Современные аспекты молекулярного дизайна – от душистых веществ до биологически активных соединений. Saarbrücken, Deutschland: LAP LAMBERT Academic Publishing. OmniScriptum GmbH & Co. KG, 2014. 582 с.
2. Shahab S., Sheikhi M., Filippovich L., Dikusar E.A., Yahyaei H. // J. Mol. Struct. 2017. Vol. 1137. P. 335–348.

## ЛИСТЬЯ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ, КАК НЕТРАДИЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ АНТОЦИАНОВ

**Доронин А.Г., Дейнека В.И.**

*Белгородский государственный национальный исследовательский университет  
308015, г. Белгород, ул. Победы, 85; e-mail: deineka@bsu.edu.ru*

Антоцианы – водорастворимые представители класса флавоноидов. Эти вторичные растительные метаболиты представляют интерес как природные красители, обладающие антиоксидантной активностью, что открывает им дорогу для применения в пищевой и фармацевтической промышленности [1]. Как правило, в качестве источников антоцианов рассматривают ярко окрашенные плоды черники, жимолости, аронии Мичурина, ежевики, темных сортов винограда и т.д. Но если выделение продукта из отходов переработки винограда имеет смысл, то целесообразность данного подхода для плодов, употребляемых в пищу, неочевидна. В этом смысле особо можно рассматривать растения, в которых антоцианы накапливаются не в плодах, а в цветках, листьях и других частях [2]. Существенно, что эти источники являются возобновляемыми, не относятся к традиционно съедобным; при этом многие из них оказываются невостребованными несмотря на большой потенциал для производства антоцианов и других биологически активных соединений. Такие источники можно назвать нетрадиционными.

Результаты количественного анализа накопления антоцианов в листьях (наиболее антоциансодержащих из 14-ти проанализированных) древесных высоко декоративных растений из коллекции Ботанического сада НИУ БелГУ представлены в таблице.

Анализ накопления антоцианов в листьях

Растение		Содержание антоцианов, в пересчете на цианидин-3-глюкозид хлорид, мг/100 г			
Название	Латинское название	Сбор 28.05	*сух. лист	Сбор 26.06	Сбор 22.08
Клен веерный японский «Bloodgood»	<i>Acer palmatum</i> Thunb.	565	435	577	328
Церцис канадский «Форест пенси»	<i>Cercis canadensis</i> L.	365	236	202	34
Слива растопыренная темнопурпурная	<i>Prunus divaricata</i> f. <i>atropurpurea</i> Jaeg.	352	327	307	155
Барбарис оттавский пурпурный	<i>Berberis ottawensis</i> var. <i>purpurea</i> C.K.Schneid. ex Rehder	299	292	357	168
Барбарис тунберга	<i>Berberis thunbergii</i> DC.	357	351	281	340
Бук лесной	<i>Fagus sylvatica</i> L.	312	177	122	101
Пузыреплодник калинолистный «Andre»	<i>Physocarpus opulifolius</i> (L.) Kuntze.	270	250	312	144

\* Примечание. В пересчете на исходную навеску (до сушки).

Вышеприведенные образцы по содержанию в них антоцианов не уступают таким источникам как черная смородина, арония, черная малина, жимолость и др.; набор видов антоцианов в исследованных объектах оказался также разнообразным.

***Список литературы***

1. Miguel M.G. Anthocyanins: Antioxidant and/or anti-inflammatory activities // J. Appl. Pharm. Sci. 2011. Vol. 1. No. 6. P. 7–15.
2. Дейнека В.И., Сидоров А.Н., Кульченко Я.Ю., Дейнека Л.А., Тохтарь В.К., Дроголова Н.А. Антоцианы нетрадиционных растительных источников // Фенольные соединения: свойства, активность, инновации: Сб. научных статей по материалам X Международного симпозиума «Фенольные соединения: фундаментальные и прикладные аспекты». Москва. 14–19 мая 2018 г. М.: ИФР РАН, 2018. С. 256–264.

**НЕПОЛЯРНЫЕ КОМПОНЕНТЫ *MEDICAGO FALCATA* L.****Дренин А.А., Ботиров Э.Х.***Сургутский государственный университет  
628412, г. Сургут, ул. Ленина, 1; e-mail: botirov-nepi@mail.ru*

Растения рода *Medicago* L. являются богатым источником флавоноидов и тритерпеновых гликозидов и широко используются в качестве кормовых культур, а также в традиционной и официальной медицине [1–3].

Люцерна серповидная (*Medicago falcata* L.) в тибетской медицине применяется при желудочно-кишечных заболеваниях, пневмонии, абсцессах, кровохарканье, болезнях почек, усиленном сердцебиении (тахикардии), как противовоспалительное и седативное средство [1–3]. По литературным данным, ранее в этом растении были обнаружены флавоноиды, алкалоиды, сапонины, (–)-медикарпин, кумарин и дигидрокумарин, аминокислоты, жирные кислоты, стероиды, аскорбиновая кислота и другие соединения [1, 3, 4].

В рамках представленной работы впервые исследован химический состав неполярных компонентов люцерны серповидной. Сбор растительного материала проводили в период цветения в июле 2017 г. в Сургутском районе. Воздушно-сухую измельченную надземную часть пятикратно экстрагировали 80%-ным этиловым спиртом при комнатной температуре. Экстракт сгущали под вакуумом, разбавляли водой (1:1) и последовательно обрабатывали петролейным эфиром и хлороформом. Полученные фракции хроматографировали на колонках с силикагелем в гексане и градиенте этилацетата в гексане. При элюировании петролейно-эфирной фракции гексаном получены две субфракции неполярных компонентов, а из хлороформной фракции – вещество **1**.

Основные компоненты субфракций идентифицировали методом хромато-масс-спектрометрии на приборе «PerkinElmer Clarus 500» с использованием базы масс-спектров «NIST-2010».

Всего в составе гексанового элюата петролейно-эфирной фракции обнаружено 46 соединений, относящихся к углеводородам, сложным эфирам жирных кислот, альдегидам и терпеноидам. Доминирующими компонентами субфракции **1** являются высшие углеводороды гомологического ряда с длиной цепочки от 12 до 36 атомов углерода. Причем в наибольшем количестве содержится гексатриаконтан (8.90%), а также этилгексаноат (6.01%). В составе субфракции **2** в наибольшем количестве присутствуют эфиры жирных кислот с преобладанием этилгексадеканоата (25.38%) и этилолеата (44.69%).

Вещество **1** состава  $C_{14}H_{26}O_2$  с т.пл.  $>350^\circ C$ ,  $\lambda_{max}$  (этанол) 243, 290, 303, 343 нм; спектр ЯМР  $^{13}C$  (DMSO- $d_6$ ,  $\delta$ , м.д.): 157.3 (C-1), 98.9 (C-2), 154.6 (C-3), 157.8 (C-5), 111.8 (C-6), 123.3 (C-7), 109.8 (C-8), 160.9 (C-9), 103.5 (C-11), 155.3 (C-12), 157.6 (C-14), 105.9 (C-16), 123.5 (C-17), 123.1 (C-18), 113.0 (C-19). На основании изучения спектральных данных рассматриваемое соединение идентифицировано с куместролом [5].

Вышеуказанные соединения в люцерне серповидной обнаружены впервые.

**Список литературы**

1. Растительные ресурсы СССР. Цветковые растения, их химический состав, использование. Семейства *Hydrangeaceae* – *Haloragaceae*. Л., 1987. С. 152.
2. Javid T., Adnan M., Tariq A., Akhtar B., Ullah R., AbdElsalam N.M. // Afr. J. Tradit. Complement. Altern. Med. 2015. Vol. 12(3). P. 91.
3. Olech M., Komsta Ł., Nowak R., Cieřła L., Waksmundzka-Hajnos M. // Food Chem. 2012. Vol. 132. P. 549.
4. Ingham J.L. // Biochem. Syst. Ecol. 1979. Vol. 7. P. 29.
5. Simonova L.L., Shamshurin A.A. // Chem. Nat. Comp. 1967. Vol. 3. P. 310.

## ГЕМОСОВМЕСТИМОСТЬ ГИДРОКСИЭТИЛКРАХМАЛА И ЕГО АМИНОДЕЗОКСИПРОИЗВОДНЫХ

**Дрозд Н.Н.<sup>1</sup>, Торлопов М.А.<sup>2</sup>, Удоратина Е.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>«Национальный медицинский исследовательский центр гематологии»  
Минздрава России

125167, г. Москва, Новый Зыковский проезд, 4; e-mail: nndrozdz@mail.ru

<sup>2</sup>Институт химии Коми НЦ УрО РАН

167000, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 48; e-mail: udoratina-ev@chemi.komisc.ru

В последние годы большое число публикаций посвящено созданию крахмалсодержащих систем для доставки противоопухолевых препаратов, пробиотиков [1, 2]. При разработке таких конструкций необходима оценка их совместимости с кровью (гемосовместимость). Компоненты и конструкция не должны: активировать систему комплемента, свертывающую, фибринолитическую системы крови; разрушать форменные элементы крови; способствовать появлению тромбов.

Цель работы – анализ влияния гидроксипроксиэтилкрахмала (ГЭК) и его аминодезоксипроизводных (ПГЭК) на компоненты плазменного гемостаза и некоторые форменные элементы крови в опытах *in vitro*.

ПГЭК получали на основе коммерческого ГЭК двухстадийным синтезом, включающим бромирование ГЭК в системе *N*-бромсукцинимид/трифенилфосфин/диметилформамид, с последующим нуклеофильным замещением бромдезоксигрупп на аминоалкильные фрагменты. Для оценки гемосовместимости аминобутил- и аминодибутил производные ГЭК (ПГЭК-NHБу и ПГЭК-N(Bu)<sub>2</sub> соответственно) со степенью замещения 0.6 и 0.9 использовали в виде гидрохлоридов; для анализа гемосовместимости – кровь и плазму человека. Коагуляцию плазмы определяли с помощью тестов: активированное частичное тромбопластиновое время и протромбиновое время; оценивали влияние образцов на агрегацию тромбоцитов человека и на гемолиз эритроцитов.

В результате работы показано, что ГЭК, не обладающий антикоагулянтной активностью в опытах *in vitro*, самостоятельно не влияющий на агрегацию тромбоцитов человека в концентрации 1.67 мг/мл богатой тромбоцитами плазмы, не влияющий на индуцированную аденозиндифосфатом (АДФ) агрегацию тромбоцитов и не влияющий (в диапазоне концентраций 0.00001–10 мг/мл взвеси эритроцитов) на мембрану эритроцитов, может представлять интерес в качестве соединения для, например, внутривенного введения, в составе конструкции для доставки лекарственных средств или как составляющая часть биоматериала, контактирующего с кровью. ПГЭК обладают незначительной антикоагулянтной активностью менее 1 ЕД/мг, ингибируют АДФ-индуцированную агрегацию тромбоцитов человека (1.67 мг/мл) и в диапазоне концентраций от 0.001 до 10 мг/мл взвеси эритроцитов разрушают мембрану клеток. И только ПГЭК-N(Bu)<sub>2</sub> и ПГЭК-NHБу (0.9) в концентрации 0.00001 мг/мл не вызывали гемолиз эритроцитов.

Синтез образцов проводили в рамках научно-исследовательских работ темы государственного задания Института химии Коми НЦ УрО РАН (рег. № АААА-А18-118012390189-3). Анализ гемосовместимости образцов проводили в рамках научно-исследовательских работ темы государственного задания Национального исследовательского центра гематологии Минздрава России (ПК № АААА-А18-118012490217-2).

**Список литературы**

1. Zhao K., Li D., Xu W., Ding J., Jiang W., Li M., Wang C., Chen X. Targeted hydroxyethyl starch prodrug for inhibiting the growth and metastasis of prostate cancer // *Biomaterials*. 2017. Vol. 116. P. 82–94.
2. Xing Y., Xu Q., Ma Y., Che Z., Cai Y., Jaing L. Effect of porous starch concentrations on the microbiological characteristics of microencapsulated *Lactobacillus acidophilus* // *Food Funct*. 2014. Vol. 5(5). P. 972–983.

## ОЛИГО- И ПОЛИДИМЕТИЛСИЛОКСАНОВЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ НА ОСНОВЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

Дроздов Ф.В.<sup>1</sup>, Тарасенков А.Н.<sup>1</sup>, Миленин С.А.<sup>1</sup>, Ардабьевская С.Н.<sup>1</sup>,  
Демченко Н.В.<sup>1</sup>, Бузин М.И.<sup>2</sup>, Музафаров А.М.<sup>1,2</sup>

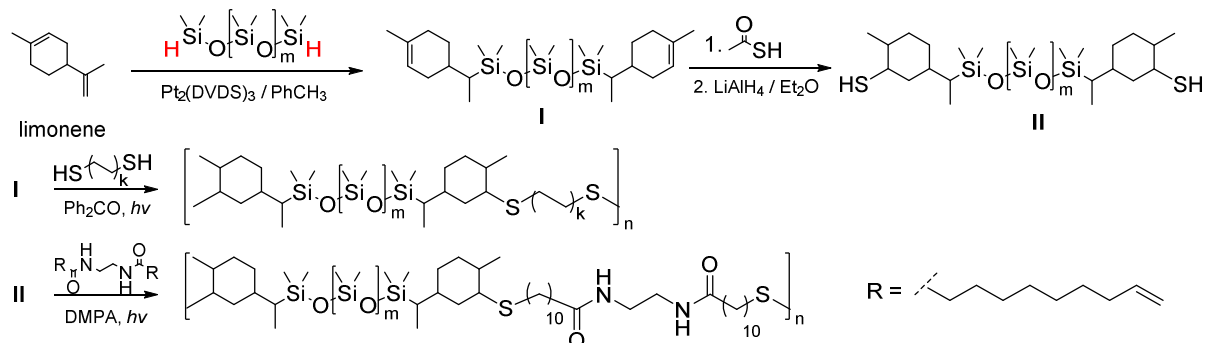
<sup>1</sup>Институт синтетических полимерных материалов им. Н.С. Ениколопова РАН  
117393, г. Москва, ул. Профсоюзная, 70; e-mail: drozdov@ispm.ru

<sup>2</sup>Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН  
119334, г. Москва, ул. Вавилова, 28

На сегодняшний день разработано большое число полимеров, полученных на основе различных природных соединений: жирных ненасыщенных кислот и их триглицеридов, растительных масел, а также из различных ароматических производных [1]. Тем не менее постоянно растет интерес к многотоннажным природным соединениям для создания мономерной базы на их основе.

В данной работе были выбраны два легкодоступных природных соединения терпеноидного типа – лимонен и карвон. Данные соединения представляют интерес с точки зрения наличия в их структурах двух функциональных групп, что подразумевает их дальнейшую трансформацию в различные производные. Наличие двойной связи в обоих природных соединениях открывает возможность проведения реакций гидросилилирования и гидротииолирования, что в свою очередь и было использовано для получения силоксановых производных [2].

Наличие второй двойной связи в силоксановых производных лимонена и карвона позволило провести их дальнейшую трансформацию по реакции гидросилилирования, гидротииолирования и присоединения по Михаэлю. Данный подход позволил получить ряд сополимеров с различным чередованием силоксановых и метиленовых звеньев, содержащих тиольные и амидные фрагменты в полимерной цепи:



Полученные сополимеры охарактеризованы методами ЯМР-, ИК-спектроскопии, ГПХ. Измерены их термические характеристики методами ТГА и ДСК.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант МК 18-29-04037).

### Список литературы

- Kristufek S.L., Wacker K.T., Tsao Y.-Y.T., Su L., Wooley K.L. // Nat. Prod. Rep. 2017. Vol. 34. P. 433.
- Drozdov F.V., Cherkaev G.V., Muzafarov A.M. // J. Organomet. Chem. 2019. Vol. 880. P. 293.



## ФИТОТОКСИЧНЫЕ ВТОРИЧНЫЕ МЕТАБОЛИТЫ ГРИБА *STAGONOSPORA CIRSI* S-47 – ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ПРОДУЦЕНТА БИОГЕРБИЦИДА ДЛЯ БОРЬБЫ С ОСОТОМ ПОЛЕВЫМ

**Дубовик В.Р.<sup>1</sup>, Далинова А.А.<sup>1</sup>, Петрова М.О.<sup>1</sup>, Смирнов С.Н.<sup>2</sup>,  
Иванов А.Ю.<sup>2</sup>, Берестецкий А.О.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Всероссийский институт защиты растений  
196608, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, шоссе Подбельского, 3;  
e-mail: adalinova@vizr.spb.ru*

<sup>2</sup>*Санкт-Петербургский государственный университет  
199034, г. Санкт-Петербург, Университетская набережная, 7–9;  
e-mail: spbu@spbu.ru*

Гриб *Stagonospora cirsi* S-47 является патогеном осота полевого и рассматривается в качестве потенциального биогербицида для борьбы с этим сорным растением. Побочным продуктом при наработке мицелия *S. cirsi* S-47 методом глубинного культивирования является отработанная культуральная жидкость, содержащая вторичные метаболиты гриба. Ранее было показано, что различные штаммы этого вида образуют вещества из группы 10-членных лактонов, в том числе фитотоксичные стагонолиды А и Н [1, 2].

Цель работы – выделение и оценка биологической активности вторичных метаболитов глубинной культуры *S. cirsi* S-47.

*S. cirsi* S-47 культивировали на модифицированной сахарозо-соевой среде методом глубинного культивирования в ферментере в течение 6 суток. Экстракт из фильтрата культуральной жидкости получали методом твердофазной экстракции, фракционировали различными хроматографическими методами. Для идентификации выделенных соединений использовали методы масс-спектрометрии, УФ- и ЯМР-спектроскопии. Оценивали фитотоксическую, антимикробную и инсектицидную активности выделенных соединений.

Из экстрактов *S. cirsi* S-47 выделено пять соединений, которые идентифицированы как новые соединения стагохромен А и стагонолид J, а также известные из литературы стагонолид А [1], гербарумин I [3], С9-эпимер гербарумина III [4]. Все выделенные соединения в разной степени проявили фитотоксическую активность на надколотых листовых дисках осота полевого, бодяка полевого и пырея ползучего. Гербарумин I, С9-эпимер гербарумина III и стагонолид J проявили токсичность в отношении злаковой тли, стагонолид А проявил антимикробную активность в отношении *Bacillus subtilis* и *Candida tropicalis*.

Таким образом, получение биологически активных 10-членных лактонов может служить способом утилизации отработанного субстрата после получения мицелия *S. cirsi* S-47. В дальнейшей работе будет оценена перспективность использования этих соединений в качестве прообразов новых средств защиты растений.

*Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 16-16-00085.*

### Список литературы

1. Yuzikhin O., Mitina G., Berestetskiy A. // J. Agric. Food Chem. 2007. Vol. 55. P. 7707–7711.
2. Evidente A., Cimmino A., Berestetskiy A., Mitina G., Andolfi A., Motta A. // J. Nat. Prod. 2008. Vol. 71. P. 31–34.
3. Rivero-Cruz J.F., Garcia-Aguirre G., Cerda-Garcia-Rojas C.M., Mat R. // Tetrahedron. 2000. Vol. 56. P. 5337–5344.
4. Maram L., Parigi R.R., Das B. // Tetrahedron. 2016. Vol. 72. P. 7135–7142.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА *ARTEMISIA JACUTICA* DROB. ФЛОРЫ БУРЯТИИ

Дыленова Е.П.<sup>1</sup>, Рандалова Т.Э.<sup>2</sup>, Жигжитжапова С.В.<sup>1</sup>, Раднаева Л.Д.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Байкальский институт природопользования СО РАН  
670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6; e-mail: info@binm.ru

<sup>2</sup>Бурятский государственный университет им. Доржи Банзарова  
670000, г. Улан-Удэ, ул. Смолина, 24а

Полынь якутская (*Artemisia jacutica* Drob.) – это травянистое одно- или двулетнее растение семейства *Asteraceae*, являющееся эндемиком Средней и Восточной Сибири [1]. *A. jacutica* относится к проазуленсодержащим видам флоры Сибири. При сравнительном анализе компонентного состава эфирных масел растений подсемейства *Absinthium* (*A. sieversiana*, *A. jacutica* и *A. macropcephala*) учеными выявлено, что наибольшее количество хамазулена содержится в надземной части *A. jacutica* (53.6%), что представляет ценность для медицины [2]. Известно о содержании комплекса БАВ в полыни якутской: эфирных масел, сесквитерпеновых лактонов, фенолкарбоновых кислот, флавоноидов и др. [3]. Однако нет опубликованных данных по изучению липидов *A. jacutica*, поэтому цель данного исследования – изучение жирнокислотного состава *A. jacutica*. На территории Республики Бурятия полынь якутская произрастает лишь в Еравнинском районе (окрестности с. Ширинга). Материалом для исследования служила надземная часть, собранная в фазу цветения в 2017–2018 гг. Липидную фракцию получали экстракцией модифицированным методом Блайя-Дайера [4] с последующим их кислотным метанолизом. Выход суммарных липидов составил для образца 2017 г. сбора – 6.4%, 2018 г. – 4.7% (в пересчете на в.с.с.) Состав липидной фракции исследовали методом ГХ-МС на газовом хроматографе «Agilent Packard HP 6890 N». Липидная фракция образцов полыни якутской представлена 24 жирными кислотами: 20 насыщенных жирных кислот (НЖК), наибольшее содержание которых приходится на пальмитиновую (20.63–21.77%) и 4 ненасыщенных (ННЖК), среди которых мажорными являются линолевая (9.72–10.61%) и линоленовая (19.80–19.83%) кислоты. При сравнении образцов 2017 г. и 2018 г. наблюдается схожий состав среди НЖК и ННЖК, только в образце 2018 г. в составе НЖК также идентифицированы 2-гидроксилignoцериновая, церотиновая и монтановая кислоты. Доля НЖК (68.12–68.13%) в обоих образцах вдвое больше, чем ННЖК (31.06–32.07%). Таким образом, полынь якутская является перспективным источником ненасыщенных жирных кислот.

*Работа выполнена в рамках программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук и гранта ФГБОУ ВО БГУ им. Доржи Банзарова.*

### Список литературы

1. Флора Сибири. Т. 13: *Asteraceae* (Compositae) / Под ред. Красноборова И.М., Ломоносова М.Н., Тупицына Н.Н. и др.: в 14-ти т. Новосибирск: Наука, 1997. 472 с.
2. Ханина М.А. Полыни Сибири и Дальнего Востока (Фармакогностическое исследование и перспективы использования в медицине): Автореф. дис. ... д.фарм.н. Томск, 1999.
3. Zhigzhitzhapova S.V., Randalova T.E., Radnaeva L.D., Anenkhodov O.A., Long C.S., Qingbo G., Qi Z.F. Comparative studies on composition of essential oil in three wormwoods (*Artemisia* L.) from Buryatia and Mongolia // J. Essent. Oil Beari. Pl. 2015. Vol. 18(3). P. 637–641.
4. Кейтс М. Техника липидологии. Выделение, анализ и идентификация липидов. М.: Мир, 1975. 305 с.

**ПЕРСПЕКТИВЫ ПЕРЕРАБОТКИ ТАЛЛОВЫХ ПРОДУКТОВ****Евдокимов А.Н.<sup>1</sup>, Курзин А.В.<sup>1</sup>, Либин Ф.И.<sup>2</sup>**<sup>1</sup>*Санкт-Петербургский государственный университет  
промышленных технологий и дизайна**198095, г. Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, 4; e-mail: eanchem@mail.ru*<sup>2</sup>*АО «Кратон Кемикал»**197342, г. Санкт-Петербург, ул. Торжковская, 5; e-mail: philipp.libin@kraton.com*

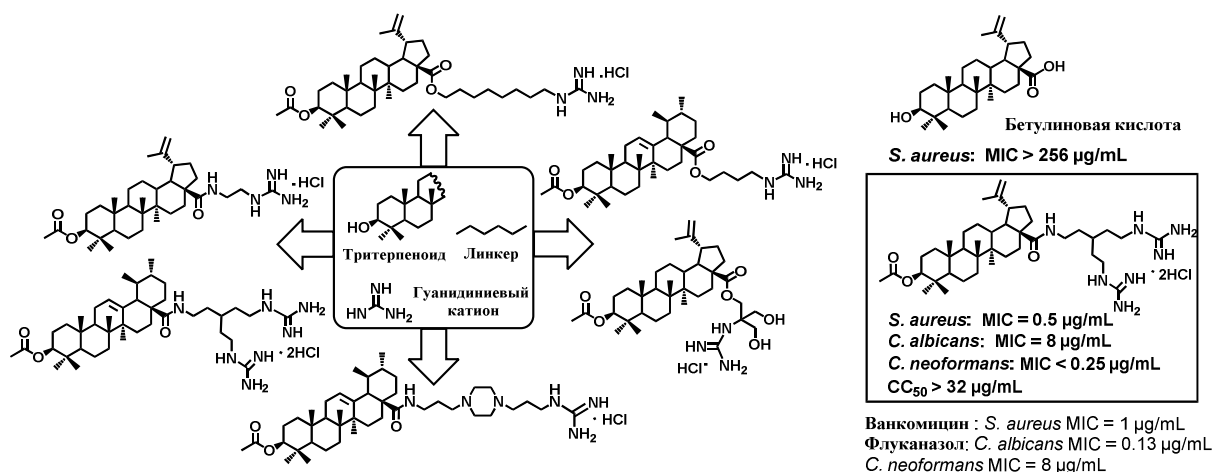
Одним из побочных продуктов сульфатцеллюлозного производства является талловое масло, выпуск которого достигает 2 млн т/год. Дистилляцией и ректификацией таллового масла получают несколько фракций, основными из которых являются жирные кислоты, канифоль и пек. Регулярно сообщается о новых направлениях химической модификации талловых продуктов, но в промышленном масштабе они не внедряются. Жирные кислоты таллового масла (ЖКТМ) сходны по химическому составу с кислотами растительных масел, прежде всего, с соевым. Отметим, что современные технологии ректификации, например, у мирового лидера в переработке таллового масла – компании Кратон, позволяют получать ЖКТМ с цветом 1 по шкале Гарднера. Главными направлениями использования ЖКТМ в настоящее время остаются: производство алкидных лаков, добавок к топливу, флотационных агентов и компонентов буровых растворов. С начала 2000-х г. наблюдается рост производства биодизельного топлива, в том числе на основе эфиров ЖКТМ, получаемых этерификацией либо самих кислот, либо таллового масла с последующей отгонкой эфиров. Преимуществом ЖКТМ по сравнению с растительными маслами является их неиспользование в пищевых целях, наличие большего количества кислот с двумя и тремя двойными связями, стабильность состава, а главным недостатком – наличие «сернистого» запаха, которого лишен их главный конкурент – олеиновая кислота. Перспективным направлением промышленной переработки ЖКТМ можно считать разработку методов их рефайнинга: снижения содержания общей серы до 0–5 ppm, примесей смоляных кислот, стильбенов, альдегидов и других нейтральных веществ. В связи с ростом производства биодизельного топлива на основе ЖКТМ непосредственно из таллового масла, на рынке канифоли наблюдается рост предложения талловой канифоли (ТК), поэтому поиск новых направлений ее использования является актуальной задачей. ТК близка по составу к живичной и может использоваться почти во всех областях применения последней. Это, прежде всего, синтез глицериновых эфиров и солей, в т.ч. на основе гидрированной и диспропорционированной канифоли. Как и в случае с ЖКТМ, компания Кратон производит высококачественную (по цветности, кислотному числу и температуре размягчения) ТК и продукты на ее основе. Для некоторых областей применения имеются ограничения использования ТК в связи с повышенным содержанием абиетиновой кислоты (и других кислот с сопряженными двойными связями) и присутствием сернистых соединений, которые, как известно, являются ядами катализаторов гидрирования и диспропорционирования, а также придают «сернистый» запах ТК и эфирам на ее основе. Поэтому удаление сернистых соединений и изомеризация кислот абиетинового ряда приведет к полноценной замене живичной канифоли на талловую. Что касается таллового пека, то он имеет два направления использования – в качестве топлива и источника растительных стеринов. Ожидать появления новых крупнотоннажных направлений применения пека, на наш взгляд, в ближайшее время не приходится.

## ДИЗАЙН И СИНТЕЗ ГУАНИДИНИЕВЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ТРИТЕРПЕНОИДОВ В КАЧЕСТВЕ НОВЫХ АНТИМИКРОБНЫХ АГЕНТОВ

**Евстифеева Р.А.<sup>1</sup>, Спивак А.Ю.<sup>2</sup>, Прочухан Ю.А.<sup>1</sup>,  
Недопёкина Д.А.<sup>2</sup>, Халитова Р.Р.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Башкирский государственный университет  
450076, г. Уфа, ул. Заки Валиди, 32; e-mail: chemistry@bsunet.ru  
<sup>2</sup>Институт нефтехимии и катализа, Уфимский ФИЦ РАН  
450075, г. Уфа, просп. Октября, 141; e-mail: ink@anrb.ru

Синтезирована библиотека новых катионных производных бетулиновой и урсоловой кислот, содержащих в своей структуре гуанидиниевые группы (рисунок). Ацетаты, полученные из бетулиновой и олеаноловой кислот с использованием ацетил хлорида в ТГФ, трансформировали в С-28 амидные производные через малоустойчивые хлорангидриды. В реакции были вовлечены 1,2-диаминоэтан, 1,4-диаминобутан, 1,8-диаминооктан, трис(2-аминоэтил)амин, трис(гидрокси)метиламинометан и *N*-трет-бутилоксикарбонил-1,4-бис(3-аминопропил)пиперазин. Гуанилирование полученных аминов осуществлялось с использованием гуанидинийпиразола в ДМФА.



Полученные нами С-28 гуанидиниевые производные тритерпеноидов были испытаны в университете Квинсленда (Австралия) на культурах грамположительных и грамотрицательных бактерий (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa*), а также на двух грибах (*Candida albicans* и *Cryptococcus neoformans*). Все полученные гуанидиниевые производные продемонстрировали очень высокую антибактериальную и антифунгальную активности, в то время как исходные соединения (бетулиновая, урсоловая кислоты и амины) не активны. Так, соединение-лидер, производное бетулиновой кислоты, содержащее в своей структуре две гуанидиниевые группы, проявило высокую антимикробную активность против бактерий *Staphylococcus aureus* (MIC = 0,5 µg/mL), а также высокую антифунгальную активность в отношении культур грибов *Candida albicans* (MIC = 8 µg/mL) и *Cryptococcus neoformans* (MIC < 0,25 µg/mL). Это соединение было в два раза активней используемого антибиотика Ванкомицин и в 30 раз активней известного антифунгального средства Флуконазол (*C. Neoformans*), а в отношении линии здоровых клеток почки человека НЕК293 (CC<sub>50</sub> > 32 µg/mL) не токсично.

## ВЛИЯНИЕ ЭКСТРАГЕНТА НА СТЕПЕНЬ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ПОЛИФЕНОЛОВ ИЗ РАЗНЫХ ВИДОВ БУРЫХ ВОДОРОСЛЕЙ

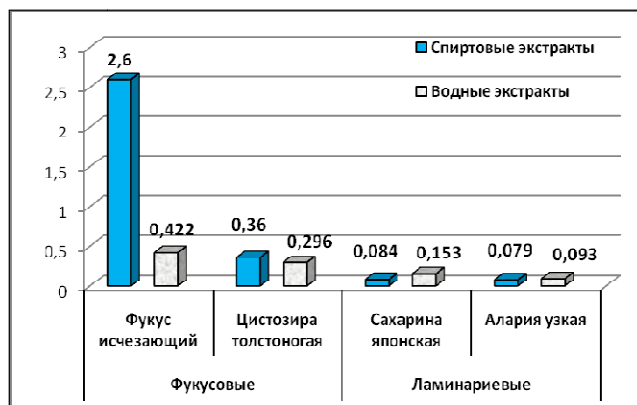
**Епур Н.В., Вишневская Т.И., Аминина Н.М.**

Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО») 690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4; e-mail: tinro@tinro-center.ru

Фенольные соединения представляют собой обширную группу веществ разного состава и структуры, и степень их извлечения зависит от используемого растворителя и условий экстракции. Традиционно в качестве экстрагентов применяют такие полярные растворители, как этанол, метанол, ацетон, при этом их смеси с водой в различных соотношениях часто дают лучший эффект [1]. Для некоторых видов бурых водорослей применяют способ экстракции полифенолов водой [2].

Цель работы – изучение влияния двух наиболее часто используемых в пищевой промышленности экстрагентов на выход суммы полифенолов (ПФ) из бурых водорослей, принадлежащих к двум порядкам (*Fucales* и *Laminariales*). Экстракцию суммы ПФ проводили 70%-ным раствором этанола и дистиллированной водой при комнатной температуре.

Установлено, что из фукусовых водорослей в раствор переходит значительно больше ПФ, чем из ламинариевых водорослей. В обоих случаях ряд содержания полифенолов в экстрактах исследованных водорослей имел следующую последовательность: *F. evanescens* > *C. crassipes* > *S. japonica* > *A. angusta* (рисунок).



Общее содержание полифенолов в этанольных и водных экстрактах из бурых водорослей.

Использование разных экстрагентов для фукусовых и ламинариевых водорослей влияет на выход суммы ПФ. В этанольных экстрактах *F. evanescens* и *C. crassipes* количество ПФ было в 6 и 1.8 раз больше, чем в водных соответственно. При этом в водных экстрактах *S. japonica* и *A. angusta* ПФ в 1.8 и 1.1 раз больше, по сравнению с этанольными.

Следовательно, степень извлечения суммы полифенолов из разных видов бурых водорослей зависит от используемого экстрагента. Предполагается, что для фукусовых водорослей эффективность экстракции полифенолов увеличивается при применении раствора этанола, а для ламинариевых водорослей можно использовать в качестве растворителя воду.

**Список литературы**

1. Wang T., Jónsdóttir R., Liu H., Gu L., Kristinsson H.G., Raghavan S., Olafsdóttir G. Antioxidant capacities of phlorotannins extracted from the brown algae *Fucus vesiculosus* // Agric. Food Chem. 2012. Vol. 60. P. 5874–5883.
2. Machu L., Misurcova L., Ambrozova J.V., Orsavova J., Mlcek J., Sochor J., Jurikova T. Phenolic content and antioxidant capacity in algal food products // Molecules. 2015. Vol. 20. P. 1118–1133.

## **ARCTIUM LEIOSPERMUM: УГЛЕВОДНЫЙ СОСТАВ КОРНЕЙ И ИХ ПРЕБИОТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ**

**Жауынбаева К.С., Исламова Ж.И., Рахманбердыева Р.К., Сыров В.Н.**

*Институт химии растительных веществ им. ак. С.Ю. Юнусова АН РУз  
Республика Узбекистан, 100170, г. Ташкент, ул. М. Улугбека 77;  
e-mail: kzhauynbaeva@inbox.ru*

В настоящее время большое внимание уделяется изучению биологически активных веществ, извлекаемых из лекарственных растений. Одним из таких растений, интересным с точки зрения химического и фармакологического исследования, являются корни *Arctium Leiospermum* (сем. *Asteraceae*) [1, 2]. Известно, что корни лопуха содержат до 45% полисахарида инулина и другие биологически активные соединения.

Цель исследования – изучение углеводного состава корней лопуха, произрастающего в Республике Узбекистан.

Спиртовой экстракцией были выделены фруктоолигосахариды (ФОС) с выходом 20%, содержание инулина составило 44% и пектиновых веществ – 9.2% [3].

Хроматографическим методом установлено, что ФОС состоят из ди-, три-, тетра- и пентафруктоолигосахаридов. Инулин со структурой  $\beta\text{-D-Fruf } 2 \rightarrow [1\text{-}\beta\text{-D-Fruf } 2]_n \rightarrow 1\alpha\text{-D-Glcp}$  имеет ММ 4000–6500 Да. В ИК-спектре инулина обнаружены полосы поглощения в области 815, 880  $\text{см}^{-1}$ , характерные для 2,1- $\beta$  связи фруктофуранозных единиц, область поглощения 945  $\text{см}^{-1}$  охватывает вибрацию фуранозного кольца в инулине [4].

Пектиновые вещества (ПВ) представляют собой аморфный порошок с кремовым оттенком,  $\eta_{\text{отн}} = 3.5$  (с 1%  $\text{H}_2\text{O}$ ) и ММ 14400 Да. Моносахаридный состав представлен арабинозой, глюкозой, галактозой и уроновыми кислотами.

Содержание уроновых кислот, определенное карбазольным методом, составляет 75%. Количественное определение карбоксильных групп ПВ показывает: содержание свободных карбоксильных групп составляет 1.8%, этерифицированных – 11.25%, степень этерификации при этом – 86.2%. Следовательно, ПВ *A. Leiospermum* относятся к высокоэтерифицированным пектинам.

В системе опытов *in vitro* было изучено пребиотическое действие фруктоолигосахаридов, извлеченных из корней *Arctium leiospermum*. Они оказывали стимулирующее влияние на рост и развитие микроорганизмов при добавлении к комбинированным пробиотическим препаратам, а также к отдельным штаммам пробиотических культур. По выявленной пребиотической активности фруктоолигосахариды достоверно увеличивали число лактобацилл ( $9.84 \pm 0.22$ ).

Таким образом, из корней *Arctium Leiospermum* выделены фруктоолигосахариды, инулин и высокоэтерифицированные пектиновые вещества. Выявлено, что ФОС обладают выраженной пребиотической активностью и могут рассматриваться как потенциальные пребиотические средства.

### **Список литературы**

1. Флора Узбекистана / Ред. Введенский А.И. Ташкент: Изд-во АН УзССР, 1962. Т. 6. С. 228.
2. Рахимов Д.А., Жауынбаева К.С., Межлумян Л.Г., Сыров В.Н., Хушбактова З.А., Салихов С.А., Мавлянова Р.Ф. // Химия природ. соедин. 2011. № 4. С. 449.
3. Жауынбаева К.С., Рахимов Д.А., Межлумян Л.Г., Салихов С.А. // Химия природ. соедин. 2014. № 2. С. 301.
4. Турдумамбетов К., Бакиров Г.А., Рахимов Д.А. // Химия природ. соедин. 2004. № 3. С. 181.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛИИНОВ МЕТОДОМ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ С МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИМ ДЕТЕКТИРОВАНИЕМ

**Жестовская Е.С.<sup>1</sup>, Таранченко В.Ф.<sup>1</sup>, Василевский С.В.<sup>1</sup>, Аксенов А.В.<sup>1</sup>,  
Родин И.А.<sup>2</sup>, Шпигун О.А.<sup>2</sup>, Ставрианиди А.Н.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное унитарное предприятие «Научный центр «Сигнал»»  
107014, г. Москва, ул. Большая Оленья, 8; e-mail: Zhestovskaya@ gmail.com

<sup>2</sup>Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,  
химический факультет

119991, г. Москва, Ленинские горы, 1, стр. 3

Алифатические C17-полиацетилены (полиины) – вещества, характерные для многих растений семейства Аралиевые (*Araliaceae*) и обладающие выраженной цитостатической активностью в отношении целого ряда линий опухолевых клеток [1–3]. Кроме того, они проявляют противотуберкулезное, противовоспалительное, противовирусное, иммуностимулирующее и другие свойства [4, 5]. В связи с этим все большее внимание фармацевтической науки и промышленности уделяется этому классу соединений. Как следствие, возникает необходимость разработки селективных и чувствительных способов их определения в рамках контроля качества лекарственного растительного сырья (ЛРС) и биологически активных добавок (БАД).

Цель работы – разработка способа определения соединений из класса полиинов (фалькаринола, фалькариндиола, оплопандиола, ацетата фалькариндиола, ацетата оплопандиола, оплопантриола А, оплопантриола В) в ЛРС и БАД. Исследование проводили на экстрактах заманихи высокой (*Oplopanax elatus*) и заманихи ошестиненной (*Oplopanax horridus*).

Образцы разделяли на высокоэффективном жидкостном хроматографе Ultimate 3000 («Thermo Scientific», США) в режиме градиентного элюирования на колонке Agilent C18, длиной 150 мм, внутренним диаметром 3 мм, размером зерна сорбента 5 мкм («Agilent Technologies»), с использованием в качестве подвижной фазы 0.1% раствора муравьиной кислоты в воде и метанола.

Детектирование целевых соединений осуществляли на гибридном масс-спектрометре с орбитальной ионной ловушкой высокого разрешения Q-Exactive («Thermo Scientific») с химической ионизацией в режиме мониторинга выбранных реакций (MRM). Масс-спектры второго порядка получали высокоэнергетической диссоциацией соударением (HCD).

В результате проведенных исследований были подобраны условия хроматографического разделения, оптимизированы параметры масс-спектрометрического детектирования в режиме MRM. Предел обнаружения в режиме регистрации выбранных ионных переходов – 0.01 мкг/мл. Диапазон линейности градуировочной зависимости стандартных растворов составил 0.05–50 мкг/мл.

Полученные данные могут быть использованы при проведении анализа растительного сырья и препаратов на его основе с целью идентификации и количественного определения фалькаринола, фалькариндиола, оплопандиола, ацетата фалькариндиола, ацетата оплопандиола, оплопантриола А и оплопантриола В.

### Список литературы

1. Kobaek-Larsen M., El-Houri R.B., Christensen L.P., Al-Najami I., Frette X., Baatrup G. Dietary polyacetylenes, falcarinol and falcarindiol, isolated from carrots prevents the



- formation of neoplastic lesions in the colon of azoxymethane-induced rats // *Food Funct.* 2017. Vol. 8. P. 964–974.
2. Qiao X., Sun W., Wang C., Zhang L., Li P., Wen X., Yang J., Yuan C. Polyene-enriched extract from *Oplopanax elatus* significantly ameliorates the progression of colon carcinogenesis in *Apc<sup>Min/+</sup>* mice // *Molecules.* 2017. Vol. 22. 1593.
  3. Tai J., Cheung S.S.C., Ou D., Warnock G.L., Hasman D. Antiproliferation activity of Devil's club (*Oplopanax horridus*) and anticancer agents on human pancreatic cancer multicellular spheroids // *Phytomedicine.* 2014. Vol. 21. P. 506–514.
  4. Negri R. Polyacetylenes from terrestrial plants and fungi: recent phytochemical and biological advances // *Fitoterapia.* 2015. Vol. 106. P. 92–109.
  5. Насухова А.М., Коновалов Д.А. Природные полиацетиленовые соединения. Обзор начального этапа исследований // *Фармация и фармакология.* 2014. № 1. С. 12–17.

**ДИНАМИКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ФРАКЦИЙ ВОДОРАСТВОРИМЫХ  
И ОБЩИХ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ТАЛЛОМАХ ЛИШАЙНИКА  
*HYPOGYMNA PHYSODES* И *CLADONIA STELLARIS*  
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ХРАНЕНИЯ**

**Жильцов Д.В., Бойцова Т.А., Бровко О.С., Паламарчук И.А.**

<sup>1</sup>*ФИЦ комплексного изучения Арктики им. ак. Н.П. Лаверова РАН  
163000, г. Архангельск, наб. Северной Двины, 23; e-mail: dirnauka@fciarctic.ru*

Воздействие на растения стрессовых абиотических факторов, таких как ветер, засуха, низкие температуры, вызывают усиление синтеза фенольных соединений (ФС). Известно, что накопление ФС является механизмом защиты от окислительных процессов, воздействующих на фотосинтетический аппарат растений в неблагоприятных условиях [1].

Цель работы – изучение динамики накопления фракций водорастворимых и общих фенольных соединений в талломах эпигейного лишайника *Cladonia stellaris* и эпифитного *Hypogymnia physodes* при различных температурных режимах хранения.

Объектами исследований послужили талломы лишайника *C. Stellaris*, произрастающие в сосняке-брусничнике, и лишайника *H. Physodes*, эпифитом которого являлась сосна в том же типе леса. Талломы лишайников были собраны в конце вегетационного периода (октябрь) вблизи р. Шоча Приморского района Архангельской области. Усредненный образец лишайниковых талломов очищали от сора и земли. ФС извлекали из целых талломов лишайников, используя дистиллированную воду и ацетон в качестве экстрагентов [1]. Динамику содержания различных фракций фенолов в талломе лишайника изучали при разных температурных режимах: в нормальных условиях (+24°C) и при хранении, моделирующем низкотемпературный стресс (+5°C и –15°C), измеряя количественно содержание общих ФС и водорастворимых фенолов в течение полугода.

При низких температурах (+5°C и –15°C) наблюдается увеличение содержания общих ФС в 2 и 2.3 раза соответственно, по сравнению с исходным значением (8.88 мг/г) для лишайника *H. physodes*. Такая же картина наблюдается и для лишайника *C. Stellaris*. Однако разница между исходным значением (1.69 мг/г) содержания в талломе и количеством ФС при хранении в экстремальных условиях больше в 4 раза при +5°C и 4.6 раз при –15°C. Фракция водорастворимых ФС не имела отклика на понижение температуры хранения.

В условиях низкотемпературного стресса происходит усиление свободно-радикального окисления, при этом роль ФС заключается в инактивации свободных радикалов.

*Работа выполнена в рамках ФНИ 2018–2020 г. «Физико-химические, генетические и морфологические основы адаптации растительных объектов в условиях изменяющегося климата высоких широт» № гос. регистрации АААА-А18-118012390231-9 с использованием ЦКП КТ РФ-Арктика (ФИЦКИА РАН).*

**Список литературы**

1. Паламарчук И.А., Бровко О.С., Беляев В.В., Боголицын К.Г., Бойцова Т.А., Жильцов Д.В., Слобода А.А., Вальчук Н.А. Влияние геоэкологических факторов среды на биохимические показатели лишайников на территории Вельско-Устьянского тектонического узла (Архангельская область) // Химия растительного сырья. 2018. № 4. С. 215–224.

## ИССЛЕДОВАНИЯ РОСТСТИМУЛИРУЮЩИХ СВОЙСТВ ЦИКЛОАРТАНОВОГО ГЛИКОЗИДА РАСТЕНИЯ *ASTRAGALUS KUHITANGI*

Закирова Р.П., Исаев И.М., Агзамова М.А.

*Институт химии растительных веществ им. ак. С.Ю. Юнусова АН РУз  
Республика Узбекистан, 100170, г. Ташкент, ул. М. Улугбека, 77;  
e-mail: ranozakirova@mail.ru*

Известно, что вторичные соединения играют огромную роль в жизнедеятельности растений, в том числе в регулировании физиологических и биохимических процессов, лежащих в основе их роста и развития. В растениях рода *Astragalus* семейства *Fabaceae* впервые были обнаружены циклоартановые гликозиды. Разнообразный спектр физиологической активности веществ открывает большие перспективы для их практического использования в качестве лекарственных средств.

Цель работы – изучение ростстимулирующих свойств тритерпенового гликозида – циклосиверсиозида F.

Вещество было выделено из корней *Astragalus kuhitangi* (Nevski) Sirj, собранных в фазу цветения (2012 г.) близ р. Тупаланг Республики Узбекистан. Структурная формула тритерпенового гликозида представляет собой 3-О-β-D-ксилопиранозид, 6-О-β-D-глюкопиранозид-20R,24S-эпоксициклоартан-3β,6α,16β,25-тетраол [1].

Для изучения ростстимулирующей активности циклосиверсиозида F использованы семена хлопчатника (сорт «Наманган 77»), дыни (сорт «Ширинтой») и пшеницы (сорт «Татьяна»). Обработка семян веществом в концентрациях  $1 \times 10^{-5}\%$  и  $1 \times 10^{-6}\%$  (замачивание в течение 18 ч) повышала их всхожесть и активизировала рост надземных и корневых частей проростков. В результате проведения ряда биотестов для циклосиверсиозида F выявлена ауксиноподобная активность. При обработке гликозидом в  $1 \times 10^{-5}\%$  концентрации побегов хлопчатника с удаленной корневой системой, у 80% черенков на 14 день были сформированы корни, тогда как в контрольном варианте (без обработки) – всего у 50% [2]. Количество корней на один побег у опытных черенков достигало 2 шт., их средняя длина составляла 1.81 см, в контроле – 0.5 шт., длина не превышала 0.7 см.

Таким образом, исследования показали, что циклосиверсиозид F в концентрации  $1 \times 10^{-5}\%$  проявляет свойства стимулятора роста. Под его воздействием наблюдается улучшение посевных качеств семян, отмечается интенсификация ранних ростовых процессов. Особенность ростстимулирующей активности гликозида заключается в проявлении эффекта, характерного для ауксина – индукция корнеобразования у черенков.

*Работа выполнена при финансовой поддержке программы научных исследований АН РУз (грант ВА-ФА-Ф7-009 «Исследования вторичных метаболитов растений Узбекистана: химическая структура, активность и разработка клеточных технологий»).*

### Список литературы

1. Агзамова М.А., Исаев М.И., Мальцев И.И., Горовиц М.Б., Абубакиров Н.К. Тритерпеновые гликозиды *Astragalus* и их генины. XXIX. Циклоартаны *Astragalus kuhitangi* // Химия природ. соедин. 1988. № 6. С. 882–883.
2. Лев С.В., Умаров А.А., Турецкая Р.Х. Органы хлопчатника как биологические тесты для определения ауксинов // Физиология растений. 1981. Т. 28(5). С. 818–824.

## ИССЛЕДОВАНИЯ ИНСЕКТИЦИДНОЙ АКТИВНОСТИ ЭКСТРАКТОВ РЯДА РАСТЕНИЙ ФЛОРЫ УЗБЕКИСТАНА ПРОТИВ ЛИЧИНОК *TUTA ABSOLUTA* MEYRICK

Закирова Р.П., Мамарозиков У.Б., Хидырова Н.К., Ураков Б.А.

Институт химии растительных веществ им. ак. С.Ю. Юнусова АН РУз  
Республика Узбекистан, 100170, г. Ташкент, ул. М. Улугбека, 77;  
e-mail: nhidirova@yandex.ru

Томатная минирующая моль *Tuta absoluta* Meugick является опасным вредителем пасленовых культур. Насекомое, естественным ареалом которого являлись страны Южной Америки, получило широкое распространение в странах Европы. В настоящее время минирующая моль зарегистрирована в странах ближнего зарубежья, в том числе и в Узбекистане [1]. Данный вид стал основным вредителем томатов, вызывая огромные потери урожая.

Цель исследования – оценка токсического действия растительных экстрактов растений видов *Picea abies* сем. *Pinaceae*, *Conium maculatum* сем. *Apiaceae*, *Crambe abyssinica* сем. *Brassicaceae* по отношению к *Tuta absoluta* М.

Экстракцию растительных материалов: *Picea abies*, *Conium maculatum*, *Crambe abyssinica* проводили этиловым спиртом, трехкратно, при гидромодуле 1:10 методом настаивания. Спиртовые вытяжки объединяли, растворитель отгоняли на ротаторном испарителе до сухого остатка. Выходы растительных экстрактов составляли 14.7%, 5.34%, 6.7% от воздушно сухой массы.

Испытания осуществлялись в тепличном хозяйстве Ташкентской области Республики Узбекистан. Растения однократно обрабатывали экстрактами в 1% концентрации, учет проводили на третий и седьмой день после опрыскивания. Биологическую эффективность экстрактов определяли по формуле Аббота [2].

По результатам учета экстракт растения *Picea abies* не проявил активности по отношению к личинкам томатной моли. В варианте с использованием экстракта *Conium maculatum* смертность насекомых была очень низкой и составляла на третий день 9%, на седьмой – 11%. Максимальная биологическая эффективность отмечена при опрыскивании раствором экстракта растения *Crambe abyssinica*. На третий день смертность составляла 37%, на седьмой день – 43%, что уступало эталонному препарату Бензоат Супер на 34 и 32% соответственно.

Таким образом, выявлено, что наибольшей инсектицидной активностью обладает экстракт растения *Crambe abyssinica*.

### Список литературы

1. Жармухамедова Г.А., Шляхтич В.А. Томатная моль – опасный вредитель закрытого грунта Казахстана // Защита и карантин растений. 2017. № 4. С. 36–38.
2. Abbot W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide // J. Econ. Entomol. 1925. Vol. 18. No. 2. P. 265–267.

## СИНТЕЗ *IN SITU* НАНОЧАСТИЦ МЕДИ И ЕЕ ОКСИДОВ НА УГЛЕРОДНОЙ МАТРИЦЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ВОЛОКОН

**Захаров А.Г., Прусов А.Н., Прусова С.М.**

*Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН  
153045, г. Иваново, ул. Академическая, 1; e-mail: anp@isc-ras.ru*

Пористые углеродные материалы, модифицированные наноразмерными частицами меди и ее оксидами, представляют большой интерес для использования в качестве эффективных сорбентов и катализаторов во многих реакциях.

Пористость углеродных композитов, размер содержащихся в них частиц меди и ее оксидов варьировали простым двухступенчатым способом. Он включает пропитку целлюлозной матрицы солями меди в жидких средах и пиролиз полимерной матрицы в инертной среде при 500–1000°C. Использование целлюлозной матрицы обуславливает гомогенную и равномерную пропитку растворами солей металлов, а также равномерное распределение наночастиц меди, ее оксидов, образующихся в углеродной матрице. При этом углеродная матрица является эффективным восстановителем оксидов металлов.

Методами ИК-спектроскопии, рентгенографии, электронной микроскопии, термогравиметрического анализа и низкотемпературной адсорбции азота исследованы полученные углеродные композиты.

Установлена зависимость морфологии углеродной матрицы и частиц меди, ее оксидов от температуры пиролиза и изменения состава пропитывающей среды. В результате пропитки целлюлозной матрицы водно-органическими средами, содержащими щелочь, и ее пиролиза получены углеродные нанокompозиты, содержащие наночастицы оксидов меди. Средний диаметр частиц оксидов меди изменяется в пределах ~80–600 нм. Углеродные композиты, полученные с использованием в качестве пропитывающей среды 18%-ного раствора щелочи содержат агрегаты частиц CuO с размером 700–800 нм и углерод C8 (Supercubane).

При пропитке целлюлозной матрицы водными и водно-органическими средами, содержащими соли меди, получены углеродные нанокompозиты Cu<sup>0</sup>, CuO, Cu<sub>2</sub>O или их смесей. С повышением температуры пиролиза от 500 до 1000°C средний размер кристаллитов меди и ее оксидов уменьшается от 22–28 до 17–19 нм, удельная площадь поверхности БЭТ растет от 2.7 до 855 м<sup>2</sup>/г, средний диаметр пор углеродного композита снижается с 6.22 до 2.24 нм.

При использовании водных или водно-органических пропитывающих сред с низкой концентрацией соли меди в углеродной матрице формируются наночастицы Cu<sub>2</sub>O, CuO, Cu<sup>0</sup> с размером 10–30 нм.

*Исследование поддержано Российским научным фондом в рамках гранта РФФ № 17-13-01240.*

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЛИПОФИЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ОХВОЕННЫХ ВЕТВЕЙ СОСНЫ МАССОНА И СОСНЫ ТАЙВАНЬСКОЙ

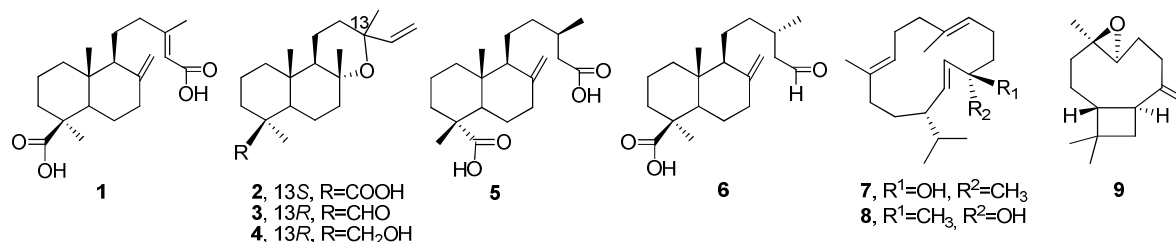
**Захарова С.С.<sup>1,2</sup>, Шпатов А.В.<sup>1</sup>, Чжэнь Гуань-яо<sup>3</sup>, Попов С.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова СО РАН  
630090, г. Новосибирск, просп. ак. Лаврентьева, 9; e-mail: Sofya.zaharova.1996@mail.ru

<sup>2</sup>Новосибирский национальный исследовательский государственный университет  
630090, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 1

<sup>3</sup>Институт лесохимической промышленности Китайской академии лесного хозяйства  
Китайская Народная Республика, 210042, г. Нанкин, ул. Суоцзин Вукун, 16

Одними из доминирующих лесобразующих видов в Восточной Азии (в материковом Китае и на о. Тайвань) являются двухвойные сосны – сосна Массона (*Pinus massoniana* Lamb.) и сосна тайваньская (*Pinus taiwanensis* Hayata). Различные части растений этих видов используются как для технических целей, так и в традиционной медицине для лечения различных заболеваний. Несмотря на давнее практическое применение обеих сосен человеком к настоящему времени подробно исследованы только составы эфирных масел из хвои и ветвей деревьев и составы их живиц. Остальные части этих сосен пока остаются химически недостаточно изученными.



Методом ГЖХ-МС нами исследованы составы гексановых экстрактов хвои и обесхвоенных ветвей сосен Массона и тайваньской, полученных при разделении их охвоенных ветвей. Экстрактивные вещества данных растений представлены преимущественно сескви-, дитерпеноидами, стеринами, жирными кислотами и спиртами, а также жирами и восками. Несмотря на близкое ботаническое родство сосен двух видов состав липофильных экстрактивных веществ в их хвое и обесхвоенных ветвях существенно различался. В хвое сосны Массона доминировали лабданоиды – агатовая (1) и 13-эпи-маноилоксовая (2) кислоты, маноилоксид-18-аль (3) и 18-гидроксиманоилоксид (4); тогда как в хвое сосны тайваньской преобладали другие лабданоиды – 13-эпи-пинифоловая (5) и имбрикаталовая (6) кислоты, а также пальмитиновая кислота. Обесхвоенные ветви сосны тайваньской содержали большие количества цембрановых дитерпеноидов – изоцемброла (7) и 4-эпи-изоцемброла (8), в то время как таковые сосны Массона были богаче сесквитерпеноидом кариофиллен-α-оксидом (9) и вовсе не содержали цембраноидов. Цембрановые соединения считаются хемотаксономическими маркерами пятихвойных сосен, их биосинтез сосной тайваньской является необычным, хотя и не уникальным фактом среди двухвойных сосен. Хвоя сосны Массона может служить источником дитерпеновых агатовой (1) и 13-эпи-маноилоксовой (2) кислот.

Работа выполнена при финансовой поддержке комплексной программы фундаментальных научных исследований СО РАН П.1 (проект 0302-2018-0008).

## ИЗМЕНЕНИЕ СОСТАВА ВТОРИЧНЫХ МЕТАБОЛИТОВ ТОМАТА, КОЛОНИЗИРОВАННЫХ АССОЦИАТИВНЫМИ МИКРООРГАНИЗМАМИ

Захарченко Н.С.<sup>1</sup>, Пиголева С.В.<sup>1</sup>, Фурс О.В.<sup>1</sup>, Ариповский А.В.<sup>2</sup>,  
Дьяченко О.В.<sup>1</sup>, Бурьянов Я.И.<sup>1</sup>, Шевчук Т.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт биоорганической химии им. ак. М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН,  
Пуцинский филиал

142290, Московская обл., г. Пушкино, просп. Науки, 6; e-mail: zachar@bibch.ru

<sup>2</sup>Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии  
142279, Московская обл., пос. Оболенск

Ассоциативные микроорганизмы способны устанавливать с растениями прочную симбиотическую связь. Они оказывают стимулирующее влияние на рост и развитие растений за счет способности к азотфиксации, продуцированию физиологически активных веществ, включая и фитогормоны, мобилизации питательных элементов из почвы, подавлению роста фитопатогенов [1].

Цель работы – исследование состава некоторых вторичных метаболитов томата, колонизированных ассоциативными микроорганизмами. Для колонизации использовали штаммы метиловых бактерий *Methylovorus mays* ВКМ В-2221 [1] и псевдомонад *Pseudomonas fluorescens* 142 NF [2]. Исследование жирнокислотного состава семян растений показало повышенное содержание  $\alpha$ -линоленовой ненасыщенной жирной кислоты у колонизированных растений по сравнению с контрольными растениями. Так у растений, колонизированных *P. fluorescens* содержание  $\alpha$ -линоленовой кислоты, повышалось на 8.5%, у колонизированных *M. mays* на 5%. Известно, что  $\alpha$ -линоленовая кислота является промежуточным продуктом деградации липидов растений. Некоторые производные  $\alpha$ -линоленовой кислоты обладают свойствами гормонов, активаторов и ингибиторов различных процессов метаболизма, вследствие чего они могут стимулировать рост растений и оказывать влияние на морфогенез растений и улучшать процессы адаптации в клетках растений при стрессе [3]. Колонизированные растения отличались повышенной устойчивостью к биотическому стрессу, вызванному бактериальным фитопатогеном *Erwinia carotovora* и к абиотическому, вызванному гербицидом паракват. Полученные данные указывают, на то, что колонизация растений полезными ассоциативными микроорганизмами активирует антистрессовую защитную систему.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ № 19.08.00375, № 19.08.00299, № 18-08-00752.

### Список литературы

1. Доронина Н.В., Кудинова Л.В., Троценко Ю.А. *Methylovorus mays* – новый вид аэробных облигатных бактерий, ассоциированных с растениями // Микробиология. 2000. Т. 69. С. 712–716.
2. Власова Е.П. Салицилатгироксилаза *Pseudomonas fluorescens* 142 NF(pNF142): свойства и роль в гидроксировании феназинов: Дис. ...канд. биол. наук, МИТХТ. М., 2011.
3. Tarchevsky I.A. The regulatory role of the degradation of biopolymers and lipids // Russ. J. Plant Physiology. 1992. Vol. 39. P. 1215–1223.

## НЕОРГАНИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ В ЗЕЛЕНИ ХВОИ

Земнухова Л.А., Арефьева О.Д., Ковехова А.В., Полякова Н.В.

*Институт химии ДВО РАН*

*690022, г. Владивосток, просп. 100-летия Владивостока, 159; e-mail: laz@ich.dvo.ru*

Древесная зелень хвойных (*Coniferae*) привлекает внимание исследователей, прежде всего, как сырьё для получения компонентов лечебно-профилактических, ранозаживляющих и бактерицидных средств в медицине, дезодорирующих, ароматизирующих и санитарно-гигиенических добавок в парфюмерно-косметических продуктах. К настоящему времени накоплено много данных о химическом составе экстрактивных органических веществ зелени пихты [1]. Сведений же о неорганических компонентах, входящих в состав зелени хвой в зависимости от вида, в литературе мало, хотя известна их принадлежность к кремнефильным растениям.

Цель работы – определение состава и содержания неорганических компонентов в зелени хвой разных видов.

Объектом исследования были образцы зелени хвой семейства сосновых, *Pinaceae* Lindl., относящиеся к следующим родам и видам: I – ель корейская (*Picea koraiensis*); II – сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.); III – сосна кедровая корейская (*Pinus koraiensis*); IV – лиственница Гмелина или даурская (*Larix gmelinii*). Отбор хвой осуществлялся с нижней части кроны деревьев в летний период в Приморском крае. Видовую принадлежность определяли согласно работе [2]. Пробы хвой промывали водой и сушили до воздушно-сухого состояния при комнатной температуре, а затем получали золу по двум схемам: а) обжиг сырья при 350°C, б) предварительная обработка сырья 0.1 М раствором HCl в течение 1 ч при 90°C с последующим обжигом при 650°C.

Выход золы, полученной из сырья I–IV по схеме а, составил 3–6 %, по схеме б – 1.6–4.3% от массы исходного сырья в зависимости от вида растения. Элементный анализ образцов выполнен методом энергодисперсионного рентгенофлуоресцентного анализа (ЭД РФА); сведения о строении веществ, входящих в состав золы, получены методами ИК-спектроскопии и рентгенофазового анализа (РФА), а морфология образцов изучена с помощью сканирующей электронной микроскопии. Установлен фазовый состав образцов золы. Все образцы, кроме золы IVа,б, находятся в аморфно-кристаллическом состоянии. Основным веществом в золе IVб является диоксид кремния в аморфной фазе, его содержание составляет 83.7%. Концентрация SiO<sub>2</sub> в других образцах золы ниже и различна (%): 39.6 (Iб), 24.2 (IIб), 18.6 (IIIб). Содержание CaO в этих образцах золы изменяется так (%): 52.6 (Iб), 42.4 (IIб), 39.4 (IIIб), 12.9 (IVб). Определена также концентрация MgO, варьирующая в диапазоне от 1% (IVб) до 16.5% (IIIб) в зависимости от вида хвой. В образцах золы обнаружены также следующие элементы: K, Mn, Fe, Al, Na, Zn, Pb, Cr, Ni, S, P, содержание которых также различно. Проведен сравнительный анализ образца аморфного кремнезема, выделенного из хвой лиственницы (IVб), с исследованными нами ранее аналогичными продуктами, полученными из других кремнефильных растений (рис, овес, хвощи).

### *Список литературы*

1. Степень Р.А., Воронин В.М., Соболева С.В. Биологически активные вещества древесной зелени пихты и область их применения // Хвойные бореальной зоны. 2017. Т. 35. № 3–4. С. 120–124.
2. Урусов В.М., Лобанова И.И., Варченко Л.И. Хвойные российского Дальнего Востока – ценные объекты изучения, охраны, разведения и использования. Владивосток: Дальнаука, 2007. 440 с.



## ГЕРОПРОТЕКТОРНЫЕ СВОЙСТВА ВИТАФЕРИНА-А НА МОДЕЛИ *DROSOPHILA MELANOGASTER*

**Земская Н.В., Коваль Л.А., Щеголева Е.В., Соловьёв И.А., Москалев А.А.**

*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН*

*167982, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 28; e-mail: zemnadezhd@gmail.com*

Одной из актуальных проблем современной биологии является поиск веществ растительного происхождения, способных эффективно увеличивать продолжительность жизни организмов и их устойчивость к различным стрессовым факторам. Одними из таких соединений являются витанолиды – группа фитостероидов, получаемых из растения *Withania somnifera* (L.) Dunal (Витания снотворная). Один из представителей витанолидов – витаферин-А, который обладает широким спектром биологических активностей.

В настоящей работе показано, что витаферин-А увеличивает продолжительность жизни самцов особей *Drosophila melanogaster*, но не оказывает статистически значимых эффектов на самок. При этом в экспериментах по изучению двигательной активности не наблюдали негативного влияния витаферина-А. Кроме того, витаферин-А оказывает разнонаправленный эффект на устойчивость дрозофил к действию прооксиданта параквата и гипертермии.

*Исследование выполнено в рамках государственного задания по теме «Разработка геропротекторных и радиопротекторных препаратов», № АААА-А19-119021590022-2 и при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-315-00086.*

## ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ ГИДРОЛИЗНОГО ЛИГНИНА ПРИ ТЕРАПИИ САХАРНОГО ДИАБЕТА 2 ТИПА

Зобнина Н.Л., Цапок П.И.

*Кировский государственный медицинский университет Минздрава России  
610998, г. Киров, ул. К. Маркса, 112; e-mail: med@kirovgma.ru*

Одной из актуальных проблем здравоохранения в нашей стране является увеличение числа людей с диагнозом сахарный диабет [1, 2]. Около 80% пациентов имеют 2 (инсулиннезависимый) тип [3]. Это заболевание часто диагностируется спустя несколько лет после начала и характеризуется высоким процентом инвалидизации и смертности [4, 5]. Причина заключается в эффекте глюкозотоксичности [6] (рис. 1).

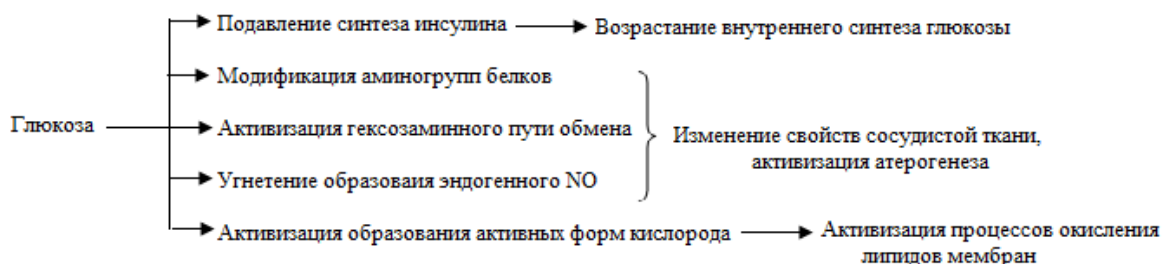


Рис. 1. Последствия глюкозотоксичности.

В проведенном исследовании рассматривалась возможность использования отечественного препарата на основе гидролизованного лигнина в качестве сорбента одного из центральных метаболитов в процессе глюконеогенеза – пировиноградной кислоты. Как энтеросорбент лигнин обладает рядом уникальных свойств: высокой сорбционной способностью, нетоксичностью и биологической индифферентностью [7]. Результаты исследования представлены на рис. 2а и 2б.

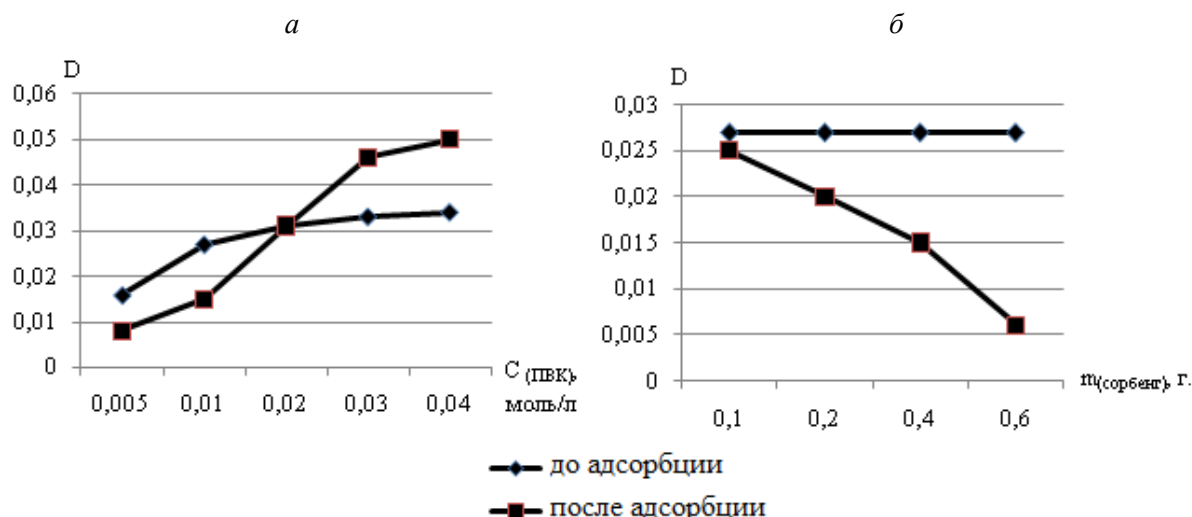


Рис. 2. Изменение оптической плотности растворов пировиноградной кислоты в буферном растворе pH 7.36 (а), с концентрацией 0.01 моль/л в буферном растворе pH 7.36 (б).

#### Обсуждение и выводы

1. Сахарный диабет является одним из распространенных заболеваний, ведущих к инвалидизации трудоспособного населения.
2. Основная причина инвалидизации – глюкозотоксичность вследствие нарастания образования глюкозы внутри клеток (глюконеогенеза).
3. Препарат на основе малотоксичного гидролизного лигнина проявляет сорбционную способность по отношению к ключевому субстрату глюконеогенеза.

#### *Список литературы*

1. Государственный регистр сахарного диабета РФ: статус 2015 и данные исследований с активным скринингом модуля «Диабет-центр».
2. Диабетический атлас IDF, 8-е изд, 2017. 150 с.
3. Комов В.П., Шведова В.Н. Биохимия: учебник для академического бакалавриата. 4-е изд. М.: Изд-во Юрайт, 2015. 640 с.
4. Благосклонная Я.В., Шляхто Е.В., Бабенко А.Ю. Эндокринология: учебник для медицинских вузов. 2-е изд. испр. и доп. СПб.: СпецЛит, 2007. 400 с.
5. Дедов И.И., Мельниченко Г.А., Фадеев В.В. Эндокринология. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. 432 с.
6. Кроненберг Г.М., Мелмед Ш., Полонски К.С., Ларсер П.Р. Сахарный диабет и нарушения углеводного обмена / Пер. с англ. под ред. И.И. Дедова, Г.А. Мельниченко. М.: ООО «Рид Элсивер», 2010. 448 с.
7. Хитрин С.В., Метелева С.Д., Мазина Е.Д. Влияние лигнина на окружающую среду // Сборник материалов ежегодной научно-практической конференции «Общество, наука, инновации». Киров: ФГБОУ ВПО ВятГУ, 2013. С. 1849–1853.

## ПОЛИПРЕНОЛЫ *VITIS VINIFERA* L. И ИХ РАНОЗАЖИВЛЯЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ

Зокирова У.Т., Хидырова Н.К., Юсупова С.М., Сыров В.Н.

*Институт химии растительных веществ им. ак. С.Ю. Юнусова АН РУз  
Республика Узбекистан, 100170, г. Ташкент, ул.М. Улугбека, 77;  
e-mail: nhidirova@yandex.ru*

Известно, что листья винограда культурного (*Vitis vinifera* L.) используют в качестве лекарственного растительного сырья для разработки венотонизирующих средств. На основе сухого экстракта листьев красного винограда созданы препараты «Антистакс» и «Vivisan» для лечения варикозного расширения вен [1].

В предыдущих работах был изучен состав полипренолгомологов листьев винограда сорта «Буаки», разработаны оптимальные методы их выделения [2]. Продолжая исследования в этом направлении и учитывая, что географический фактор влияет на накопление полипренолов (ПП), в данной работе изучены полипренолы дикого винограда, произрастающего на территории Ташкентской и Сурхандарьинской областей. Из высушенного растительного материала по ранее разработанной методике выделены ПП с 92–95%-ной чистотой с выходом 2.2 и 2.4% соответственно. По качественному составу ПП дикого винограда не отличались от ПП сорта «Буаки», хотя по количественному содержанию их было больше.

Идентификацию ПП проводили по данным ИК-,  $^1\text{H}$ -,  $^{13}\text{C}$  ЯМР-спектроскопии. Спектральные характеристики полученных образцов сопоставимы с литературными данными [2].

Изучено влияние ПП, выделенных из винограда, на заживление экспериментальных линейных кожных ран у крыс. Проведенные эксперименты на ранозаживляющую активность показали, что ПП обладают выраженным лечебным действием на заживление чистых полнослойных кожных ран.

### Список литературы

1. Цыганок С.С., Парахонский А.П. Эффективность экстракта красных листьев винограда в лечении хронической венозной недостаточности нижних конечностей // *Фундаментальные исследования*. 2008. № 7. С. 110–111.
2. Zokirova U.T., Mamatkulova N.M., Khodjanliyazov Kh.U., Khidyrova N.K., Shakhidoyatov Kh.M. // *Int. J. Biochem. Res. Rev.* 2013. Vol. 3(2). P. 97–106.

## ОЦЕНКА АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ ВОДНЫХ ЭКСТРАКТОВ ПРОРОСТКОВ НУТА И ЧЕЧЕВИЦЫ

**Зыкова И.Д., Наймушина Л.В., Губаненко Г.А.**

*Сибирский федеральный университет*

*660041, г. Красноярск, просп. Свободный, 79; e-mail: office@sfu-kras.ru*

Неблагоприятные экологические факторы, наличие поллютантов в атмосфере и пищевых продуктах способствуют накоплению в организме человека избытка свободных кислородсодержащих радикалов, тем самым вызывая окислительный стресс и нарушение антиоксидантного статуса [1].

Осознанное стремление населения к здоровому питанию привело к появлению на нашем столе проростков зерновых и бобовых культур. Известно, что проростки – это продукт потребления, являющийся концентрированным источником белков, углеводов, витаминов и минералов, а также таких важных биологически активных веществ, как глюкозинолаты, фенольные соединения и селеносодержащие биомолекулы [2]. Поэтому представляло интерес исследование антиоксидантной активности (АОА) проростков, в частности, их водных экстрактов.

Цель работы – определение суммарной АОА водных экстрактов проростков некоторых бобовых культур: бараньего нута, или турецкого гороха (*Cicer arietinum*) и чечевицы (*Lenus culinaris*). Объекты исследования – проростки нута и чечевицы – выращены в производственных условиях ООО «Проростки» (г. Красноярск).

Для исследования АОА использовали известную методику [3], разработанную для растительного сырья. Количественное определение витамина С, биофлавоноидов, редуцирующих сахаров и дубильных веществ проводили согласно [4]. Значение АОА составило: для нута – 16%, для чечевицы – 25%. В соответствии с данными [3] значение АОА более 10% свидетельствует о наличии в экстрактах проростков исследуемых бобовых культур соединений, обладающих антиоксидантными свойствами. Выявлено, что водные экстракты проростков чечевицы проявляют чуть большую антиоксидантную активность по сравнению с водными экстрактами проростков нута.

Сравнительный анализ дает неплохую корреляцию величин АОА проростков изученных бобовых культур и содержания в них соединений восстановительной природы.

Таким образом, результаты проведенного исследования подтверждают ценность проростков нута и чечевицы с точки зрения проявления ими антиоксидантных свойств и позволяют заключить, что данный вид пищевого сырья является перспективной составляющей создаваемых в настоящее время полифункциональных продуктов питания.

### ***Список литературы***

1. Wang C.C, Chu C.Y., Chu K.O., Chu K.W., Khaw K.S., Rogers M.S., Pang C.P. Trolox equivalent antioxidant capacity assay versus oxygen radical absorbance capacity assay in plasma // *Clinical Chemistry*. 2004. Vol. 50. P. 952–954.
2. Шаскольская Н.Д. Самая полезная еда: Проростки. СПб.: Веды, Азбука-Аттикус, 2011. 192 с.
3. Хасанова С.Р., Плеханова Т.И., Гашимова Д.Т., Галиахметова Э.Х., Клыш Е.А. Сравнительное изучение антиоксидантной активности растительных сборов // *Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация*. 2007. № 1. С. 163–166.
4. Государственная фармакопея СССР: Вып. 2. Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырье. Изд. XI, доп. М.: Медицина, 1990. 440 с.

**ХИМИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ ФЕРГАНСКИХ СОРТОВ *PRUNUS PERSICA*****Ибрагимов А.А., Назаров О.М., Карабаева Р.Б.**

*Ферганский государственный университет*  
*Республика Узбекистан, 150100, г. Фергана, ул. Аль-Фаргоний, 37-А, 5;*  
*e-mail: alijon.ibragimov.48@mail.ru*

Персики (*Prunus persica* (L.) Batsch) относятся к семейству *Rosaceae* и подсемейству *Amygdaloideae*. В англоязычной литературе широко известен как «Аару». Персик занимает важное место в питании человека и используется в качестве свежих, сушеных или обработанных фруктов. Это один из самых популярных фруктов, потребляемых во всем мире [1, 2]. В плодах персика обнаружены различные вещества, в том числе фенольные соединения [3, 4]. Масло косточек персика также является высокоценным питательным продуктом.

Персики – члены рода *Prunus*, который включает в себя абрикосы, сливы, вишни, миндаль, персики и нектарины. Персики и нектарины отличаются, прежде всего тем, что нектарины имеют гладкую кожуру, тогда как персики – кожуру с ворсинками.

В данной работе приводятся результаты изучения химических компонентов нектарина, культивируемого в Ферганской области. Объектами исследования являются ядро косточек и листья. Цель исследования – создание ценных продуктов, обогащённых полезными веществами, а также их классификация по ТН ВЭД в качестве товара на основе химического состава.

Фракцию масла семян отделяли в аппарате Сокслета (выход  $41 \pm 0.17\%$ ). Общий (по Кьельдалю) и водорастворимый (по Лоури) белок определяли как до обезжиривания ( $12.45 \pm 0.28$  и  $4.29 \pm 0.28\%$  соответственно), так и после него ( $21.05 \pm 0.28$  и  $7.26 \pm 0.13\%$  соответственно).

Анализ свободных аминокислот проводили методом ВЭЖХ посредством синтеза ФТК (фенилтиокарбонил)-производных аминокислот по методу Steven A., Cohen David. Обнаружено 19 белокобразующих аминокислот.

В результате изучения углеводной фракции семян определено количество основных компонентов: сахароза – 9.73%, глюкоза – 5.47%, аруктоза – 0.83%.

Количественное определение содержания 29 микро- и макроэлементов проводили методом индуктивно связанной плазмы масс-спектрометрически. Как в листьях, так и в семенах преобладают магний и селен. Наибольшим по содержанию в семенах является натрий, но в листьях его во много раз меньше.

**Список литературы**

1. Brady C.J. Stone fruit. In: Biochemistry of fruit ripening. Seymour G.B., Taylor J.E., Tucker G.A. (eds.). Chapman & Hall, 1993. P. 379–404.
2. Gil M.X., Tomas-Barberan F.A., Hess-Pierce B., Kader A.A. Antioxidant capacities, phenolic compounds, carotenoids, and vitamin C contents of nectarine, peach, and plum cultivars from California // J. Agric. Food Chem. 2002. Vol. 50. P. 4976–4982.
3. Diaz-Mula H.M., Zapata P.J., Guillen F., Castillo S., Martinez-Romero D., Valero D., Serrano M. Changes in physicochemical and nutritive parameters and bioactive compounds during development and on-tree ripening of eight plum cultivars: a comparative study // J. Sci. Food Agric. 2008. Vol. 88. P. 2499–2507.
4. Zheng Y., Crawford G.W., Chen X. Archaeological evidence for peach (*Prunus persica*) cultivation and domestication in China // PLOS one. 2014. Vol. 9(9). e106595.

## ДЕГИДРОАБИЕТИНОВАЯ КИСЛОТА В СИНТЕЗЕ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ

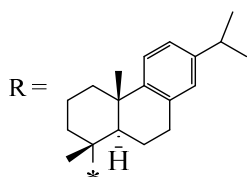
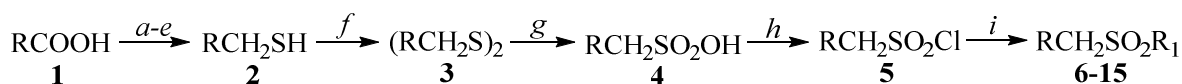
Изместьев Е.С., Пестова С.В., Лезина О.М., Рубцова С.А.

*Институт химии Коми НЦ УрО РАН*

*167000, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 48; e-mail: pestova-sv@chemi.komisc.ru*

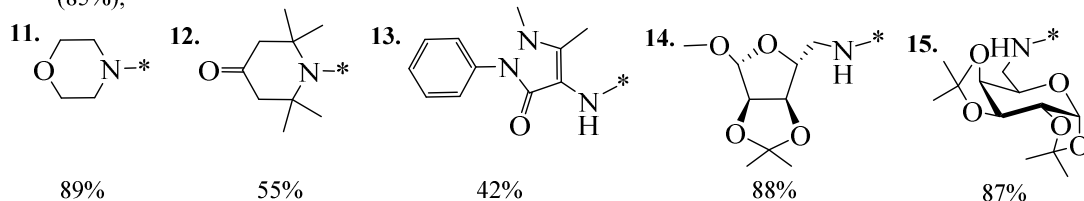
Дитерпеноиды абиетанового типа являются биологически активными соединениями природного происхождения, обладают противомикробной, противоязвенной, противораковой, противовоспалительной и другими активностями [1, 2]. Введение сульфанильных и сульфо групп в структуру дитерпеновых соединений способно расширить спектр их биологической активности [3]. Однако в литературе серосодержащие производные абиетанового типа практически не описаны.

Впервые на основе дегидроабиетиновой кислоты **1** нами получены тиол **2**, дисульфид **3**, сульфокислота **4** и сульфохлорид **5**. Изучено окисление дитерпеновых тиолов и дисульфидов дегидроабиетанового типа диоксидом хлора. Выявлено, что при окислении в пиридине образуется сульфокислота **4** с количественным выходом, тогда как в дихлорметане при добавлении катализатора VO(acac)<sub>2</sub> селективно образуется сульфохлорид **5**.



*a.* EtBr, K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, DMF; *b.* LiAlH<sub>4</sub>, Et<sub>2</sub>O;  
*c.* I<sub>2</sub>, PPh<sub>3</sub>, PhMe; *d.* AcSK, DMF;  
*e.* LiAlH<sub>4</sub>, Et<sub>2</sub>O; *f.* I<sub>2</sub>, EtOH; *g.* ClO<sub>2</sub>, Py;  
*h.* ClO<sub>2</sub>, VO(acac)<sub>2</sub>, CHCl<sub>3</sub>.  
*i.* Amine, CHCl<sub>3</sub>, reflux

R<sub>1</sub> = **6.** NH<sub>2</sub> (90%); **7.** HO(CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>NH (72%); **8.** CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>NH (71%); **9.** Ph-NH (40%); **10.** Bn-NH (85%);



Полученный сульфохлорид **5** использовали для синтеза сульфонамидов **6–15** по реакции его с соответствующими аминами в соотношении сульфохлорид–амин, равном 1:1, в хлороформе или без растворителя (для жидких аминов). Выходы сульфамидов составляют 40–90%.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 18-33-00486 мол\_а) и УрО РАН (проект № 18-3-3-17) с использованием оборудования Центра коллективного пользования (ЦКП) «Химия» Института химии Коми НЦ УрО РАН.*

### Список литературы

1. Feliciano A.S., Gordaliza M., Salinero M.A., Corral M.J. // *Planta. Med.* 1993. Vol. 59. No. 6. P. 485.
2. González M.A. // *Nat. Prod. Rep.* 2015. Vol. 32. P. 684.
3. Nikitina L.E., Artemova N.P., Startseva V.A., Fedyunina I.V., Klochkov V.V. // *Chem. Nat. Comp.* 2017. Vol. 53. No. 5. P. 811.

## БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ РАСТЕНИЯ *ASTRAGALUS PTEROCEPHALUS*

Исаев И.М., Агзамова М.А., Туримбетов Ж.К.

*Институт химии растительных веществ им. ак. С.Ю. Юнусова АН РУз  
Республика Узбекистан, 100170, г. Ташкент, ул. М. Улугбек, 77;  
e-mail: agzamova\_manzura@mail.ru*

Флора Узбекистана богата растениями, которые содержат фармакологически ценные метаболиты. В настоящее время в практике применяют различные виды лекарственных растений. В том числе выявлено, что растения рода *Astragalus* являются перспективными источниками биологически активных веществ и природных антиоксидантов: алкалоидов, флаваноидов, тритерпеновых сапонинов, витаминов С, А, аминокислот, полисахаридов, микро- и макроэлементов. На основе некоторых видов растений *Astragalus* разработаны препараты, которые применяются в научной медицине.

В растениях этого рода были обнаружены тритерпеновые соединения циклоартанового ряда, а также из отходов сырья выделен полисахарид. Установлено, что циклоартановые генины и их гликозиды обладают гипохолестеринемической, гипотензивной, диуретической и кардиотонической активностями, показывают седативную и противовоспалительную активности. Широкий спектр физиологической активности биологически активных компонентов открывает большие перспективы для их практического использования в качестве лекарств и биологически активных добавок.

Из растения *Astragalus pteroccephalus* Bunge (*Leguminosae*) ранее были выделены и идентифицированы соединения стериновой природы и циклоартанового ряда. Из водно-спиртового маточника этого экстракта получен полисахарид. Проведены исследования данного полисахарида и выявлена пробиотическая активность.

Полисахарид, выделенный из растения *Astragalus pteroccephalus* как пребиотик, является очень перспективным для практического применения в биотехнологии пробиотических препаратов и пищевых добавок. Полисахарид как пребиотик оказал хорошее стимулирующее действие на пробиотические культуры. По сравнению с контролем (без пребиотика) наблюдалось увеличение титра живых клеток в 10–1000 раз: рост культур бифидобактерий (Бифидумбактерин РЗ), *L.plantarum* 42, *L.casei* 925 – в 10 раз, культуры *L.casei* 171; *Lact.acidophilus* – в 100 раз и *Lact.bulgaricus* 176+906 в 1000 раз. Из полученных данных наиболее ценным является высокое стимулирующее действие на такие виды лактобацилл, как *Lact.acidophilus* и *Lact.bulgaricus*.

*Работа была выполнена при финансовой поддержке Государственного фонда фундаментальных исследований РУз (грант ВА-ФА-Ф7-009).*

### Список литературы

1. Агзамова М.А., Исаев И.М. Компоненты растения *Astragalus pteroccephalus* // ХПС. 2016. № 3. С. 433.



## ВЛИЯНИЕ ВЫДЕРЖКИ В ПРОЦЕССЕ ОТГОНКИ НА СОСТАВ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ ВЕГЕТАТИВНОЙ ЧАСТИ ТОПОЛЯ

Исаева Е.В., Рязанова Т.В.

*Сибирский государственный университет науки и технологий им. М.Ф. Решетнева  
660037, г. Красноярск, просп. им. газеты «Красноярский рабочий», 31;  
e-mail: isaevaelena08@mail.ru*

Почки тополей, произрастающих в Красноярском крае и Хакасии, могут являться перспективным сырьем для выделения эфирных масел. Легколетучие компоненты тополя представляют собой смесь веществ, относящихся к различным классам органических соединений. Эфирное масло вегетативной части тополя бальзамического характеризуется высоким содержанием сесквитерпенов (35% от суммы летучих веществ) и сесквитерпеновых спиртов, таких как бисаболол (15%) и эвдесмол (23%), в составе летучих компонентов около 9% приходится на 2-фенил-2-метил бутаноата [1].

В настоящем сообщении приведены результаты выделения эфирных масел на малогабаритной установке, разработанной в СибГУ им. М.Ф. Решетнева. Пилотная установка является мобильной и позволяет использовать ее без привязки к местности и помещению. Перегонный аппарат представляет собой цилиндрический бак из нержавеющей стали с установленной на него плоской крышкой, состоит из емкости с ситами и охладителя, соединяемого с установкой отводом.

Отгонку эфирных масел из вегетативной части тополя бальзамического, собранной в марте 2018 г., вели в два этапа. Отгонка паром продолжалась в течение 3 ч, далее установку отключали, сырье не выгружали из установки, происходил естественный процесс остывания установки вместе с содержимым. Второй этап проводился спустя сутки, отгонка паром продолжалась в течение еще 3 ч.

Качественное определение компонентного состава полученных образцов выполняли на хромато-масс-спектрометре «Agilent 5975C-7890A» (США) с колонкой HP-5. Газ-носитель – гелий. Анализ выполнен в Красноярском региональном центре коллективного пользования ФИЦ КНЦ СО РАН.

Фракция летучих компонентов, полученная за первые 3 ч отгонки, состояла на 23.6% из 2-фенил-2-метил бутаноата, 26.3% – сесквитерпеноидов и на 36% из сесквитерпеновых спиртов, из которых 67% составляла группа эвдесмола. Полностью отгонялись иланген, бергамотен, кадинен, эремолигенол и хинезол.

Во второй фракции доля сесквитерпенов увеличилась (52.4%), основными компонентами являлись гумулен (24.3%) и кариофиллен (16.5%). Доля сесквитерпеновых спиртов составила 26%, из которых 76% – группа эвдесмола. Следует отметить, что во второй фракции за счет процессов окисления, протекавших во время выдержки сырья, увеличилась доля соединений C<sub>10</sub>–C<sub>12</sub>. В составе фракции появился борнеол (6.7% от суммы летучих веществ).

### Список литературы

1. Исаева Е.В., Ложкина Г.А., Рязанова Т.В., Вялков А.И., Домрачев Д.В., Ткачев А.В. Хромато-масс-спектрометрическое исследование летучих компонентов вегетативной части тополя бальзамического // Химия растительного сырья. 2008. № 1. С. 63–66.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАСТИТЕЛЬНЫХ ЭКСТРАКТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ СКФ ЭКСТРАКЦИИ

Ихсанов Е.С., Алимжанова М.Б., Мусабекова А.А., Наурызбаев М.К.

*Казахский национальный университет им. аль-Фараби,  
центр физико-химических методов анализа  
Республика Казахстан, 050012, г. Алматы, ул. Толе би, 96а; e-mail: erbol.ih@gmail.com*

В зависимости от решаемых задач для извлечения биологически активных веществ применяется богатый арсенал органических растворителей. Однако в связи с токсичностью большинства промышленных экстрагентов и ужесточением санитарных и экологических норм, встал вопрос о более широком применении альтернативных методов экстракции.

В области химии при переработке растительного сырья немалый интерес представляет сверхкритический диоксид углерода [1].

Основным преимуществом является то, что небольшое изменение параметров среды (температуры или давления), приводит к почти полному осаждению целевого компонента.

В качестве растительного сырья выбрано растение *Nicotiana tabacum* L., что обусловлено высоким содержанием биологически активных веществ в листьях табака [2].

Было получено два сверхкритических экстракта из растения *Nicotiana tabacum* L. на установке CO<sub>2</sub>-экстракции Thar SFE-1000 при следующих условиях: при температуре процесса 80°C, давление CO<sub>2</sub> 120 и 170 бар.

Полученный экстракт исследовали методом газовой хроматографии, на газовом хроматографе с масс-селективным детектором.

В процессе изучения экстракта, извлеченного при 170 бар, идентифицировано 85 соединений, среди которых доминирующим веществом является бензойная кислота с содержанием 41.68%. Выделено значительное количество никотина (22.50%), некоторое количество сорбиновой кислоты (2.68%) и стероида ресибуфагенина (2.63%), остальные вещества присутствуют в минорных количествах (менее 1%).

В экстракте, полученном при давлении углекислоты в 120 бар, было идентифицировано 93 соединения, при этом доминирующим соединением является никотин (25.87%), количественное содержание других соединений не превышает 10%, это – 4,8,13-циклотетрадекатриен-1,3-диол, 1,5,9-триметил-12-(1-метилэтил) (4.03%) и фитол, ацетат (5.85%).

В результате нами впервые проведено изучение качественного и количественного состава СКФ экстрактов табака, культивируемого в Республике Казахстан.

Установлено, что метод СКФ экстракции позволяет достигать высокой степени извлечения никотина из табака.

*Работа выполнена в рамках программы целевого финансирования КН МОН РК BR05236420 «“Зеленые” технологии на основе сверхкритических сред».*

### Список литературы

1. Diaz M.S., Brignole E.A. Modeling and optimization of supercritical fluid processes // The Journal of Supercritical Fluids. 2009. Vol. 47(3). P. 611–618.
2. Лавренова Г.В., Лавренов В.К. Энциклопедия лекарственных растений. М., 1997. С. 536.

## АНАЛИЗ РАСТИТЕЛЬНЫХ ЭКСТРАКТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ КОРНЕЙ РАСТЕНИЙ *LIMONIUM GMELINII*

Ихсанов Е.С., Жусупова А.И., Касымова Д.Т., Азаматова А.,  
Сотников И.А., Нуркаир А., Жусупова Г.Е.

*Казахский национальный университет им. аль-Фараби,  
центр физико-химических методов анализа  
Республика Казахстан, 050012, г. Алматы, ул. Толе би, 96а; e-mail: erbol.ih@gmail.com*

Кермек – это крупный род растения, охватывающий около 300 видов. В Казахстане наиболее промышленно значимым считается *Limonium gmelinii* (Willd.). На основе данного растения получена и запатентована субстанция, обладающая противовоспалительным, антиоксидантным и ранозаживляющим действием [1].

Для получения субстанции было применено два метода: классический (экстракция из растительного сырья 50%-ным водным раствором этанола) и модифицированный с интенсификацией процесса экстракции ультразвуком.

Указанные варианты субстанций экстрагировали гексаном с целью выделения из них неполярных фракций, после чего гексановые экстракты были изучены на газовом хроматографе с масс-селективным детектором модели Agilent 7890N/5973N.

В результате изучения гексановых экстрактов установлено, что в экстракте, полученном из субстанции, выделенной по классической методике, доминирующими соединениями являются этиловый эфир линолевой кислоты, этиловый эфир олеиновой кислоты и этиловый эфир гексадекановой кислоты. В сумме содержание эфиров этих кислот составляет 61.86%. Отмечаем присутствие углеводов в первом экстракте, таких как октадекан, тетракозан и гептадекан, додекан, тридекан, 9-метилгептадекан и тетрадекан; их суммарная доля составила 32.24%. Из экстракта был выделен 2,2,4-триметил-1,2-дигидрохиолин (4.17%) и 2,4-бис(1,1-диметилфенол) (1.72%).

Исследование гексанового экстракта, полученного из субстанции по методике, включающей интенсификацию ультразвуком, показало, что она практически полностью состоит из углеводов, доминирующими среди которых являются тетрадекан, пентадекан, гесадекан, гептадекан и октадекан; суммарная доля углеводов в экстракте составляет 96.52%. Помимо углеводов был выделен 2,2,4-триметил-1,2-дигидрохиолин в количестве равном 3.47%.

В общей сложности в неполярной фракции, выделенной из субстанции, полученной по классической методике, идентифицировано 14 соединений. В то время как из гексановой фракции, выделенной из субстанции, изготовленной с применением ультразвука, определено 27 соединений.

В результате проведенной работы нами впервые установлен состав гексановой фракции 50%-ного спиртоводного экстракта, выделенного из корней растений вида *Limonium gmelinii*. Также впервые определен качественный и количественный компонентный состав неполярной фракции 50%-ного спиртоводного экстракта, извлеченного из корней растений *Limonium gmelinii* с применением ультразвука.

*Работа выполнена в рамках программы грантового финансирования КН МОН РК АР05134034 «Разработка и создание высокоэффективных гелей на основе фармакопейных дикорастущих растений Казахстана и их комплексное исследование».*

### Список литературы

1. Жусупова Г.Е. Лекарственные средства, полученные на основе растений вида *Limonium gmelinii* // Вестник медицинского университета. Алматы. 2009. № 1. С. 105–112.

## ОТРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ НИКОТИНА ИЗ ОТХОДОВ ТАБАЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

**Ихсанова Н.М., Шамина В.В., Корулькин Д.Ю.**

*Казахский национальный университет им. аль-Фараби  
Республика Казахстан, 050048, г. Алматы, просп. аль-Фараби, 71;  
e-mail: nukade@mail.ru*

Цель исследования – разработка более экономически перспективного и технологически выгодного способа выделения никотина из отходов табачного производства. Ранее проведенная работа по извлечению никотина из-за своих недостатков оказалась экономически и технологически невыгодна по причинам длительности работы, недостаточного выхода целевого продукта, дороговизны растворителя (хлороформа) и невозможности его регенерации. Поэтому нами были проведены опыты по устранению вышеуказанных недостатков.

Составлена схема технологии получения никотина и никотин-сульфата из отходов табачной промышленности. Для полного извлечения суммы алкалоидов и их перевода в основную форму использовали 25%-ный раствор NaOH в соотношении 1:1. Далее проводили трехкратную экстракцию сырья бензином марки АИ-92 в соотношении сырье–экстрагент = 1:4, экстракты фильтровали и объединяли, сушили безводным CaCl<sub>2</sub> (0.25 г на 100 мл), отфильтровывали от осушителя, затем для алкалоидов проводили жидкость–жидкостную экстракцию с раствором H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> в соотношении экстракт–H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = 1:1. После перемешивания (в случае неудовлетворительного расслоения смесь дополнительно центрифигуровали) бензин (рафинат) отделяли с использованием делительной воронки. Полученный никотин-сульфат (содержание никотина – 40%) заливали в колбу, а остаточный рафинат подвергали регенерации.

Предложенный процесс, по сравнению с выполненным ранее, позволил уменьшить продолжительность работы (отсутствие восьмичасовой предварительной экстракции кислотой), заменить хлороформ на более дешевый и регенерируемый бензин (снижение цены растворителя в десятки раз) и увеличить выход алкалоида от общего количества алкалоидов до 75.77% (по сравнению с 45.05% в описанном ранее процессе).

## РАСТЕНИЯ В БОРЬБЕ С ВРЕДИТЕЛЯМИ

**Кабалоев Т.Х., Бекузарова С.А., Уртаев Х.И.**

*Горский государственный аграрный университет  
362040, г. Владикавказ, ул. Кирова, 37; e-mail: bekos37@mail.ru*

Каждый растительный организм имеет свою особенность и свой химический состав, который можно использовать в борьбе с вредителями, причём без всякой химии и затрат. В ряде стран эти методы применяют в борьбе с опасными вредителями [1–3]. Это растения, отпугивающие насекомых запахом и иногда приносящих вред возделываемым овощным и плодовым культурам.

Предложен новый метод борьбы с вредителями и болезнями овощных культур и плодовых деревьев, который основан на приготовлении водного раствора молодых веток деревьев тополя и хвойных пород в соотношении 3:1, замачивая их в воде в количестве 4%. Спустя 6–8 дней после замачивания, процеживают и добавляют сероводородную минеральную воду природного местного источника в соотношении 1:7. Выращиваемые растения и плодовые культуры опрыскивают.

Для приготовления раствора выбирают молодые ветки с листьями деревьев тополя и заливают их обычной водой. Почки тополя содержат смолу, эфирное масло (до 0.7%), фенолгликозиды, дубильные вещества, флаваноиды, яблочную и галловую кислоты, лейкоантоцианы, жирное масло, аскорбиновую кислоту. Листья тополя содержат изопреноиды, каратиноиды, алкалоиды, органические и фенолкарбоновые кислоты, дубильные вещества. Ветки и листья хвойных деревьев содержат значительное количество фитонцидов, углеводы, гликозиды и спирты, лигноподобные и дубильные вещества, кислоты, витамины и ферменты, воск, эфирные масла и смолы. Смешивая эти два компонента в воде за 6–8 суток, раствор превращается в гелеобразную жидкость за счет содержащихся в ингредиентах смол, дубильных веществ, органических кислот и других. Полученный раствор пагубно действует на болезни и вредителей выращиваемых культур, поскольку приготовленный раствор имеет кислую реакцию (рН 3.8). Сероводородная минеральная вода местного происхождения (Тамиск, Зака) содержит достаточно высокое количество сероводорода (90–120 мг/л), что усиливает действие на вредителей и болезни без дополнительных затрат на инсектициды и фунгициды.

Используя приготовленную смесь, было выявлено значительное снижение количества заболевших растений (от 46.8 до 3.2%), а вредителей с 52 до 2.6%. Предлагаемый способ был внедрен не только на сельскохозяйственных территориях, но и в городском парке, в результате чего сохранилось несколько видов декоративных деревьев.

### *Список литературы*

1. <http://vpanike.ru/article/15518>- интернет
2. Бестаев В.И., Абиева Т.С., Олисаев А.А. Способ защиты плодовых насаждений от болезней // Патент № 2207753, опубликован 10.07.2003. Бюл. № 19, МПК Ф01 G13/00, А01N59/02.
3. Бекузарова С.А., Бекмурзов А.Д., Качмазов Д.Г. и др. Способ приготовления фунгицидного средства для обработки плодовых деревьев // Патент № 2618316, опубликован 03.05.2017. Бюл. № 13, МПК А01N 59/02.

## СИНТЕЗ И ВОЗМОЖНОСТИ БИМЕДИЦИНСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ ФОСФОРИЛИРОВАННЫХ ГЛИКАНОВ

**Калмыкова Е.Н., Мамедов Э.И.**

*Липецкий государственный технический университет  
398006, г. Липецк, ул. Московская, 30; e-mail: veter1407@rambler.ru*

Фосфорилированные полисахариды (целлюлоза, крахмал) активно используются в сельском хозяйстве, текстильной, пищевой промышленности и других отраслях народного хозяйства [1–4]. Модификация природных полисахаридов вызывает изменение их физико-химических свойств, и это расширяет области их практического применения.

В последнее время интерес исследователей к свойствам нейтральных фосфорилированных полисахаридов обусловлен возможностью их использования в ортопедической промышленности и медицине, так, фосфаты целлюлозы, замещенной по 2-положению и включенные в диализную мембрану, подавляют активацию вредных белков крови при гемодиализе [4].

К настоящему времени в отечественной и зарубежной литературе описаны различные методы фосфорилирования нейтральных полисахаридов [2–5], однако информация по фосфорилированию кислых и основных полисахаридов практически отсутствует. Расширение спектра гликанов различной природы, включая кислые пектиновые полисахариды, представляется интересным с точки зрения исследования методов модификации этого класса биополимеров, а также изучения свойств полученных производных и возможности их использования для медицинских целей.

В работе представлены результаты проведения фосфорилирования нейтральных и кислых гликанов в мягких условиях с применением в качестве модифицирующего агента триполифосфата натрия. Исследованы условия, влияющие на степень этерификации гликанов (природа гликана, температура, продолжительность реакции, соотношение реагентов, кислотность среды).

Исследованы исходные и замещенные полисахариды методом ИК-спектроскопии с Фурье-преобразованием. ИК-спектры образцов регистрировали в таблетках KBr на спектрофотометре Iaffinity-1, «Shimadzu», Китай (в диапазоне 4000–400 см<sup>-1</sup>). Полученные спектры позволяют оценить степень этерификации нейтральных и кислых полисахаридов. Проведен сравнительный анализ некоторых свойств исходных и модифицированных полисахаридов (вязкость гелей, степень сорбции воды, масла и др.).

### ***Список литературы***

1. Singha J., Kaurb L., McCarthy O.J. Factors influencing the physico-chemical, morphological, thermal and rheological properties of some chemically modified starches for food applications. A review // Food Hydrocolloids. 2007. Vol. 21. P. 1–22.
2. Нифантьев Э.Е., Коротеев М.П., Казиев Г.З., Телешев А.Т., Матросов Е.И., Бодрин Г.В. Продукты химического модифицирования кавитированной древесины лиственницы // Химия растительного сырья. 2010. № 2. С. 37–42.
3. Нифантьев Э.Е. Фосфорилирование целлюлозы // Успехи химии. 1965. Т. XXXIV. Вып. 14. С. 2206–2219.
4. Suflet D.M., Chitanu G.C., Popa V.I. Phosphorylation of polysaccharides: New results on synthesis and characterisation of phosphorylated cellulose // Reactive & Functional Polymers. 2006. Vol. 66. P. 1240–1249.
5. Лагуткина Е.В., Скрипченко Е.С., Бессонова А.П. Фосфорилирование целлюлозы фосфористой кислотой // Химия растительного сырья. 2005. № 3. С. 89–90.

## ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗ НА АДГЕЗИОННЫЕ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РЕЗИН ДО И ПОСЛЕ СТАРЕНИЯ

Карасева Ю.С.<sup>1</sup>, Черезова Е.Н.<sup>1</sup>, Кувшинова Л.А.<sup>2</sup>, Удоратина Е.В.<sup>2</sup>,  
Закиров И.Ф.<sup>1</sup>, Хисамутдинов А.Э.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казанский национальный исследовательский технологический университет  
420015, г. Казань, ул. К. Маркса, 68; e-mail: karaseva\_j@mail.ru

<sup>2</sup>Институт химии Коми НЦ УрО РАН  
167000, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 48; e-mail: udoratina-ev@chemi.komisc.ru

Одним из практических способов модифицирования свойств резин является использование в составе композиций специфических добавок, не изменяя при этом принятого технологического процесса изготовления. К таким добавкам следует отнести высокомолекулярные соединения растительного происхождения (производные целлюлозы, лигнина и др.), имеющие в своем составе значительное количество функциональных групп, различающихся по химической природе. Актуальным направлением является использование в качестве модификаторов свойств резин лигноцеллюлозных отходов.

Авторами статьи [1] обработкой макулатурного картона растворами  $TiCl_4$  в гексане, содержащими различное соотношение  $mg\ Ti(IV)_{(30, 100)}/G_{сырья}$ , были получены с высоким выходом порошки с модифицированной соединениями титана поверхностью, отличающиеся узким распределением волокон по размеру, не превышающему в одном из геометрических направлений 100 мкм. В данной работе исследовано влияние полученных порошков в качестве модификаторов резин на основе каучука СКМС-30 АРКМ-15 на их вулканизационные, физико-механические и адгезионные свойства до и после термоокислительного старения.

Резиновые смеси были изготовлены на пластикордере Brabender «Plasti-Corder® Lab-Station» по рецептуре следующего состава (мас.ч.): бутадиен-стирольный каучук СКМС-30 АРКМ-15 – 100.0; сера техническая – 2.0; альтакс – 1.5; дифенилгуанидин – 0.3; стеарин технический – 2.0; белила цинковые – 5.0; технический углерод П-324 – 50.0; лигноцеллюлозный модификатор – 0–5.0. Проведено изучение кинетики вулканизации резиновых смесей (ГОСТ 12535-84), определены упруго-прочностные (ГОСТ 270-75), адгезионные свойства (ГОСТ 14863-69), твердость по Шору А (ГОСТ 263-75), эластичность по отскоку (ГОСТ 27110-86) резин до и после старения.

Установлено, что введение исследуемых порошков не оказывает существенного влияния на кинетику вулканизации резиновых смесей. Значения параметров условной прочности при удлинении, относительного удлинения при разрыве, твердости по Шору А и эластичности по отскоку остаются на уровне контрольного образца. Прочность связи резина-корд у вулканизатов, содержащих модификаторы, возрастает по сравнению с контролем. Показано, что после термостатирования резин при 100°C в течение 72 ч физико-механические и адгезионные свойства образцов, содержащих исследуемые порошки, изменяются в меньшей степени, чем у контрольного образца.

### Список литературы

1. Канева М.В., Кувшинова Л.А., Манахова Т.Н. Гибридный Ti-содержащий лигноцеллюлозный порошок из макулатурного картона // Химия растительного сырья. 2018. № 1. С. 185–192.

ФЛАВОНГЛЮКОЗИДЫ НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ *SCUTELLARIA COMOSA* BRIQ.Каримов А.М.<sup>1,3</sup>, Остроушко Ю.В.<sup>2</sup>, Ботиров Э.Х.<sup>2</sup><sup>1</sup>Институт химии растительных веществ им. ак. С.Ю. Юнусова АН РУз

Республика Узбекистан, 700170, г. Ташкент, ул. М. Улугбека, 77

<sup>2</sup>Сургутский государственный университет

628412, г. Сургут, ул. Ленина, 1; e-mail: botirov-peri@mail.ru

<sup>3</sup>Наманганский государственный университет

Республика Узбекистан, 716001, г. Наманган, ул. Уйчи, 316

Растения рода *Scutellaria* L. (семейство *Lamiaceae*) на территории Узбекистана представлены 32 видами, некоторые из них используются в народной медицине для лечения эпилепсии, аллергии, невроза, гипертонии и других заболеваний [1, 2]. С целью поиска новых биологически активных соединений и их доступных источников нами проводится систематическое исследование флавоноидов растений рода *Scutellaria* L. Продолжая данное исследование нами изучены флавоноиды надземной части *S. comosa* Juz., собранные в период массового цветения в предгорной местности селения Гова Чустского района Наманганской области Республики Узбекистан. Из этанольного экстракта надземной части растения выделили флавоноиды **1–4**.

Флавоноид **1**, C<sub>21</sub>H<sub>20</sub>O<sub>11</sub>, т.пл. 193–195°C, λ<sub>max</sub>, нм (EtOH): 288, 337. На основании результатов кислотного гидролиза и спектральных данных является скутеллареин 7-О-β-D-глюкопиранозидом [2–4].

Флавоноид **2**, C<sub>21</sub>H<sub>20</sub>O<sub>10</sub>, т.пл. >275°C (разл.), λ<sub>max</sub>, нм (MeOH): 279, 350 (перегиб). В результате ферментативного гидролиза флавоноида **2** β-гликозидазой получили норвогонин и D-глюкозу. Непосредственным сравнением с подлинным образцом идентифицировали с норвогонин 7-О-β-D-глюкопиранозидом [2–4].

Флавоноид **3**, C<sub>21</sub>H<sub>20</sub>O<sub>12</sub>, т.пл. 263–265°C, [α]<sub>D</sub> –63.4° (с 0.2; ацетон), λ<sub>max</sub>, нм (MeOH): 257 (пл.), 278, 306, 337 нм; ПМР-спектр (ДМСО-d<sub>6</sub>, δ, м.д., J/Гц): 3.09–3.47 (4H, м, H-2"-H-5"), 3.67 (2H, м, 2H-6"), 4.64 (1H, уш.с, 6"-OH), 4.88 (1H, д, 7.6 Гц, H-1"), 5.09 (1H, уш. с, 2"-OH), 6.68 (1H, с, H-6), 6.58 (1H, с, H-3), 6.85 (1H, д, 8.4 Гц, H-5'), 7.42 (1H, дд, 2.3 и 8.4 Гц, H-6'), 7.44 (1H, д, 2.3 Гц, H-2'), 12.34 (1H, с, 5-OH). В результате ферментативного гидролиза флавоноида **3** β-гликозидазой получили гиполаетин (5,7,8,3',4'-пентагидроксифлавоноид) [3, 4] и D-глюкозу. Сравнительным изучением спектров <sup>13</sup>C ЯМР гликозидов гиполаетина и флавоноида **3** установлено, что последний является гиполаетин 7-О-β-D-глюкопиранозидом [4].

Флавоноид **4**, C<sub>21</sub>H<sub>20</sub>O<sub>11</sub>, т.пл. >300°C (разл.), [α]<sub>D</sub> –19.2° (с 0.10, EtOH–вода); λ<sub>max</sub>, нм (MeOH): 279, 309, 329 (пл.), 363 (пл.). В результате ферментативного гидролиза флавоноида **4** β-гликозидазой получили изоскутеллареин (5,7,8,4'-тетра-гидроксифлавоноид) [2,4] и D-глюкозу. На основании спектральных данных флавоноид **4** идентифицировали с изоскутеллареин 7-О-β-D-глюкопиранозидом [4]. Флавоноиды **1**, **2** и **4** впервые выделены из *S. comosa*, флавоноид **3** в растениях рода *Scutellaria* L. ранее не был обнаружен.

## Список литературы

1. Растительные ресурсы СССР. Цветковые растения, их химический состав, использование. Семейства *Hippuridaceae* – *Lobeliaceae*. СПб.: Наука, 1991. С. 85.
2. Каримов А.М., Ботиров Э.Х., Маматханов А.У., Сагдуллаев Ш.Ш. Флавоноиды растений рода *Scutellaria* L. Ташкент: «Fan va texnologiya», 2016. 180 с.
3. Karimov A.M., Botirov E.Kh. // Russ. J. Bioorg. Chem. 2017. Vol. 43(7). P. 691.
4. Buckingham J., Ranjit V., Munasinghe N. Dictionary of Flavonoids, Boca Raton: CRC Press, 2015. P. 623–624.



## ПОЛИСАХАРИДЫ КРАСНЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ ДЛЯ ДОСТАВКИ ЛЕКАРСТВЕННОЙ СУБСТАНЦИИ ЭХИНОХРОМ

**Карнаков И.А., Горбач В.И., Глазунов В.П., Ермак И.М.**

*Тихоокеанский институт биоорганической химии им. Г.Б. Елякова ДВО РАН  
690022, г. Владивосток, просп. 100-летия Владивостока, 159/2;  
e-mail: vincanety.ru@mail.ru*

Полисахариды высших растений и морских водорослей в последние годы находят все большее применение в биомедицине и биотехнологии благодаря их биоразлагаемости, биосовместимости, доступности. Красные водоросли являются источником уникальных по структуре и физико-химическим свойствам сульфатированных галактанов – агаров и каррагинанов. Каррагинаны, построенные из остатков D-галактозы и ее производных, соединенных  $\beta(1\rightarrow4)$  и  $\alpha(1\rightarrow3)$  гликозидными связями, характеризуются большим структурным разнообразием, что объясняется присутствием 3,6-ангидрогалактозы, различным местоположением и количеством сульфатных групп, а также нерегулярностью расположения каррабиозных звеньев в молекуле. Сочетание гелеобразующих свойств каррагинанов с их физиологической активностью и мукоадгезивностью, а также их способность образовывать комплексы с поликатионами, открывают возможность использования этих полимеров в качестве матриц для доставки лекарственных средств.

Из красных водорослей *Tichocarpus crinitus* и *Chondrus armatus*, собранных в заливе Петра Великого Японского моря в августе 2016–2017 гг., выделены полисахариды (ПС) и установлена их структура. Согласно данным химического анализа, ЯМР- и ИК-спектроскопии, эти ПС, обозначенные как  $\Sigma_C$  – *C. armatus* и  $\Sigma_T$  – *T. crinitus*, содержат каррабиозные звенья, т.е. относятся к каррагинанам, а их желеобразующие фракции представляют собой каппа-каррагинаны ( $\kappa$ -), с незначительным содержанием йота-звеньев и каппа/бета – каррагинаны ( $\kappa/\beta$ -) соответственно. Полученные ПС были использованы в качестве матрицы, для включения эхинохрома (ЭХ) – активной субстанции лекарственного препарата Гистохром, получившего широкое применение в кардиологии и офтальмологии, который нерастворим в воде и подвергается окислению кислородом воздуха.

Согласно данным спектрального анализа, каррагинаны улучшают растворимость ЭХ и предотвращают его от окисления. Макросферы, содержащие ЭХ, были получены путем осаждения растворов каррагинанов с ЭХ в 1% растворе KCl. Анализ спектров поглощения ЭХ, экстрагированного смесью бутанол–вода из гидрогелевых макросфер, свидетельствует о сохранении его в нативной не окисленной форме. Эффективность включения ЭХ в ПС матрицы составляет 64, 37 и 48% для  $\Sigma_C$ ,  $\kappa$ - и  $\kappa/\beta$ -каррагинанов соответственно. Показано, что в среде ЖКТ происходит набухание ПС макросфер, содержащих ЭХ, тогда как в среде кишечника – их растворение. Исследована кинетика высвобождения ЭХ из ПС матриц в условиях, имитирующих среды ЖКТ, кишечника и слезной жидкости и показан пролонгированный эффект используемых матриц.

Получены макросферы  $\Sigma_C$ +ЭХ, покрытые хитозаном, со степенью покрытия хитозаном 11.3%, определенной флуориметрически.

Новые матрицы на основе полисахаридов-каррагинанов могут создать дополнительные преимущества для перорального, трансбуккального и местного применения лекарственного препарата Гистохром.

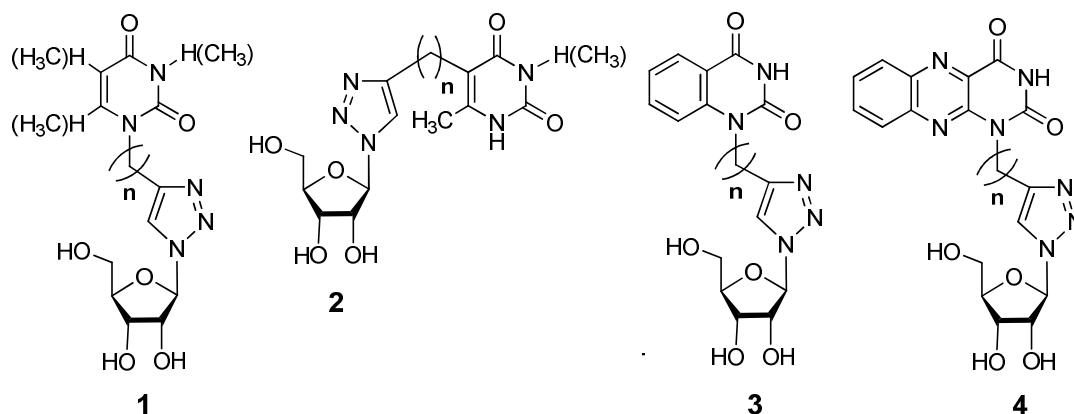
## ПЕРВЫЕ ШАГИ НА ПУТИ К МАКРОЦИКЛИЧЕСКИМ ТРИАЗОЛОВЫМ АНАЛОГАМ ПИРИМИДИНОВЫХ НУКЛЕОЗИДОВ

**Катаев В.Е., Андреева О.В., Сайфина Л.Ф., Беленок М.Г., Сапунова А.С.,  
Волошина А.Д., Семенов В.Э.**

*Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова,  
ФИЦ Казанский научный центр РАН  
420088, г. Казань, ул. Арбузова, 8; e-mail: kataev@iopc.ru*

Нативные нуклеозиды представляют собой самую продуктивную платформу для создания терапевтических агентов с высокой физиологической активностью. На сегодняшний день синтезированы тысячи производных нативных нуклеозидов и их аналогов, многие из которых с успехом используются при лечении разнообразных заболеваний. Все они подразделяются на две большие группы – классические и формальные аналоги нуклеозидов. В первую группу входят производные, сохранившие структуру N-гликозидов, нуклеиновые основания которых и сахарные остатки (рибоза или дезоксирибоза) функционализированы различными заместителями с сохранением или элиминированием одной или обеих углеводных гидроксильных групп. К ним относятся противовирусные препараты азидотимидин, ставудин и др.; противораковые препараты гемцитабин, флоксуридин и др. Во вторую группу входят производные нативных нуклеозидов, в которых сахарный остаток заменен на карбо(гетеро)-циклический (циклопентеновый, пирролидиновый, оксатиановый, др.), нуклеиновое основание заменено на иной гетероцикл, а гликозидная связь C1'-N заменена на связь C1'-CH<sub>2</sub>-N. К ним относятся, например, противовирусные препараты абакавир, ламивудин и др.

В докладе сообщается о синтезе и биологической активности большой серии неизвестных ранее формальных аналогов пириимидиновых нуклеозидов **1–4**, в которых рибофуранозный остаток присоединен к нуклеиновым основаниям (урацил, тимин) или их производным (6-метилурацил, 3,6-диметилурацил, хиназолин-2,4-дион, аллоксазин) через 4-алкилен-1,2,3-триазоловый фрагмент. Обсуждается влияние на биологическую активность природы нуклеинового основания или его производного, а также длины алкиленового линкера.



*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (грант № 19-13-00003).*

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЙ ХИМИЧЕСКОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ШЕЛУХИ ОВСА В СУБСТРАТЫ ДЛЯ ФЕРМЕНТАТИВНОГО ГИДРОЛИЗА

Кащеева Е.И., Скиба Е.А., Золотухин В.Н., Будаева В.В.

*Институт проблем химико-энергетических технологий СО РАН  
659322, г. Бийск, ул. Социалистическая, 1; e-mail: massl@mail.ru*

Выбор способа химической трансформации биомассы определяет физико-химические свойства получаемого субстрата, его реакционную способность к ферментативному гидролизу, эффективность ферментативной трансформации, особенности взаимодействий субстрата с ферментативным комплексом, возможные явления ингибирования и адсорбции фермента [1–4].

Цель работы – исследование энергоэффективной химической трансформации шелухи овса в субстраты для ферментативного гидролиза.

Шелуха овса подвергалась предварительной обработке разбавленным раствором азотной кислоты с концентрацией 4.4% (гидромодуль 1:15) при температуре 90–95°C и продолжительности 6–8 ч. После охлаждения полученный продукт азотнокислой обработки (ПАО) отфильтровывался и промывался на фильтре до обесцвечивания промывных вод. Отработанный раствор кислоты укреплялся 70%-ным раствором азотной кислоты до исходной концентрации и использовался для последующих обработок новых партий сырья. Всего проведено 10 последовательных обработок шелухи овса (I–X). Работа выполнена при использовании оборудования Бийского регионального центра коллективного пользования СО РАН (ИПХЭТ СО РАН, г. Бийск).

Установлено, что раствор 4.4%-ной азотной кислоты не может быть использован более пяти раз: наблюдается снижение массовой доли целлюлозы в образцах I–V (от 90% до 85%) и повышение содержания лигнина (от 11 до 14%), золы (от 9 до 11%) и пентозанов (от 9 до 11%). Повышение массовой концентрации азотной кислоты в отработанном растворе (начиная с образца VI) позволило улучшить характеристики ПАО: характеристики образца X сопоставимы с образцом III. Поэтому многократное использование раствора азотной кислоты представляется целесообразным.

По реакционной способности к ферментативному гидролизу образцы ПАО располагаются в следующей последовательности:  $II > V > X > IX > I > III > VI > VII > IV > VIII$ . Примечательно, что вопреки распространённому мнению [4], повышение массовой доли лигнина в образцах ПАО от I к X обработке не приводит к снижению их реакционной способности к ферментативному гидролизу. Это свидетельствует об отсутствии ингибирующего эффекта для нитрованного лигнина в субстратах.

### *Список литературы*

1. Chen H., Liu J., Chang X., Chen D., Xue Y., Liu P., Lin H., Han S. A review on the pretreatment of lignocellulose for high-value chemicals // Fuel Processing Technology. 2017. Vol. 160. P. 196–206.
2. Rabemanolontsoa H., Saka S. Various pretreatments of lignocellulosics // Bioresource Technology. 2016. Vol. 199. P. 83–91.
3. Sun S., Sun S., Cao X., Sun R. The role of pretreatment in improving the enzymatic hydrolysis of lignocellulosic materials // Bioresource Technology. 2016. Vol. 199. P. 49–58.
4. Hu F., Ragauskas A. Pretreatment and lignocellulosic chemistry // Bioenergy Research. 2012. Vol. 5. P. 1043–1066.

## ОЦЕНКА АНТИБАКТЕРИАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЭКСТРАКТОВ ПАСЛЕНА ЧЕРНОГО (*SOLANUM NIGRUM* L.)

Клепикова А.В., Вилкова Д.Д., Астафьева О.В.

*Астраханский государственный университет*  
414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1; e-mail: kafedrabiotekhnologii@mail.ru

Паслен черный (*Solanum nigrum* L.) – однолетнее травянистое растение, распространено по всей территории Европы, Средней Азии, в Европейской части России, занесен в Северную Америку [1]. *S. nigrum* содержит различные биоактивные вещества, которые оказывают разнообразное влияние.

Цель работы – исследование антибактериальной активности выделенных биологически активных компонентов *S. nigrum*. В качестве тест-объектов были выбраны микроорганизмы, выделенные из филе русского осетра.

В ходе исследования были приготовлены водные и 70%-ные спиртовые экстракты стеблей и листьев паслена черного. Для удаления растворителей экстракты высушивали в сушильном шкафу при 60°C. Сухие порошки водного экстракта стебля, этанольного (70%) экстракта стебля и этанольного (70%) экстракта листьев смешивали между собой в следующих соотношениях: 1:1:1 (№ 1); 3:3:1 (№ 2); 5:5:1 (№ 3) соответственно. Каждую из трех смесей порошков растворяли в 1 мл дистиллированной воды. В итоге были приготовлены три экстракта, концентрации которых составляли: 1.5% (№ 1), 3.5% (№ 2) и 5.5% (№ 3). Суспензию готовили путем смешения в равных долях суспензий шести разных микроорганизмов. Изучение влияния экстрактов паслена на микроорганизмы проводили методом диффузии препарата в питательную среду с применением лунок [2]. В качестве контроля использовали дистиллированную воду и ДМСО. Исследование проводили в трех повторностях. Посевы инкубировали при температуре 37°C.

На третьи сутки инкубирования измеряли диаметры зон задержки роста (ДЗЗР). Антибактериальной активностью обладали все экстракты, но в большей степени ингибирование роста бактерий наблюдалось под действием композиции экстрактов с соотношением 1:1:1.

Полученные результаты свидетельствуют о необходимости дальнейшего изучения как химического состава полученных экстрактов, так и механизмов действия действующих веществ на бактериальные клетки.

### Список литературы

1. Губанов И.А., Киселева К.В., Новикова В.С., Тихомиров В.Н. Иллюстрированный определитель растений Средней России. Т. 3. М.: Т-во научных изданий КМК, 2004. 526 с.
2. Сухенко Л.Т. Лабораторно-практические занятия по микробиологии с основами вирусологии. Астрахань: АГПУ, 1999. 16 с.

## ФОТОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СУПРАМОЛЕКУЛЯРНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ХЛОРИНА e<sub>6</sub>

**Клименко И.В.<sup>1</sup>, Лобанов А.В.<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup>*Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН  
119334, г. Москва, ул. Косыгина, 4; e-mail: inna@deom.chph.ras.ru*

<sup>2</sup>*Институт химической физики им. Н.Н. Семенова РАН  
119991, г. Москва, ул. Косыгина, 4*

<sup>3</sup>*Московский педагогический государственный университет,  
Институт биологии и химии  
129164, Москва, ул. Кибальчича, 6; e-mail: av.lobanov@mpgu.su*

Благодаря применению порфиринов в качестве фотосенсибилизаторов при фотодинамической терапии (ФДТ) и флуоресцентной диагностике важнейшей задачей является исследование физико-химических свойств новых порфиринсодержащих объектов, в частности, водорастворимого производного хлорофилла – хлорина e<sub>6</sub>. В данной работе определены спектрально-флуоресцентные характеристики новых супрамолекулярных систем на основе хлорина e<sub>6</sub> (Хe<sub>6</sub>, 2·10<sup>-5</sup> М), изучено влияние различных вспомогательных веществ, таких как поли-N-винилпирролидон (ПВП), Cremophor® (солюбилизатор гидрогенизированного касторового масла, полиэтиленгликоль ПЭГ-40), поливиниловый спирт гидролизованный (ПВС), натриевая соль карбоксиметилцеллюлозы (пищевая добавка Е466, Na-КМЦ), диметилсульфоксид (ДМСО) на спектральные характеристики полученных супрамолекулярных систем. Выбор данных водорастворимых вспомогательных веществ объясняется их широким использованием в качестве биологически совместимых веществ, применяемых как часть фармакологических препаратов.

Спектры оптического поглощения (200–900 нм) регистрировали с помощью UV-VIS спектрофотометра «TU-1901». Регистрацию спектров флуоресценции в области 550–800 нм проводили с использованием спектрофлуориметра «Флюорат-02 Панорама» фирмы «Люмэкс», λ<sub>возб</sub> = 410 нм. Все измерения осуществляли при нормальных условиях. Обработка полученных данных производилась с использованием программного пакета «Origin 8.0».

Анализ данных показал, что спектральные изменения в системах Хe<sub>6</sub>–ПВП, Хe<sub>6</sub>–ПЭГ-40, Хe<sub>6</sub>–Na-КМЦ, Хe<sub>6</sub>–ПВС, связанные с батохромным смещением длинноволновой полосы поглощения сенсibilизатора и одновременным увеличением интенсивности поглощения, свидетельствуют о взаимодействии молекул Хe<sub>6</sub> с молекулами солюбилизаторов и образовании молекулярных комплексов типа пигмент-пигмент и пигмент-солюбилизатор. Следует заметить, что смещение спектра Хe<sub>6</sub> в длинноволновую область повышает проницаемость тканей для видимого света и одновременно снижает поглощение света гемоглобином крови в области 500–600 нм, что играет существенную роль для повышения эффективности ФДТ. Обнаружено также, что добавление в водный раствор хлорина e<sub>6</sub> всех исследуемых вспомогательных веществ, кроме ДМСО, приводит к увеличению интенсивности флуоресценции Хe<sub>6</sub>. Наибольшее увеличение интенсивности флуоресценции наблюдается при добавлении в раствор Хe<sub>6</sub> ПЭГ-40 и ПВП.

*Работа выполнена в рамках государственного задания ИБХФ РАН (№ гос. регистрации 01201253304) и государственного задания ИХФ РАН Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема 0082-2018-0006, рег. номер № АААА-А18-118020890097-1).*

## ГЕРОПРОТЕКТОРНЫЕ СВОЙСТВА dNTP НА МОДЕЛИ *DROSOPHILA MELANOGASTER*

**Коваль Л.А., Москалев А.А.**

*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН  
167982, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 28; e-mail: lyubov.schilova@yandex.ru*

К числу важнейших физиологических свойств организма относятся продолжительность жизни, плодовитость и двигательная активность. С возрастом происходит снижение многих показателей репродуктивной функции, а также снижение двигательной активности до значений, близких к нулю в старших возрастах [1, 2] и изменение поведенческих реакций. Синтез нуклеотидов – один из наиболее активных процессов в клетке. Б.С. Фрэнк [3] обнаружил, что стареющие клетки можно «омолодить», снабдив их нуклеиновыми кислотами. Дезоксинуклеотидтрифосфаты (dNTP) – предшественники нуклеиновых кислот, субстрат, который использует ДНК – полимеразы для синтеза дочерних молекул ДНК. Мы предположили, что дополнительное внесение готовых нуклеотидов в питание дрозофил будет способствовать повышению эффективности работы системы репарации ДНК и приведет к продлению жизни, длительному поддержанию репродукции и двигательной активности. В проведенном исследовании показано достоверное увеличение медианной продолжительности жизни и возраста 90% смертности у самцов *Drosophila melanogaster* линии *Canton-S*, получавших dNTP. У самок *Drosophila melanogaster* наблюдали снижение как медианной продолжительности жизни, так и возраста 90% смертности. Наблюдали разнонаправленный эффект на плодовитости самок, получавших dNTP. Прием dNTP не привел к достоверным различиям двигательной активности самок *Drosophila melanogaster*. Также dNTP не повлиял на показатели отрицательного геотаксиса самцов.

*Исследование выполнено в рамках государственного задания по теме «Разработка геропротекторных и радиопротекторных препаратов», № АААА-А19-119021590022-2 и при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-315-00086.*

### **Список литературы**

1. Москалёв А.А. Старение и гены. СПб.: Наука, 2008. 359 с.
2. Cook-Wiens E., Grotewiel M.S. // Exp. Gerontol. 2002. Vol. 37. P. 1345–1355.
3. Фрэнк Б.С. Лечение старения и дегенеративных заболеваний нуклеиновой кислотой. Нью-Йорк: Психологическая библиотека, 1969.

## ХИМИЧЕСКИЕ ТРАНСФОРМАЦИИ ИЗОХИНОЛИНОВОГО АЛКАЛОИДА САЛЬСОЛИДИНА

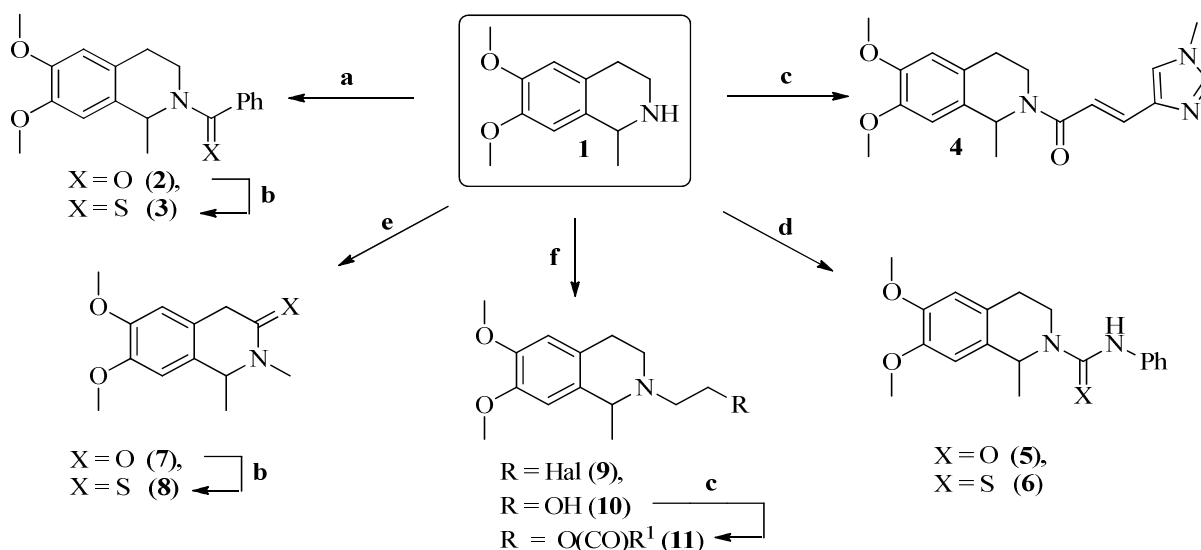
**Ковальская А.В., Петрова П.Р., Цыпышева И.П.**

*Уфимский институт химии, Уфимский ФИЦ РАН  
450054, г. Уфа, просп. Октября, 71; e-mail: tsipisheva@anrb.ru*

Изохинолиновый алкалоид сальсолидин **1** (1-метил-6,7-диметокси-1,2,3,4-тетрагидро-изохинолин) является мажорным метаболитом растений семейств *Cactaceae* (кактусовые) и *Chenopodiaceae* (маревые). Впервые был выделен из солянки Рихтера (*Salsola richteri* Kar.) А.П. Ореховым в 1930-х гг.

Алкалоид обладает спазмолитическим действием, разрешен для клинического применения в виде гидрохлорида (*Salsolidinum hydrochloricum*) и назначается в индивидуальном виде, а иногда в комбинации с другими препаратами при лечении гипертонической болезни.

Мы представляем некоторые химические трансформации этого алкалоида (схема), позволяющие получать на его основе амиды и тиоамиды (**2**, **3**, **7**, **8**), конъюгаты с другими биологически активными соединениями (амид метилурокановой кислоты **4**), мочевины и тиомочевины (**5**, **6**), а также продукты галоген(гидрокси)этилирования его вторичной аминогруппы (**9**, **10**). Соединение **10** далее трансформировано в соответствующие эфиры биологически значимых органических кислот общей структурной формулы **11**.



**Реагенты и условия:** **a)**  $\text{VzCl}$ , пиридин,  $20^\circ\text{C}$ ; **b)** реагент Лавессона, толуол,  $110^\circ\text{C}$ ; **c)** кислота, *N*-гидросисукцинимид, ДЦГКД, диоксан,  $20^\circ\text{C}$ ; **d)**  $\text{PhNCO}$  или  $\text{PhNCS}$ , бензол,  $80^\circ\text{C}$ ; **e)**  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{MeCN}:\text{H}_2\text{O}$  (10:1),  $20^\circ\text{C}$ ; **f)**  $\text{HalCH}_2\text{CH}_2\text{Hal}(\text{OH})$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ , ацетон,  $56^\circ\text{C}$ .

Работа выполнена в рамках государственного задания УФИХ УФИЦ РАН, номер государственной регистрации темы АААА-А17-117011910025-6.

## СТРУКТУРА И СВОЙСТВА НЕКРАХМАЛЬНЫХ ПОЛИСАХАРИДОВ ЗЕРНА КАК ОСНОВА ДЛЯ НАПРАВЛЕННОЙ СЕЛЕКЦИИ РЖИ

**Козлова Л.В.<sup>1</sup>, Назипова А.Р.<sup>1</sup>, Агеева М.В.<sup>1</sup>, Микшина П.В.<sup>1</sup>,  
Маннапова Г.С.<sup>2</sup>, Пономарев С.Н.<sup>2</sup>, Пономарева М.Л.<sup>2</sup>, Горшкова Т.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Казанский институт биохимии и биофизики, ФИЦ Казанский научный центр РАН  
420111, г. Казань, ул. Лобачевского, 2/31; e-mail: kozlova@kibb.knc.ru

<sup>2</sup>Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства,  
ФИЦ Казанский научный центр РАН

420059, г. Казань, ул. Оренбургский тракт, 48; e-mail: smponomarev@yandex.ru

Россия входит в число стран – мировых лидеров по производству ржи (*Secale cereale*). В Восточной и Северной Европе она используется не только как традиционная зерновая культура, но и как эффективный сидерат, на фураж, как источник сырья для спиртовой промышленности и производства биопластиков. При этом разные сорта ржи характеризуются различной пригодностью для нужд той или иной отрасли. Зерно, подходящее для выпечки хлеба, не следует использовать в качестве корма для животных с однокамерным желудком и птиц. Сложности также возникают с переработкой такого зерна в спирт. Применимость зерна для тех или иных целей определяется содержанием и структурой его некрахмальных полисахаридов и в особенности – арабиноксиланов. В связи с этим селекция ржи одновременно ведется в двух разных направлениях – для увеличения содержания водорастворимых арабиноксиланов, поскольку они улучшают качество хлеба, и для снижения их содержания, так как именно набухание арабиноксиланов препятствует усвоению питательных веществ сельскохозяйственными животными и усложняет процесс выгонки спирта.

В рамках исследования были охарактеризованы содержание, молекулярно-массовое распределение и моносахаридный состав водорастворимых арабиноксиланов из муки грубого помола шести различных сортов ржи. Данные о содержании сопоставлены с результатами анализа вязкости водного экстракта. В контрастных сортах методом иммунохимии была установлена динамика накопления высоко- и низкозамещенных арабинозой арабиноксиланов в зародыше, эндосперме и оболочках зерновки. Данные иммунохимии подтверждены результатами двухфазного сернокислотного гидролиза с последующей детекцией индивидуальных моносахаридов. Активность ферментов мобилизационного комплекса была охарактеризована по содержанию моносахаридов в водных экстрактах. Предложены механизмы формирования у ржи признака высокого и низкого содержания арабиноксиланов.

*Работа выполняется при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, № проекта офи\_м\_17-29-08023.*





## **$\alpha$ -D-ГЛЮКОПИРАНОЗИЛ-[ $\beta$ -D-ФРУКТОФУРАНОЗИЛ]<sub>(n-1)</sub>-D-ФРУКТОФУРАНОЗИД КАК ПЕРСПЕКТИВНАЯ ПРИРОДНАЯ МАТРИЦА-НОСИТЕЛЬ ФАРМАКОНОВ**

**Конкина И.Г.<sup>1</sup>, Иванов С.П.<sup>1</sup>, Хамитов Э.М.<sup>1</sup>, Козлов В.Н.<sup>2</sup>, Муринов Ю.И.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Уфимский институт химии, Уфимский ФИЦ РАН*

*450054, г. Уфа, просп. Октября, 71; e-mail: irkonk@anrb.ru*

<sup>2</sup>*Башкирский институт технологий и управления (филиал),*

*Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского  
453850, г. Мелеуз, ул. Смоленская, 34*

Создание новых форм доставки биологически активных веществ – актуальная проблема современной фармакологии. Одна из ее задач – увеличение биодоступности препаратов, склонных к деградации в желудочно-кишечном тракте. В этом отношении распространенный растительный поли/олигосахарид  $\alpha$ -D-глюкопиранозил-[ $\beta$ -D-фруктофуранозил]<sub>(n-1)</sub>-D-фруктофуранозид, (далее инулин, или **In**) представляет несомненный интерес. Структура его макромолекул, их ассоциатов, а также твердых изоморфных форм и гидрогелей благоприятна для образования соединений с низкомолекулярными фармаконами за счет сложноэфирных, водородных, или других нековалентных связей, а его волокна подвергаются ферментации только в толстом кишечнике. В сотнях зарубежных публикаций приводятся данные о широком спектре физико-химических характеристик **In** [1], обеспечивающих его востребованность в фармакологической промышленности и производстве продуктов функционального питания. Производство инулина для России является инновационным направлением [2], а изучение образцов российского инулина, сырьем для которого служит *Heliánthus tuberosus*, – актуальной задачей. Для одного из образцов российского инулина (ТУ 9187-002-97357430-09) методом ЯМР <sup>13</sup>C нами было выполнено определение соотношения звеньев глюкозы и фруктозы в его макромолекулах. Оно составило 1/8 и оказалось соответствующим структурной единице известных образцов [3]. С учетом этих данных проведена *in silico* симуляция NPT системы вода–**In**, по результатам которой был сделан вывод об образовании макромолекулой **In** в водной среде доменов, приемлемых для инкапсулирования низкомолекулярных фармаконов. Экспериментально проведено инкапсулирование соединений йода в матрицу **In**. Синтезированные соединения продемонстрировали чрезвычайно важное сочетание: высокую эффективность устранения йодной недостаточности и совместимость с пищевыми технологиями.

*Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства образования и науки № АААА-А17-117011910033-1.*

### **Список литературы**

1. Mensink M.A., Frijlinn H.W., Maarschalk Van der Voort K., Hinrichs W.L. Inulin, a flexible oligosaccharide // Carbohydrate Polymers. 2015. Vol. 130. P. 405–419.
2. Кайшев В.Г., Лукин Н.Д., Серегин С.Н., Корниенко А.В. Рынок инулина в России: возможности развития сырьевой базы и необходимые ресурсы для создания современного отечественного производства // Пищевая промышл. 2018. № 5. С. 8–17.
3. Конкина И.Г., Иванов С.П., Лобов А.Н., Муллагильдина К.И., Одиноква Е.В., Тучкина Л.К., Файзрахманов И.С., Козлов В.Н. Соотношение звеньев глюкозы и фруктозы в макромолекулах образца инулина: определение методом <sup>13</sup>C ЯМР спектроскопии // Вестник Башкирского университета. 2018. Т. 23. № 3. С. 705–709.

## НАНО- И МЕЗОРАЗМЕРНОЕ СТРУКТУРИРОВАНИЕ В РАСТВОРАХ: ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ ТОНКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

**Кононов Л.О.**

*Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН  
119991, г. Москва, Ленинский просп., 47; e-mail: leonid.kononov@gmail.com*

К настоящему времени хорошо установлено [1–4], что большинство макроскопически гомогенных водных и неводных растворов разнообразных *низкомолекулярных* веществ структурировано на нано- и мезо-уровне (размер неоднородностей, супрамеров в нашей терминологии [4], варьирует от 1 до  $10^2$ – $10^3$  нм). Этот новый тип «слабого» (если судить по величине энергии взаимодействия, которая не превышает  $kT$  [2]), но крайне эффективного и самопроизвольного структурирования жидкостей долгое время не привлекал внимание исследователей; и только недавно была выявлена его важность для адекватного описания химических процессов [4, 5].

Мы развиваем подход, который в явном виде учитывает структуру реакционного раствора и основан на гипотезе о том, что во многих случаях истинными реагирующими частицами в растворах являются не отдельные молекулы реагентов, а их нековалентно-связанные супрамолекулярные агрегаты, супрамеры, которые могут включать молекулы растворителя [4]. В соответствии с этим супрамерным подходом молекулярная структура и условия проведения реакций определяют структуру образующихся супрамеров и, как следствие, их химические свойства. В докладе представлен обзор опубликованных и новых результатов, свидетельствующих о том, что для адекватного обсуждения реакционной способности и результатов химических реакций (на примере реакций гликозилирования и других реакций с участием производных углеводов) необходимо учитывать не только *строение молекул* реагентов, но и *структуру реакционного раствора*, модулирование которой дает в руки химиков-синтетиков новый мощный инструмент влияния на результаты реакций. Например, изменение термодинамического качества растворителя, в котором проводится реакция, может (1) приводить к существенному увеличению плотности супрамеров гликозил-донора и снижению его реакционной способности при разбавлении [6] или (2) способствовать протеканию эффективного сужения цикла в тиопиранозидах [7].

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 16-13-10244-П).*

### **Список литературы**

1. Rak D., Sedlak M. // J. Phys. Chem. B. 2019. Vol. 123. P. 1365–1374.
2. Zemb T., Kunz W. // Curr. Opin. Colloid Interface Sci. 2016. Vol. 22. P. 113–119.
3. Zemb T.N., Klossek M., Lopian T., Marcus J., Schoettl S., Horinek D., Prevost S.F., Touraud D., Diat O., Marcelja S., Kunz W. // Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 2016. Vol. 113. P. 4260–4265.
4. Kononov L.O. // RSC Adv. 2015. Vol. 5. P. 46718–46734.
5. Krickl S., Buchecker T., Meyer A.U., Grillo I., Touraud D., Bauduin P., Konig B., Pfitzner A., Kunz W. // Phys. Chem. Chem. Phys. 2017. Vol. 19. P. 23773–23780.
6. Nagornaya M.O., Orlova A.V., Stepanova E.V., Zinin A.I., Laptinskaya T.V., Kononov L.O. // Carbohydr. Res. 2018. Vol. 470. P. 27–35.
7. Abronina P.I., Malysheva N.N., Litvinenko V.V., Zinin A.I., Kolotyorkina N.G., Kononov L.O. // Org. Lett. 2018. Vol. 20. P. 6051–6054.

## КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ И СЛОЖНЫЕ ЭФИРЫ СПИРТОВОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИЗ ТРАВЫ ОСОТА ОГОРОДНОГО (*SONCHUS OLERACEUS* L.)

Копытько Я.Ф.

Всероссийский научно-исследовательский институт  
лекарственных и ароматических растений (ВИЛАР)  
117216, г. Москва, ул. Грина, 7; e-mail: yanina@kopytko.ru

Осот огородный (*Sonchus oleraceus* L., *Asteraceae*) – однолетнее травянистое сорняковое растение, встречающееся в Европе, Азии и Северной Африке. Используется как овощное и лекарственное. Обладает гепатозащитным, противовоспалительным, жаропонижающим, противодиабетическим, антиноцицептивным, анксиолитическим, антиоксидантным, седативным, цитотоксическим действием. В лекарственном растительном сырье (ЛРС) содержатся фенольные вещества, сесквитерпеновые лактоны, сапонины и др. [1, 2]. В листьях *S. oleraceus* найдены жирные кислоты: пальмитиновая (C16:0) и  $\omega$ 3-полиненасыщенные –  $\alpha$ -линоленовая (C18:3 $\omega$ 3) и линолевая (C18:2 $\omega$ 6) [3].

Цель работы – изучение состава карбоновых кислот и сложных эфиров спиртового извлечения из свежей травы осота огородного (*Sonchus oleraceus* L.), заготовленной в биоколлекции ФГБНУ ВИЛАР в начале сентября 2018 г., методом ГЖХ-МС на хромато-масс-спектрометре «Varian 450GC-220MS» с масс-анализатором типа «ионная ловушка». Извлечение получали в соответствии с методом 3 ОФС.1.6.2.0008.18. Испытуемый раствор готовили следующим образом: 10 мл спиртового извлечения помещали в делительную воронку и экстрагировали этилацетатом в соотношении 1:1.

Хроматографическое разделение компонентов пробы проводили на кварцевой капиллярной колонке «FactorFOUR VF-5ms» (30 м × 0.25 мм). Газ-носитель – гелий, скорость потока – 1.0 мл/мин. В инжектор хроматографа при температуре 200°C (деление потока 10) вводили 1 мкл испытуемого раствора. Температурная программа колонки: 50°C – 5 мин, нагрев до 110°C со скоростью 5°C/мин, 110°C – 2 мин, нагрев до 240°C – 25°C/мин, 240°C – 10 мин. Идентификацию разделенных компонентов проводили с использованием библиотеки масс-спектров «NIST Version 2f» и алгоритмов сравнения программного обеспечения «Saturn» (Varian). Количественную оценку осуществляли методом нормализации по площади пиков (полный ионный ток) идентифицированных соединений с применением автоматической системы обработки.

В пробе превалирует этиловый эфир пропионовой кислоты (50.20%), наряду с которым обнаружены этиловые эфиры 9,12,15-октадекатриеновой (18.2%), 3-гидрокси-фенилуксусной (5.05%), 9,12-гексадекадиеновой (4.87%), линолевой (4.85%), 3,4-дигидроксиминдальной (1.06%), миндальной (0.19%) кислот. Найдены также бутилизогексильный эфир щавелевой кислоты (1.62%), диэтиловый эфир бутандиовой кислоты (0.28%), метил-(2-гидрокси-3-этокси-фенил)-эфир (1.78%), этил-2-пропилфениловый эфир фумаровой кислоты (1.54%), 3,5-диметокси-4-гидрокси-фенилуксусная кислота (7.21%), 9,12-октадекадиеновая кислота (3.11%).

Найденные вещества могут вносить вклад в фармакологическое действие ЛРС и препаратов *Sonchus oleraceus*, полученные данные будут учтены при изучении метаболизма растения, разработке методик стандартизации.

### Список литературы

1. Puri A.V., Khandagale P.D., Ansari Y.N. // Int. J. Pharm. Biol. Sci. 2018. Vol. 8. No. 3. P. 1–9.
2. Li X.-M., Yang P.-Y. // Int. J. Food Prop. 2018. Vol. 21. P. 147–157.
3. Guil-Guerrero J.L., Giménez-Giménez A., Rodríguez-García I., Torija-Isasa M.E. // J. Sci. Food. Agric. 1998. Vol. 76. P. 628–632.

## СВОЙСТВА ПЕКТИНА РЯБИНЫ, ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ В ПРИБАЙКАЛЬЕ

Королева А.Е., Луцкий В.И.

*Иркутский национальный исследовательский технический университет  
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83; e-mail: vladlutsky@gmail.com*

Рябина обыкновенная – *Sorbus aucuparia* L. (сем. *Rosaceae*) – довольно широко распространена в умеренной полосе земного шара, в том числе в Сибири. Широкого промышленного применения ягоды рябины не находят, не считая использования в небольших масштабах в ликеро-водочном и, еще в меньших, в кондитерском производствах. По некоторым литературным данным плоды рябины богаты пектинами [1]. Химическое строение и свойства пектинов сильно зависят от источника выделения, метода обработки сырья и способа выделения.

Цель работы – первичное изучение пектинов рябины обыкновенной, произрастающей в Прибайкалье, с целью возможности комплексного и безотходного использования этого ценного пищевого сырья.

Из плодов рябины обыкновенной выделили две фракции пектина: коричневую и белую, последовательной экстракцией водой, подкисленной раствором HCl до pH 1–2 [2], и 0.7%-ным раствором оксалата аммония соответственно [1]. Выход коричневого пектина – 0.60%, белого – 11.16% (от абсолютно сухого сырья). Определены некоторые важные характеристики выделенного пектина: содержание свободных кислотных групп – 29.8% (кондуктометрическое титрование) [3], уронидная составляющая – 88.6%, полная статическая обменная емкость (ПСОЕ) по катионам двухвалентных металлов – 325.3 мг-экв/г (обе последние – потенциометрическое титрование) [4]. Молекулярную массу пектина определяли вискозиметрическим методом: 8200–8300 дальтон для коричневой фракции и 800–900 дальтон для белой фракции. Криоскопический метод, вероятно, не подходит для определения массы рябинового пектина, так как полученные результаты для белой фракции оказались менее 100 дальтон.

Сорбционные свойства пектина пропорционально связаны с этими характеристиками. Для сравнения с сорбционными свойствами рябинового пектина определены характеристики яблочного коммерческого пектина марки HAS 105 Haidheng Pectin (Китай). Из полученных данных можно сделать вывод, что рябиновый пектин обладает более сильными детоксикационными свойствами: его уронидная составляющая, содержание свободных кислотных групп, ПСОЕ выше соответствующих показателей яблочного коммерческого пектина в 3, 15 и 6 раз соответственно. Установлено, что средняя молекулярная масса рябинового пектина значительно меньше молекулярной массы яблочного. Из этого можно сделать вывод, что пектин рябины, произрастающей в Прибайкалье, не обладает желеобразующими свойствами.

Таким образом, выделенный пектин можно рекомендовать, после соответствующих фармакологических испытаний, в качестве детоксикационной БАД к пище.

### Список литературы

1. Злобин А.А., Мартинсон Е.А., Литвинец С.Г., Овечкина И.А., Дурнев Е.А., Овдова Р.Г. // Химия раст. сырья. 2011. № 1. С. 39–44.
2. Михеева Л.А., Тры А.В. // Вестник ВГУ. 2013. № 2. С. 63–64.
3. Шелухина Н.П. и др. Пектины и параметры его получения. Фрунзе: Илим, 1987. 108 с.
4. Кайшева Н.Ш., Щербак С.Н., Компанцев В.А. // ЖАХ. 1994. Т. 49. № 11. С. 1158–1162.

## КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ОЛИГО- И ПОЛИФЛАВАНОВ *PSEUDOSSEDUM LONGIDENTATUM* A. BOR.

**Корулькин Д.Ю., Музыкакина Р.А.**

*Казахский национальный университет им. аль-Фараби  
Республика Казахстан, 050040, г. Алматы, просп. аль-Фараби, 71;  
e-mail: Dmitriy.Korulkin@kaznu.kz*

Природные полифлаваны представляют собой широко распространенную в высших растениях группу биологически активных веществ с низкой токсичностью и выраженным противоопухолевым, противовоспалительным, ранозаживляющим, гепатопротекторным, антибактериальным, противогрибковым, Р-витаминным и вяжущим действием [1].

Объект нашего исследования – полифлаваны казахстанского вида *Pseudosedum longidentatum* A. Bor.

Для селективного извлечения суммы конденсированных танинов использовали разработанную нами методику [2], заключающуюся в последовательной экстракции надземной части псевдоочитка длиннозубчатого хлороформом, этилацетатом и спиртом этиловым 95%. Для разделения веществ этилацетатной фракции была использована гель-хроматография на колонке с сефадексом LH-20 с использованием в качестве элюента водно-спиртовых смесей состава от 1:9 до 1:1. Для разделения компонентов этанольного экстракта использовали гель-хроматографию на колонках с сефадексом HW-40 и водно-метанольной элюентной системой состава от 1:9 до 1:1, а также системой метанол–вода–ацетон (7:1:2). Разделение веществ контролировали методом ТСХ на пластинах «Silufol UV-254» в системах: бензол–этанол (1:1) и бензол–ацетон (1:3). Полифлаваны извлекали из экстрактов обработкой 10%-ным раствором среднего ацетата свинца и гидролизом полученных солей 5%-ной серной кислотой после центрифугирования. Разделение выделенных олиго- и полифлаванов осуществляли гель-хроматографией на LH-20 и адсорбционно-распределительным разделением на полиамиде, элюируя компоненты водой и 10%-ным водным ацетоном.

Структуру элементарного звена выделенных олиго- и полифлаванов определяли после гидролиза тиогликолевой кислотой [3], сравнением с аутентичными образцами антоцианидинов и катехинов методом ВЭЖХ в системе НФ: УМС-пак СИЛ-60; ПФ: 0.01 М фосфорная кислота–0.01М дигидрофосфат калия–ацетонитрил (41:41:18, по объему) при использовании УФ-детектора (280 нм).

В результате установлено, что компонентный состав фракции олигофлаванов псевдоочитка длиннозубчатого представлен: димерами и тетрамерами (+)-катехина, (–)-эпикатехингаллата и (–)-галлокатехингаллата; полифлаваны *Pseudosedum longidentatum* A. Bor. представлены полиэпикатехином, полиэпикатехингаллатом и полигалло-катехингаллатом. Характерной особенностью выделенных метаболитов является их 5,7-гидроксилирование по кольцу А; 4,8'-тип межфлавановой связи и монокомпонентность элементарного звена конденсированных танинов.

Исследования химического состава казахстанского вида *Pseudosedum longidentatum* A. Bor. и биоскрининговые исследования выделенных веществ продолжаются.

### **Список литературы**

1. Dewick P.M. Medicinal natural products. New York: John Wiley & Sons Ltd, 2002. 515 p.
2. Музыкакина Р.А., Корулькин Д.Ю. Технология производства и анализ фитопрепаратов, Алматы: КазНУ, 2011. 356 с.
3. Hemingway R.W., Karchesy J.J., Branham S.J. Chemistry and significance of condensed tannins, New York: Springer-Verlag. 553 p.

## ВЫДЕЛЕНИЕ НЕОМЫЛЯЕМЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ТАЛЛОВОГО ПЕКА НЕПРЕРЫВНОЙ ЭКСТРАКЦИЕЙ

**Коршунов А.О.<sup>1</sup>, Лазарев М.А.<sup>1,2</sup>, Радбиль А.Б.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>*Нижегородский университет им. Н.И. Лобачевского, НИИ химии  
603950, г. Нижний Новгород, просп. Гагарина, 23, к. 5; e-mail: korshalexey@gmail.com*

<sup>2</sup>*АО «Управляющая компания биохимического холдинга ОРГХИМ»  
603950, г. Нижний Новгород, ул. Белинского, 55а*

Комплексная переработка отходов лесохимических производств становится все более актуальным направлением, позволяющим наиболее эффективно использовать имеющиеся ресурсы и при этом получать высокомаржинальные продукты. Одним из примеров такого рачительного использования побочных продуктов может являться талловый пек – нелетучий остаток от ректификации сырого таллового масла.

Талловый пек, полученный на целлюлозно-бумажном производстве, чаще всего сжигается, как побочный продукт. Однако существуют другие способы его квалифицированного использования [1]. Стоит заметить, что талловый пек содержит в своем составе неомыляемые вещества в диапазоне 24–38%, окисленные вещества 12–29%, смоляные кислоты – 6–26%, жирные кислоты – 28–41%. Особый интерес вызывают неомыляемые вещества, которые в дальнейшем могут быть использованы для получения ценных биологически активных веществ: жирных спиртов, фитостероинов и бетулина.

В данной работе исследовали возможность выделения неомыляемых веществ из омыленного таллового пека методом селективной противоточной экстракции парафиновыми углеводородами разного строения. На первой стадии талловый пек омыляли в спиртовой среде с помощью щелочи. На второй стадии омыленный пек экстрагировали на пилотной установке противоточной экстракции производства фирмы «NORMAG Labor- und Prozesstechnik GmbH». Затем экстрактивный раствор в парафиновых углеводородах упаривали, полученный остаток – экстракт – анализировали методом газовой хроматографии.

Процесс экстракции неомыляемых веществ из таллового пека, включая фитостеролы, исследовали в широком диапазоне условий: температура от 60 до 130°C; соотношение сырье–экстрагент от 1:1 до 1:4; экстрагентом выступали парафиновые углеводороды от C<sub>6</sub> (гексан) до C<sub>17</sub> (гептадекан), а также их смеси. Из полученных данных оценили эффективность экстракции неомыляемых веществ и степень извлечения стеролов. В оптимизированных условиях экстракция позволяет извлечь до 97% неомыляемых веществ и до 98% фитостероидов.

По экспериментальным данным, полученным на пилотной установке, рассчитаны материальные балансы для промышленной установки, позволяющей перерабатывать 20 тыс. т таллового пека в год. Ведется проектирование производства.

### *Список литературы*

1. Исмагилов Р.М. Технология получения новых продуктов на основе таллового пека: Дисс. ...канд. техн. наук: 05.21.03. Нейво-Рудянка, 2004. 125 с.

## СУЛЬФЕН- И СУЛЬФИНИМИНЫ КАРАНОВОЙ И ПИНАНОВОЙ СТРУКТУРЫ И ИХ АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ

**Крымская Ю.В.<sup>1</sup>, Судариков Д.В.<sup>1</sup>, Шевченко О.Г.<sup>2</sup>, Рубцова С.А.<sup>1</sup>, Кучин А.В.<sup>1</sup>**

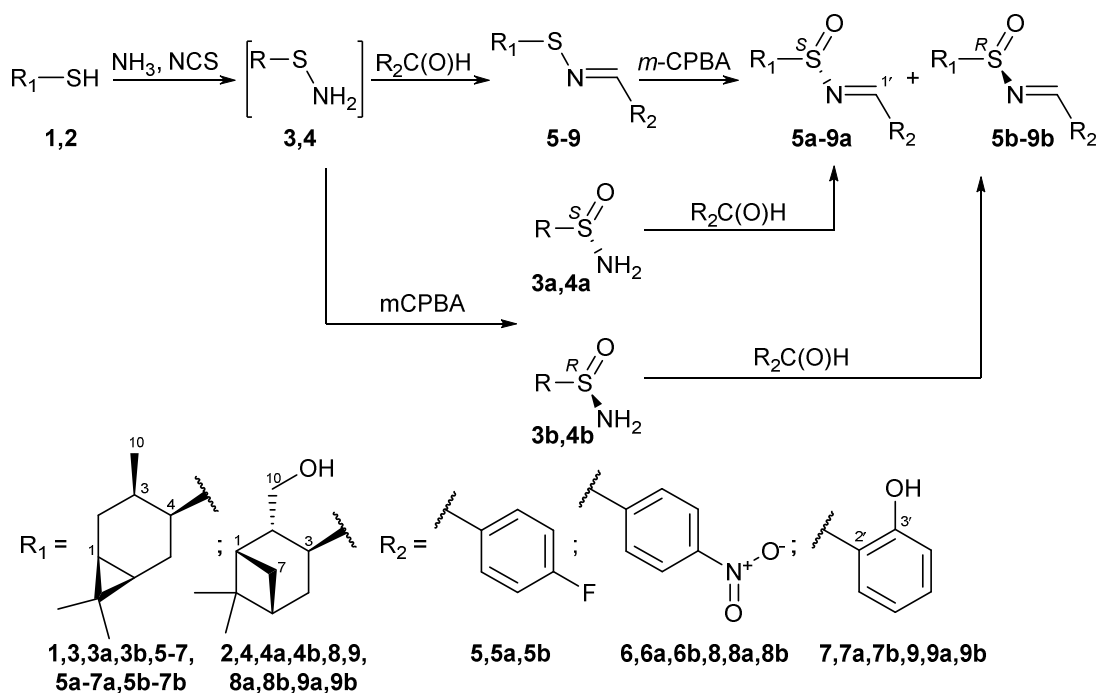
<sup>1</sup>Институт химии Коми НЦ УрО РАН

167000, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 48; e-mail: julia.krym@gmail.com

<sup>2</sup>Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

167982, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 28

Свободные радикалы и другие активные формы кислорода, генерируемые в живых организмах, приводят к различным заболеваниям. Вследствие этого поиску новых природных соединений с эффективной антиоксидантной активностью уделяется всё больше внимания [1]. На основе 10-гидроксиизопинокамфил тиола **2** синтезированы новые пинановые сульфен- и сульфенимины **8,9(a,b)** с салициловым и 4-нитробензилиденовыми фрагментами (схема), а также карановые сульфен- и сульфенимины **5,5(a,b)**, **6,7(a,b)** были получены по известной методике [2].



Наибольшей мембранопротекторной и антиоксидантной активностью обладают сульфенимины **6** и **8**, а соответствующие им сульфенимины – существенно менее активны.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (проект № 19-03-00951).

### Список литературы

1. Geronikaki A.A., Gavalas A.M. Antioxidants and inflammatory disease: synthetic and natural antioxidants with anti-inflammatory activity // Comb. Chem. High Throughput Screen. 2006. Vol. 9. P. 425–442.
2. Sudarikov D.V., Krymskaya Y.V., Il'chenko N.O., Slepukhin P.A., Rubtsova S.A., Kutchin A.V. Synthesis and biological activity of fluorine-containing amino derivatives based on 4-caranethiol // Russ. Chem. Bull. 2018. Vol. 67. P. 713–742.



## ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ОСМОЛИТОВ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СОЛЕУСТОЙЧИВОЙ ФЛОРЫ

**Кубик О.С., Шамрикова Е.В., Денева С.В.**

*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН*

*167982, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 28; e-mail: kubik-olesia@yandex.ru*

Солевой – один из основных экологических стрессов, представляющий серьезную угрозу для нормального роста и развития растений. К растениям, приспособившимся к жизни на почвах с высоким содержанием солей, относятся галофиты. Механизмом их адаптации служит способность синтезировать и накапливать в цитозоле совместимые осмолиты – растворимые низкомолекулярные соединения, не токсичные в больших концентрациях для клеточного метаболизма. Цель работы – определение состава различных классов низкомолекулярных органических веществ-осмолитов (сахара, спирты, аминокислоты) наземной биомассы приморских сообществ, испытывающих влияние постояннодействующего стресс-фактора – засоления: 1) виды травяного яруса приморского засоленного луга – смесь галофитов *Carex subspathacea* (арктический приморский циркумполярный вид, характерный для приморских лугов, особенно для полосы прилива) и *Triglochin maritimum* (циркумполярный полизональный галофитный вид, характерный для приморских сырых лугов), далее по тексту – галофиты (побережье Баренцева моря, устье р. Черная 68°36'24.9", 056°33'17.8", h = 0 м); 2) виды травяного яруса приморского разнотравно-злакового луга – смесь обычных злаков (*Elymus fibrosus*, *Bromopsis inermis*, *Festuca rubra*) и осок *Carex sp.* сырых лугов, находящихся вне приливной зоны (п-ов Канин, побережье Белого моря, с.ш. 66°38'47.5" в.д. 44°28'59.1" h = 0 м).

Определение содержания индивидуальных низкомолекулярных водорастворимых органических соединений растительных объектов выполнено методом ГХ/МС. Наземная биомасса различных видов растений побережий отличается классовым соотношением органических соединений: в галофитах и злаках максимальное содержание приходится на сахара (80 и 52% соответственно), в осоках – на спирты (50%). Следует отметить, что для исследуемых растительных образцов не наблюдается различий в качественном составе доминирующих представителей своих классов: в составе кислот преобладают наиболее сильнокислые компоненты – яблочная (30–70%, pK<sub>a1</sub> 3.46), глицириновая (до 15%, pK<sub>a1</sub> 3.52), в спиртах – глицерин (30–60%) при высокой доле рибитола (40–50%), в сахарах – галактоза (50–80%), рибоза и сахароза (до 40 и 20 % соответственно).

Определение содержания свободных аминокислот растительных объектов методом ионообменной хроматографии. Относительный состав свободных аминсоединений злаков характеризуется тем, что около половины массы всех веществ приходится на пролин, пятая часть – на аспарагин и аспарагиновую кислоту. Специфика аминокислотного спектра осок выражена в наличии высокой доли глутаминовой кислоты и глутамина (в сумме около 36%), аспарагиновой кислоты и аспарагина (в сумме 30%), также заметна доля пролина (10%).

Таким образом, показана аккумуляция низкомолекулярных органических соединений растениями прибрежных почв, подверженных соленому стрессу, как механизм защиты к неблагоприятным условиям.

*Работа выполнена при частичной финансовой поддержке проекта Комплексной программы УрО РАН № 18-9-4-13 «Междисциплинарный синтез – ключ к познанию функционирования приморских арктических экосистем России в свете нарастающих угроз современности (на примере Баренцева моря)».*

## ВЛИЯНИЕ ТЕТРАХЛОРИДА ТИТАНА НА ПОЛУЧЕНИЕ ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ПОРОШКОВ

Кувшинова Л.А.

*Институт химии Коми НЦ УрО РАН*

*167000, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 48; e-mail: fragl74@mail.ru*

Использование тетрахлорида титана для получения лигноцеллюлозных порошков основано на его специфическом химическом поведении в реакционной системе, содержащей толерантный растворитель и растительное сырье. Эта эффективная каталитическая система для деструкции и поверхностного модифицирования макромолекул биополимеров отличается одностадийной простотой обработки со сравнительно низкими энергетическими затратами. Отсутствует необходимость в поддержании повышенной температуры и давления, которые часто оказывают промотирующее действие на скорость реакции для достижения аналогичного результата альтернативными способами. Привлекает возможность нетрудоемкой многократной регенерации растворителя без использования дополнительных реагентов. Такой альтернативный способ деструкции позволяет получать конкурентоспособные на мировом рынке аналоги порошков на основе растительного сырья в менее жестких условиях обработки. Понимание протекающих процессов деструкции и поверхностного модифицирования позволяет контролировать свойства конечных продуктов [1].

В качестве источника сырья целесообразно применять различные виды древесных полуфабрикатов, производимых в результате основного технологического процесса переработки древесного сырья на предприятиях целлюлозно-бумажной промышленности: химико-термомеханическую (ХТММ), термомеханическую (ТММ) и др. виды древесной массы, а также некондиционную целлюлозу лиственных и хвойных пород древесины, солому травянистых растений, макулатурную массу, опилки и др. Лигноцеллюлозные порошки, получаемые с использованием тетрахлорида титана, отличаются узким распределением волокон по длине, формированием структуры с более слабыми водородными связями, наличием модифицирующих соединений титана (которые при необходимости можно удалить) на поверхности деструктированных волокон. Модифицированные лигноцеллюлозные порошки характеризуются большим выходом [2, 3].

В данной работе с помощью инструментальных и аналитических методов исследования выявлены взаимосвязи условий обработки лигноцеллюлозного сырья в каталитической системе, образованной тетрахлоридом титана в гексане, и физико-химических свойств получаемых порошков.

### *Список литературы*

1. Фролова С.В., Кувшинова Л.А., Кучин А.В. // Патент РФ № 2478664. Приор. 16.05.2011. Оpubл. 10.04.2013, бюл. № 10.
2. Фролова С.В., Кувшинова Л.А., Кучин А.В. // Патент РФ № 2493169. Приор. 20.04.2012. Оpubл. 20.09.2013, бюл. № 26.
3. Канева М.В., Кувшинова Л.А., Удоратина Е.В. // Патент РФ № 2680046. Приор. 27.12.2017. Оpubл. 14.02.2019, бюл. № 5.

**КИНЕТИКА ОКИСЛЕНИЯ МИРТАНТИОЛА ДИОКСИДОМ ХЛОРА****Кузиванов И.М., Садыков Р.А., Гребёнкина О.Н., Лезина О.М.***Институт химии Коми НЦ УрО РАН**167000, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 48; e-mail: kuzivanov-im@chemi.komisc.ru*

Терпены – природные соединения с высокой физиологической активностью, содержащиеся в больших количествах в хвойных растениях и многих эфирных маслах. Применяются в качестве бактерицидных, обезболивающих и противовирусных средств [1]. Химическая модификация терпенов позволяет изменить их физико-химические свойства, что расширяет область их применения [2]. Например, введение сульфогруппы повышает растворимость полученного соединения в воде, что положительным образом сказывается на его применении. Непосредственное введение сульфогруппы в терпеновые соединения проблематично, поскольку терпеновый фрагмент неустойчив при проведении реакции сульфанирования. В качестве способа получения водорастворимых монотерпеновых кислот и их производных можно предложить окисление соответствующих тиолов и дисульфидов диоксидом хлора ( $\text{ClO}_2$ ). Диоксид хлора – доступный окислитель, выпускающийся в промышленных масштабах, применяемый при обеззараживании воды, дезинфекции и стерилизации различных материалов и отбеливании целлюлозы при производстве бумаги. Исследование механизмов реакций и кинетических закономерностей процессов окисления сераорганических соединений диоксидом хлора является актуальным направлением органической и физической химии.

Ранее уже изучалась реакция окисления 4-карантиола диоксидом хлора в ацетонитриле [3]. Данная работа является продолжением серии экспериментов по кинетическим исследованиям реакций окисления тиолов диоксидом хлора. Исследования проводили при различных температурах методом ЭПР с использованием спектрометра «ESR 70-03 XD/2». Для установки заданной температуры применяли измеритель-регулятор «ТРМ-101» с широким температурным диапазоном. Охлаждение производили при помощи жидкого азота. В ходе реакции следили за расходом диоксида хлора. Получены температурные и концентрационные зависимости расхода диоксида хлора от времени реакции. По этим зависимостям установили, что реакция окисления миртантиола по диоксиду хлора описывается кинетическим уравнением первого порядка:

$$d[\text{ClO}_2]/dt = k_{\text{эфф}}[\text{ClO}_2].$$

Определены эффективные константы скорости реакции при различных мольных соотношениях реагентов, рассчитана константа скорости реакции второго порядка по обоим компонентам. Определена энергия активации реакции.

***Список литературы***

1. Paduch R., Kandefers-Szerszen M., Trytek M., Fiedurek J. // Arch. Immun. Ther. Exp. 2007. Vol. 55. P. 315.
2. Nikitina L.E., Artemova N.P., Startseva V.A., Fedyunina I.V., Klochkov V.V. // Chem. Nat. Comp. 2017. Vol. 53. No. 5. P. 811.
3. Кузиванов И.М., Гребенкина О.Н., Лезина О.М., Садыков Р.А. // Химия растительного сырья. 2019. № 1. С. 105–111.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗОТОПНОГО СОСТАВА ДЕРЕВЬЕВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО МЕСТА ИХ ПРОИЗРАСТАНИЯ МЕТОДОМ ИЗОТОПНОЙ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ

**Кузнецова О.В.<sup>1</sup>, Аксенова Ю.Б.<sup>2</sup>, Лапко И.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН  
119991, г. Москва, ул. Косыгина, 19; e-mail: olga-kuznetsova@mail.ru*

<sup>2</sup>*Федеральное государственное унитарное предприятие «Научный центр “Сигнал”»  
107014, г. Москва, ул. Большая Оленья, 8*

Анализ изотопного состава углерода в растительных тканях деревьев находит разнообразное практическое и фундаментальное применение в биологии, экологии и геологии. Данный метод позволяет изучать физиологические процессы, протекающие в растениях, произрастающих в различных климатических зонах, для изучения современных экологических условий, а также палеоклиматических реконструкций [1], поскольку изотопный состав легких элементов древесины менее подвержен влиянию не климатических факторов [2].

Цель работы – исследование изменения изотопного состава углерода в древесине различного географического места произрастания методом изотопной масс-спектрометрии легких элементов.

В качестве объектов исследования использовали 130 образцов древесины разных сортов, отобранных в различных регионах России. Измерение изотопных характеристик проводили, используя элементный анализатор EA-1112, соединенный с масс-спектрометром DELTA XP.

В результате проведенных исследований установлено, что валовый изотопный состав как лиственных, так и хвойных деревьев имеет близкие значения, но сильно изменяется в зависимости от региона, где произрастало растение (таблица). Кроме того, отмечается тенденция: чем восточнее располагается регион произрастания деревьев, тем более отрицательные значения имеет  $\delta^{13}\text{C}$ .

Изменения изотопного состава древесины в зависимости от региона произрастания, ‰  
(стандартное отклонение находилось в диапазоне 0.18–0.32‰)

Дерево/город	Смоленск	Москва	Самара	Оренбург	Омск	Иркутск	Хабаровск
Лиственные							
Береза	-24.93	-25.34	-25.57	-27.78	-28.31	-28.39	-28.88
Дуб	-23.61	-24.63	-25.51	-26.52	-26.82	-27.42	-29.98
Липа	-23.50	-24.33	-25.26	-26.16	-25.55	-27.21	-28.77
Осина	-23.68	-24.46	-24.82	-25.81	-26.56	-28.57	-29.11
Ясень	-23.77	-24.51	-24.99	-25.82	-26.56	-27.41	-28.77
Вяз	-23.67	-24.42	-25.28	-26.44	-27.53	-28.30	-29.19
Хвойные							
Ель	-23.71	-24.60	-25.41	-25.98	-26.56	-27.79	-28.78
Лиственница	-24.12	-25.19	-25.74	-26.41	-27.47	-28.23	-30.51
Можжевельник	-23.86	-24.11	-24.46	-25.94	-27.00	-27.59	-29.71
Сосна	-23.94	-24.23	-24.84	-25.70	-26.89	-28.13	-29.74

***Список литературы***

1. Dawson T.E., Mambelli S., Plamboeck A.H., Templer P.H., Tu K.P. Stable isotopes in plant ecology // Annual Review of Ecology and Systematics. 2002. Vol. 33. P. 507–559.
2. Edwards T.W.D., Graf W., Trimborn P., Stichler W., Lipp J., Payer H.D.  $\delta^{13}\text{C}$  response surface resolves humidity and temperature signals in trees // Geochim. Cosmochim. Acta. 2000. Vol. 64. P. 161–167.

## ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСОВ МОДИФИЦИРОВАННОГО ФАРМАКОФОРАМИ ЯБЛОЧНОГО ПЕКТИНА

**Куковинцев О.С.<sup>1</sup>, Мударисова Р.Х.<sup>2</sup>, Сагитова А.Ф.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Баширский государственный университет  
450078, г. Уфа, ул. Мингажеева, 100; e-mail: Ku47os@yandex.ru

<sup>2</sup>Уфимский институт химии, Уфимский ФИЦ РАН  
450054, г. Уфа, просп. Октября, 69; e-mail: mudarisova@anrb.ru

Использование природных полисахаридов в качестве объектов для модификации с различными органическими и неорганическими биологически активными субстанциями с получением новых свойств является одним из активно развивающихся практик в биохимической технологии [1]. Перспективной матрицей является пектин, обладающий низкой токсичностью, доступностью и совместимостью с тканями живых организмов. Присутствие в макромолекуле пектина таких групп как гидроксильная, карбоксильная и карбметоксильная способствует образованию на его основе гибридных фармакологически активных ассоциатов. Одним из важных показателей при комплексообразовании является содержание метоксильных групп в макромолекуле. Поэтому целью исследования является изучение взаимодействия модифицированного салициловой кислотой (СК) нативного и дезэтерифицированного яблочного пектина, с катионами меди(II).

В качестве матриц использованы нативный яблочный пектин (ЯП) со степенью этерификации (СЭ) 66% и дезэтерифицированные пектины со СЭ 34% и 10% (ДЯП-34, ДЯП-10 соответственно). Источником катионов меди(II) являлся  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ .

Синтезированные соединения были выделены путем осаждения ацетоном из водного раствора, очищены и исследованы методом ИК-спектроскопии. Изменения ИК-спектров металлокомплексов указывают, что во взаимодействии фармакофорсодержащих образцов с ионами  $\text{Cu}^{2+}$  участвуют как кислородсодержащие функциональные группы основной цепи полисахарида, так и заместители у ароматического кольца введенной лекарственной компоненты.

Состав и константу устойчивости образующихся модифицированных металлокомплексов определяли методом мольных отношений [2]. Установлено, что ЯП-66-СК, ДЯП-10-СК и/или ДЯП-34-СК образуют с катионами меди(II) комплексы состава 2:1 (на одно элементарное звено биополимерной матрицы приходится один катион меди(II)). Определены ряды устойчивости металлокомплексов: ЯП-66-СК- $\text{Cu(II)}$  > ДЯП-34-СК- $\text{Cu(II)}$  > ДЯП-10-СК- $\text{Cu(II)}$ . Модификация полимерного лиганда салициловой кислотой приводит к повышению устойчивости металлокомплексов в 4–16 раз в зависимости от степени этерифицирования пектина. Обнаружено, что чем меньше СЭ модифицированного пектина, тем меньше устойчивость соответствующего металлокомплекса. Причем для немодифицированных пектинов устойчивость металлокомплексов возрастает с увеличением количества карбоксильных групп в полимерной матрице. Таким образом, относительные стабильности металлокомплексов зависят главным образом как от содержания карбоксильных групп в полимерном лиганде, так и от природы модифицирующего полисахарид агента.

### Список литературы

1. Сибикина О.В., Иозеп А.А., Москвин А.В. Комплексы полисахаридов с ионами металлов: применение и строение (обзор) // Химико-фармацевтический журнал. 2009. Т. 43. № 6. С. 35–39.
2. Булатов М.И., Калинин И.П. Практическое руководство по фотометрическим методам анализа. Л.: Химия, 1986. 432 с.

## ПРИМЕНЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОНОМЕРНЫХ АНТОЦИАНОВ РАЗЛИЧНОГО СТРОЕНИЯ

**Кульченко Я.Ю., Дейнека В.И., Блинова И.П.**

*Белгородский государственный национальный исследовательский университет  
308015, г. Белгород, ул. Победы, 85; e-mail: kulchenko.1992@mail.ru*

Антоцианы являются подклассом обширного класса флавоноидов, выделяясь в нем специфическим свойством – существованием в нескольких рН-зависимых формах. Обладая высокой растворимостью в воде антоцианы являются важнейшими (как и аскорбиновая кислота) водорастворимыми антиоксидантами природного происхождения. Именно антиоксидантной функции антоцианы обязаны профилактическому и лечебному эффекту антоцианов в офтальмологии, в предупреждении заболеваний сердечно-сосудистой системы («французский парадокс»). При этом одна из форм антоцианов – флавилиевая – уникальна тем, что обладает красной окраской с зависящими от строения молекул оттенками. Это позволяет использовать антоцианы в качестве натуральных красителей в пищевой промышленности – соединения, выделенные из некоторых растительных источников, считаются пищевыми добавками Е163. Вследствие указанных достоинств антоцианов аналитический контроль из качественного состава и количественного содержания в исследуемых образцах – важная задача аналитической химии.

Одним из наиболее распространенных в мировой практике количественных методов определения антоцианов является дифференциальный спектрофотометрический метод (ДСФМ). Необходимость именно дифференциального метода связана с тем, что антоцианы, как эффективные антиоксиданты, относятся к химически лабильным соединениям, вступающих в различные химические превращения, среди которых образование полимерных продуктов, которые также придают окраску в том же диапазоне длин волн, что и «мономерные» антоцианы. Основная идея ДСФМ состоит в том, что при рН 1 (условие существования только флавилиевой формы антоцианов) интенсивность окраски зависит от концентрации и мономерных антоцианов и полимерных форм. При записи электронного спектра поглощения антоцианов при рН 4.5 флавилиевая форма полностью превращается в форму полуацетальную, не имеющую окраски, в то время как полимерные формы окраску не изменяют. В таком случае разность двух измеренных величин оптической плотности пропорциональна концентрации только флавилиевой формы антоцианов и может быть использована для расчета содержания мономерных форм антоцианов в исследуемом растительном объекте.

Однако другим направлением переходов между формами антоцианов при повышении рН является образование хиноноидных (также окрашенных!) структур. В этом случае ДСФМ неприемлем для аналитического контроля. В результате выполненных исследований установлены границы применимости ДСФМ и показано, что для образцов, содержащих антоцианы, ацилированные производными коричной кислоты, вклад хиноноидных структур может превышать вклад полуацетальной формы, поэтому возможна лишь оценка содержания мономерных форм по упрощенной методике. Для контроля присутствия в образце полимерных форм предложен хроматографический метод, осуществляемый в тех же условиях обращенно-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии, которая используется для определения качественного состава антоцианов.

**БИОТЕХНОЛОГИЯ ОПТИМИЗАЦИИ СОСТАВА  
АЛКАЛОИДНОГО КОМПЛЕКСА ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО  
(*L. ANGUSTIFOLIUS* L.) В ПРОЦЕССЕ СЕЛЕКЦИИ ЭКОСОРТОВ *ЕВРОКОФЕ***

**Купцов Н.С., Попов Е.Г., Аношенко Б.Ю., Титок В.В.**

*Центральный ботанический сад НАН Беларуси  
Республика Беларусь, 220012, г. Минск, ул. Сурганова, 2в; e-mail: ehropoff@mail.ru*

В связи с обнаружением у алкалоида кофеина, содержащегося в традиционных кофейных напитках, мутагенных, рекомбиногенных, наркотических свойств и способности «вымывать» кальций из организма [1], особую актуальность представляют возрождение и оптимизация состава древнего напитка «Lupine coffee», изготовляемого из специальных образцов (МТ) люпина узколистного (*L. angustifolius* L.). Этот напиток известен со времён Римской империи и широко использовался в странах Средиземноморья во время I и II мировых войн, а также производится в настоящее время в органическом сельском хозяйстве ряда европейских стран под названием «Organic instant lupine coffee» (Германия, Швейцария и др.) [2]. Необходимо подчеркнуть, что его потребительские качества обуславливаются преимущественно уникальным алкалоидным комплексом (АК), состоящим из 11 алкалоидов: ангустифолин, изоангустифолин, аммодендрин, люпанин, изолюпанин, 13-гидроксилюпанин, спартеин, дегидроспартеин, мультифлорин, 11,12-секодегидромultiфлорин, тетрагидроромбифолин [3, 4]. АК семян диких форм и кормовых сортов традиционного люпина узколистного содержат лишь пять алкалоидов (ангустифолин, люпанин, 13-гидроксилюпанин, изолюпанин, спартеин), но с преобладанием в них высокотоксичного люпанина (60–70 %). У МТ-образцов доминирует гидроксилюпанин (70–74 %), который в 10 раз менее токсичен, чем люпанин. Среди его минорных алкалоидов превалирует мультифлорин (1.1%), отсутствующий у традиционного люпина узколистного, но имеющийся в семенах люпина белого, употребляемого в странах Средиземноморья в пищу.

Биологический тест на токсичность показал, что при питании мукой традиционного люпина узколистного личинки малого мучного хрущака (*Tribolium confusum* Duv.) гибнут при содержании алкалоидов в семенах 0.38%, а при питании таковой МТ-образца с содержанием 1.8% алкалоидов личинки растут до массы 13 мг на 10 особей, характерной для случаев питания мукой кормовых сортов (0.03–0.04% алкалоидов) традиционного люпина узколистного. При этом затраты корма на единицу привеса уменьшаются, а репродуктивная способность хрущака увеличивается в сравнении с использованием муки кормовых сортов традиционного люпина узколистного [3, 4].

С опорой на результаты собственных исследований и учётом сведений литературы, в Беларуси разработана и используется селекционная технология по целенаправленному выведению на генетической основе образцов нетрадиционного люпина узколистного современных экосортов, перспективных для создания рецептур *Еврокофе*.

**Список литературы**

1. Kihlman B.A. Effects of caffeine on the genetic material // Mutation Res. 1974. Vol. 26. Iss. 2. P. 53–71.
2. Organic instant lupine coffee, coffee substitute extract // Naturata AG [Электронный ресурс]. 2018. Режим доступа: <https://www.naturata.de/en/products/coffee-cacao/organic-instant-lupine-coffee-coffee-substitute-200g/>. Date of access: 18.12.2018.



3. Kuptsov N.S., Mironova T.P., Pushnova N.M. Low toxic alkaloid complex of narrow-leafed lupine and breeding of fodder forms // ABST-VII Int. Lupin Conf., 18–23 Apr. 1993. Evora, Portugal. Theme: 1. P. 28.
4. Купцов Н.С., Такунов И.П. Люпин – генетика, селекция, гетерогенные посевы. Брянск, Клиницы: Клинцовская городская типография, 2006. 576 с.

ИРИДОИДЫ РАСТЕНИЯ ВИДА *PHLOMIS OSTROWSKIANA*

**Курилов Д.В.<sup>1</sup>, Усманов Д.А.<sup>2</sup>, Рамазанов Н.Ш.<sup>2</sup>, Юсупова У.Ю.<sup>2</sup>,  
Заварзин И.В.<sup>1</sup>, Качала В.В.<sup>1,3</sup>, Колотыркина Н.Г.<sup>1</sup>, Зубарева Н.Д.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН  
119991, г. Москва, Ленинский просп., 47; e-mail: kur-dv@mail.ru

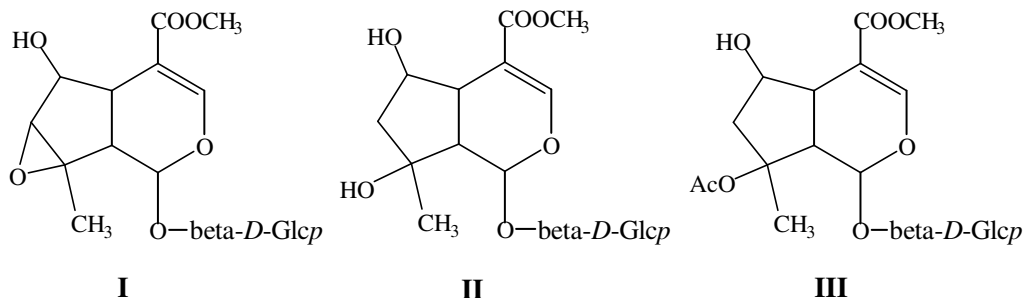
<sup>2</sup>Институт химии растительных веществ им. ак. С.Ю. Юнусова АН РУз  
Республика Узбекистан, 100170, г. Ташкент, просп. М. Улугбек, 77;  
e-mail: plant-inst@rambler.ru

<sup>3</sup>ООО «Брукер»

119017, г. Москва, ул. Пятницкая, 50/2, стр. 1

Иридоиды представляют собой однородную группу монотерпеноидов [1, 2]. Основной структуры иридоидов является бицикл, состоящий из кольца циклопентана, аннелированного с шестичленным кислородсодержащим гетероциклом – тетрагидропираном. Большинство иридоидов, как правило, содержится в растениях в виде гликозидов. Иридоидные гликозиды рассматриваются как перспективный класс соединений для поиска новых лекарственных препаратов на основе природного сырья [3–5].

Для изучения было выбрано перспективное с биомедицинской точки зрения растение вида *Phlomis ostrowskiana* Regel (сем. яснотковые, fam. *Lamiaceae*), произрастающее в Ташкентской области Республики Узбекистан. В настоящем исследовании осуществлено выделение из *Phlomis ostrowskiana* Regel индивидуальных соединений **I–III**, относящихся к классу иридоидов, и установлено строение полученных соединений.



Выделение суммы иридоидов из растительного материала проводили посредством дробной водно-спиртовой экстракции из высушенной измельчённой надземной части *Ph.o.*, последующего многократного элюирования спиртового раствора через слой оксида алюминия (для удаления флавоноидов) и обработки водного раствора хлороформом (для удаления балластных липофильных компонентов, например, хлорофиллов и каротиноидов). В результате получена субстанция, содержащая в качестве основных компонентов иридоиды и составляющая 15–17% (в расчёте на массу исходного высушенного растительного сырья).

Разделение и препаративное выделение индивидуальных соединений (**I–III**) из полученной субстанции осуществлено методом ВЭЖХ, а установление их структуры – методами ЯМР (<sup>1</sup>H и <sup>13</sup>C) и масс-спектрометрии (MS, ESI).

#### Список литературы

1. Мнацакян В.А. Иридоидные гликозиды. Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1986. 186 с.
2. Бакуридзе А.Д., Даргаева Т.Д., Николаева Г.Г., Патудин А.В., Брутко Л.И. // Химия природ. соедин. 1987. № 1. С. 3–11.

3. Tundis R., Loizzo M.R., Menichini F., Statti G.A., Menichini Fr. // *Mini-Rev. Med. Chem.* 2008. Vol. 8(4). P. 399–420.
4. Dinda B., Debnath S., Banik R. // *Chem. Pharm. Bull.* 2011. Vol. 59(7). P. 803–833.
5. Viljoen A., Mncwangi N., Vermaak I. // *Curr. Med. Chem.* 2012. Vol. 19(14). P. 2104–2127.

## МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ БОЯРЫШНИКА

**Кусаинова К.М., Литвиненко Ю.А., Сейтимова Г.А.**

*Казахский национальный университет им. аль-Фараби  
Республика Казахстан, 050048, г. Алматы, просп. аль-Фараби, 71;  
e-mail: kundyz.kusainova@mail.ru*

Боярышник – растение, обладающее кардиотоническим действием. Плоды боярышника содержат антиоксиданты, поэтому способствуют улучшению кровообращения, регулируют сокращение сердечной мышцы и способствуют очищению сосудов. Элементы, входящие в состав ягод боярышника, оказывают успокаивающее действие, положительно влияя на нервную систему.

Плоды боярышника содержат такие классы органических веществ, как углеводы, аминокислоты, флавоноиды, каротиноиды, дубильные вещества, эфирные масла, органические кислоты, гликозиды и витамины К, Е, С.

Так как боярышник является перспективным лекарственным сырьем, был проведен сравнительный анализ минерального состава плодов некоторых видов боярышника (*Crataegus sangorica* С.Коч, *Crataegus orientalis* Pall, *Crataegus oxycatha* L.) методом атомно-адсорбционной спектрометрии. В результате анализа определили, что содержание токсичных элементов (свинец, кадмий) не превышает допустимых концентраций.

Объектами изучения являются плоды некоторых видов боярышника (*Crataegus sangorica* С.Коч, *Crataegus orientalis* Pall, *Crataegus oxycatha* L.).

В табл. 1 представлены результаты количественного содержания микроэлементов. По результатам анализа можно заметить, что в плодах боярышника из микроэлементов по количественному содержанию преобладает железо.

Таблица 1 – Количественное содержание микроэлементов в плодах некоторых видов боярышника, мкг/мл

Вид боярышника	Zn	Cu	Pb	Cd	Fe	Ni	Mn
<i>Crataegus sangorica</i> С.Коч	0.5945	0.1307	0.0907	н/о	1.9861	н/о	0.5668
<i>Crataegus orientalis</i> Pall	0.8636	0.2925	0.0559	0.0035	2.7039	0.0073	0.9854
<i>Crataegus oxycatha</i> L.	1.0879	0.3422	0.3522	0.0125	4.0023	0.0948	0.8629

В табл. 2 представлены результаты количественного содержания макроэлементов. По результатам анализа видно, что в плодах боярышника из макроэлементов по количественному содержанию преобладают калий и кальций.

Таблица 2 – Количественное содержание макроэлементов в плодах некоторых видов боярышника, мкг/мл

Вид боярышника	K	Na	Ca	Mg
<i>Crataegus sangorica</i> С.Коч	661.450	14.610	167.305	44.810
<i>Crataegus orientalis</i> Pall	704.425	27.0225	275.280	56.760
<i>Crataegus oxycatha</i> L.	616.450	18.1625	175.640	46.220

По приведенным выше результатам анализов можно сделать вывод, что боярышник является ценным лекарственным сырьем.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАЛИЧИЯ В СОСТАВЕ ЭФИРНОГО МАСЛА КАССИИ ЭВГЕНОЛА, ИЗВЛЕЧЕННОГО ИЗ СОЦВЕТИЙ ГВОЗДИКИ

**Лапко И.В., Аксенова Ю.Б., Кузнецова О.В., Аксенов А.В.,  
Василевский С.В., Таранченко В.Ф.**

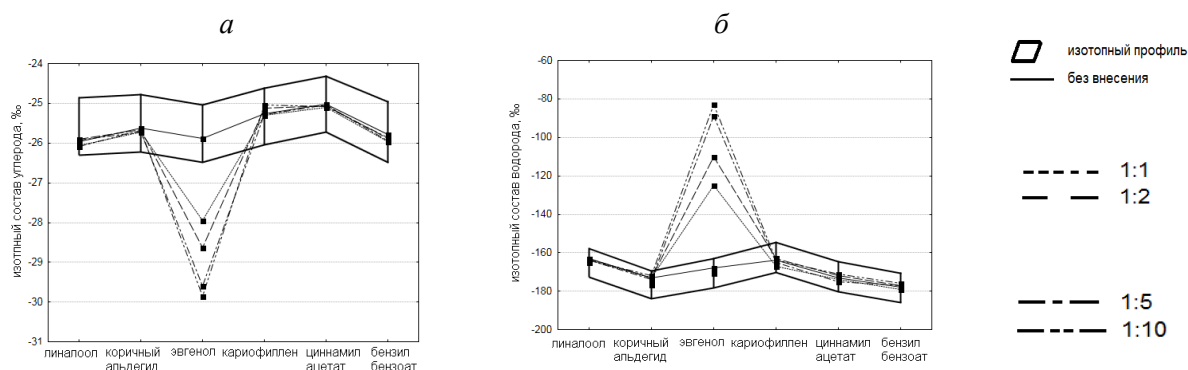
*Федеральное государственное унитарное предприятие «Научный центр “Сигнал”»  
107014, г. Москва, ул. Большая Оленья, 8; e-mail: i\_lapko@mail.ru*

Высокая ценность эфирного масла корицы, обусловленная содержанием биологически активных веществ, способствует его частой фальсификации. Одним из популярных видов фальсификации является обогащение эфирного масла компонентами, выделенными из других растений, с целью его стандартизации для коммерческих целей. Этот вид фальсификации является причиной нарушения функциональности синергетического баланса компонентов масла, в результате чего значительно сокращается терапевтическая биоактивность. Так, с целью имитации дорогостоящего эфирного масла корицы проводят обогащение масла кассии эвгенолом, извлеченным из соцветий гвоздики. Фальсификация данного вида тяжело определяется газохроматографическими методами [1].

Цель работы – определение наличия в составе эфирного масла кассии эвгенола, извлеченного из соцветий гвоздики методом изотопной масс-спектрометрии.

Для реализации поставленной цели из 17 образцов коры коричника (кассии) методом паровой дистилляции выделяли эфирные масла. Полученные масла, а также их смеси в разных соотношениях с эвгенолом, выделенным из соцветий гвоздики, анализировали методом газовой хроматографии в сочетании с изотопной масс-спектрометрией.

В результате проведенного исследования установлены изотопные профили углерода и водорода эфирного масла кассии. Выявлено, что при внесении в масло кассии в разных соотношениях эвгенола, извлеченного из соцветий гвоздики, происходит изменение изотопных профилей: изотопный состав углерода эвгенола уменьшается более чем на 2‰ (рис. а), а водорода увеличивается более чем на 50‰ (рис. б).



Изменение изотопного профиля углерода (а) и водорода (б) эфирного масла кассии при внесении эвгенола, извлеченного из соцветий гвоздики.

Таким образом, выпадение значений изотопного состава углерода и водорода эвгенола за пределы установленного изотопного профиля указывает на наличие в составе эфирного масла кассии эвгенола, извлеченного из соцветий гвоздики.

### Список литературы

1. Do T., Hadji-Minaglou F., Antoniotti S., Fernandez X. Authenticity of essential oils // Trends in Analytical Chemistry. 2015. Vol. 66. P. 146–157.

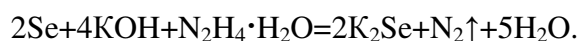
## РАЗРАБОТКА «GREEN»-СИНТЕЗА ГИБРИДНЫХ НАНОБИОКОМПОЗИТОВ ЭЛЕМЕНТНОГО СЕЛЕНА НА ОСНОВЕ ПРИРОДНОГО ГАЛАКТОЗОСОДЕРЖАЩЕГО ПОЛИСАХАРИДА ГАЛАКТОМАННАНА

**Лесничая М.В., Сухов Б.Г., Трофимов Б.А.**

*Иркутский институт химии СО РАН*

*664033, г. Иркутск, ул. Фаворского, 1; e-mail: mlesnichaya@mail.ru*

Неослабевающее внимание исследователей к селену и его соединениям обусловлено их выраженной биологической активностью. Селен входит в состав 35 селенопротеинов, являющихся ключевыми звеньями антиоксидантной системы организма. При этом наименьшую токсичность селен проявляет в нуль-валентном наноразмерном состоянии [1]. Среди существующих методов синтеза наноразмерного элементного селена преобладают методы, в основе которых лежит химическое восстановление неорганических соединений селена восстановителями (боргидрид натрия или гидразингидрат) с последующей пассивацией поверхности формирующихся наночастиц молекулами стабилизирующих лигандов (природного или синтетического происхождения). Главный недостаток таких методов – чрезвычайно высокая токсичность используемых для синтеза прекурсоров и сложность удаления их непрореагировавших остатков и продуктов их взаимодействия. Одним из возможных вариантов экологичного «green»-синтеза наночастиц селена является использование в качестве прекурсоров товарного элементного bulk-селена (недорогой и низкотоксичной формы селена). Так, гибридные нанобиокомпози́ты элементного селена синтезированы в результате окисления кислородом воздуха в водном растворе ГМ предварительно полученных полиселенид- и селенид-анионов, генерируемых восстановлением товарного элементного селена (в виде порошка) гидразингидратом в щелочной среде. При этом происходит растворение элементного селена и образование высокорекреационноспособных селенид-анионов согласно уравнению:



После внесения в водный раствор ГМ aliquоты реакционной смеси содержащей селенид-анионы происходит их окисление кислородом воздуха до элементного селена  $\text{Se}^0$  с последующей коалесценцией атомов в наночастицы. При этом пассивация энергонасыщенной поверхности наночастиц селена и обеспечение их агрегативной устойчивости происходит вследствие адсорбции полисахаридных макромолекул на поверхность наночастиц (стерическая стабилизация), а также вследствие электростатической стабилизации поверхности наночастицы высокополярными функциональными группами макромолекул ГМ. При этом формируется единая гибридная устойчивая водорастворимая система наноядро ( $\text{Se}^0$ )-полисахаридная матрица, а побочными продуктами легко элиминирующимися из реакционной среды и в процессе выделения готового наноконпози́та являются молекулярный азот и вода.

Таким образом, нами разработан быстрый экологически безопасный «green»-синтез гибридных нанобиокомпози́тов элементного селена перспективных для дальнейшей разработки на их основе препаратов для биомедицины и сельского хозяйства.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФ № 18-75-00080.*

### **Список литературы**

1. Sosedova L.M., Rukavishnikov V.S., Sukhov B.G., Borovsky G.B. et. al. // *Nanotechnologies in Russia*. 2018. Vol. 19. No. 5–6. P. 290–294.

## ВЛИЯНИЕ НОВЫХ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА (ПЕРГИДРО)БЕНЗОПИРРОЛОИМИДАЗОЛЬНОГО И БЕНЗОПИРРОЛООКСАЗОЛЬНОГО РЯДОВ НА РАЗВИТИЕ ПШЕНИЦЫ ЯРОВОЙ

**Линькова Е.И.<sup>1</sup>, Гринёв В.С.<sup>1,2</sup>, Гусакова Н.Н.<sup>3</sup>, Егорова А.Ю.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Саратовский национальный исследовательский государственный университет  
им. Н.Г. Чернышевского*

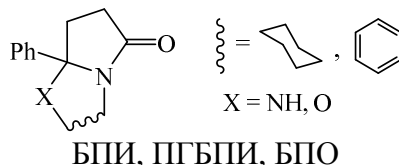
410012, г. Саратов, ул. Астраханская, 83, 1 корп.; e-mail: grinev@ibppm.ru

<sup>2</sup>*Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН  
410049, г. Саратов, просп. Энтузиастов, 13*

<sup>3</sup>*Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова  
410012, г. Саратов, Театральная пл., 1*

Синтетические регуляторы роста – особая группа физиологически активных веществ, которые способны влиять на все процессы жизнедеятельности растений.

Ранее нами были исследованы ростстимулирующие свойства некоторых соединений ряда бензопирролоимида(окса)золов и их производных в лабораторных условиях [1, 2]. Цель работы – исследование рострегулирующей активности синтезированных гетероциклических соединений ряда бензопирролоимидазолинонов (БПИ), пергидробензопирролоимидазолонов (ПГБПИ) и бензопирролооксазолонов (БПО) [3] в условиях полевого эксперимента на этапы органогенеза яровой пшеницы, выращиваемой в Нижнем Поволжье. Полевые испытания проводились на территории ООО «Перспективное» Татищевского района Саратовской области на посевах пшеницы (сорт «Белянка»).



Зерна пшеницы замачивались в растворах изучаемых соединений с концентрацией  $10^{-4}$  моль/л. В качестве контроля использовалась вода, стандартом служили иммуноцитифит (ИМ) и индолилуксусная кислота (ИУК), наиболее часто используемые в растениеводстве.

Выявлено, что применение новых синтетических БАВ сопровождалось увеличением исследуемых показателей: полевой всхожести – на 10–13%; площади листовой поверхности – на 30–103% препаратом ПГБПИ, на 43–72% препаратом БПИ, на 10–46% препаратом БПО; фотосинтетического потенциала в среднем за вегетацию на 26.7% (ИМ), на 45.5% (ПГБПИ), на 20.1% (БПИ), на 32.2% (БПО), на 47.3% (ИУК). По параметру урожайности исследуемые соединения превысили показатели контроля на 10–23%.

Таким образом, полученные экспериментальные данные полевых испытаний ростстимулирующей активности синтезированных соединений подтверждают перспективность их использования в сельском хозяйстве.

### Список литературы

1. Гринёв В.С., Любунь Е.В., Егорова А.Ю. // Агрехимия. 2011. № 3. С. 46–50.
2. Гринёв В.С., Бурухина О.В., Госенова О.Л., Апанасова Н.В., Егорова А.Ю. // Агрехимия. 2013. № 7. С. 42–48.
3. Амальчиева О.А., Егорова А.Ю. // Журн. орган. химии. 2006. Т. 42. С. 1358–1361.

## ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОНЬЮГАТОВ ЦИНКОВОГО КОМПЛЕКСА ХЛОРИНА $e_6$ С КЛОЗО-ДЕКАБОРАТНЫМ АНИОНОМ

Лобанов А.В.<sup>1,2</sup>, Клименко И.В.<sup>3</sup>, Гущина О.И.<sup>4</sup>, Ларкина Е.А.<sup>4</sup>, Миронов А.Ф.<sup>4</sup>

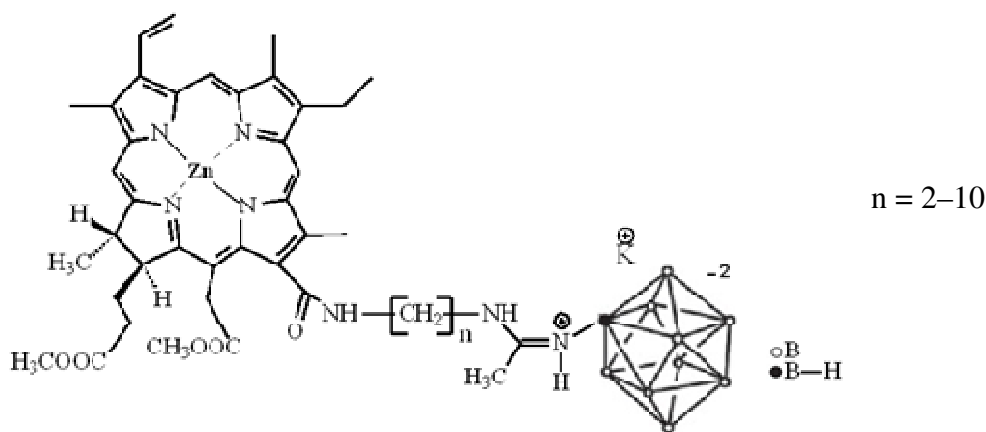
<sup>1</sup>Институт химической физики им. Н.Н. Семенова РАН  
119991, г. Москва, ул. Косыгина, 4

<sup>2</sup>Московский педагогический государственный университет,  
Институт биологии и химии  
129164, г. Москва, ул. Кибальчича, 6; e-mail: avlobanov@mail.ru

<sup>3</sup>Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН  
119334, г. Москва, ул. Косыгина, 4; e-mail: inna@deom.chph.ras.ru

<sup>4</sup>МИРЭА – Российский технологический университет,  
Институт тонких химических технологий им. М.В. Ломоносова  
119571, г. Москва, просп. Вернадского, 86

С целью разработки для фотодинамической и  $^{10}\text{B}$ -нейтронозахватной терапии новых супрамолекулярных соединений на основе хлорина  $e_6$ , применяемых в качестве фотосенсибилизатора, либо агента доставки  $^{10}\text{B}$  в опухолевые клетки, в данной работе синтезированы новые конъюгаты цинковых комплексов аминоксидных производных хлорина  $e_6$  с клозо-декаборатным анионом. Структура полученных соединений подтверждена методами электронной, ИК-,  $^1\text{H}$ -ЯМР-спектроскопии и масс-спектрометрии.



В электронных спектрах конъюгатов наблюдаются интенсивные пики при 414–416 нм (полоса Soret) и 637–640 нм (Q-полоса). Таким образом, по сравнению со свободным основанием конъюгированного хлорина  $e_6$  введение иона  $\text{Zn}^{2+}$  приводит к батохромному сдвигу полосы Soret и гипсохромному смещению Q-полосы. Синтезированные конъюгаты обладают флуоресценцией с максимумом в области 648–650 нм с квантовым выходом в примерно 3 раза ниже, чем у свободного основания конъюгированного хлорина  $e_6$ , однако сенсибилизируют генерацию  $^1\text{O}_2$  с более высоким квантовым выходом 0.60–0.67.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИБХФ РАН (№ гос. регистрации 01201253304) и государственного задания ИХФ РАН Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема 0082-2018-0006, рег. номер № АААА-А18-118020890097-1).





## СИНТЕЗ И ОЦЕНКА ФОТОЦИТОТОКСИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НОВЫХ КОНЬЮГАТОВ ХЛОРИНА e<sub>6</sub>, СОДЕРЖАЩИХ ФРАГМЕНТЫ ГАЛАКТОЗЫ

**Мальшакова М.В.<sup>1</sup>, Пылина Я.И.<sup>2</sup>, Белых Д.В.<sup>1</sup>**

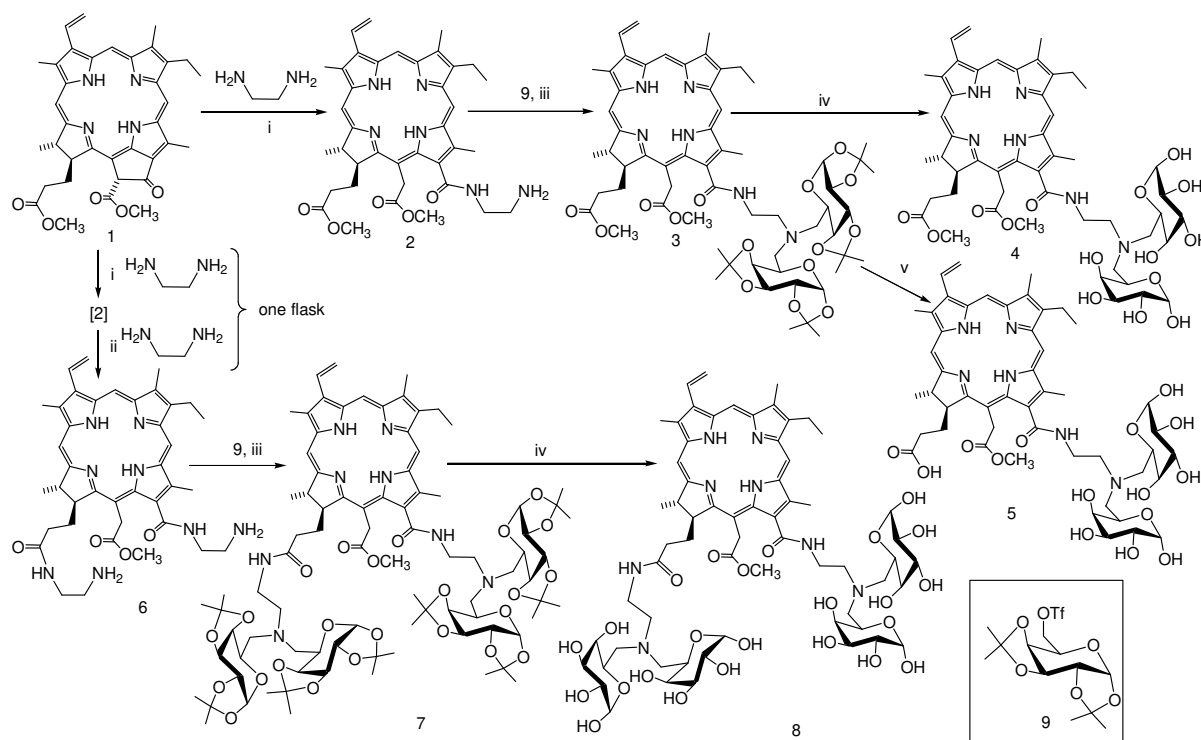
<sup>1</sup>*Институт химии Коми НЦ УрО РАН*

*167000, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 48; e-mail: dahlia-m@rambler.ru*

<sup>2</sup>*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН*

*167000, г. Сыктывкар, ул. Радиобиологическая, 2/1*

Фрагмент галактозы, внедренный на периферию порфиринового макроцикла, существенно повышает биодоступность молекулы потенциального фотосенсибилизатора, способствует повышению тропности к злокачественным новообразованиям и активному транспорту таких конъюгатов через клеточную мембрану [1–3]. В настоящей работе синтезированы производные хлорина e<sub>6</sub> с двумя (соединения **4** и **5**) и четырьмя (соединение **8**) фрагментами галактозы на периферии макроцикла, связанными через атом углерода в положении 6 молекулы галактозы. Показано, что синтезированные соединения обладают интенсивной красной флуоресценцией внутри клетки HeLa и проявляют фототоксические свойства по отношению к клеткам этой линии (облучение светодиодом с длиной волны 660 нм).



### Список литературы

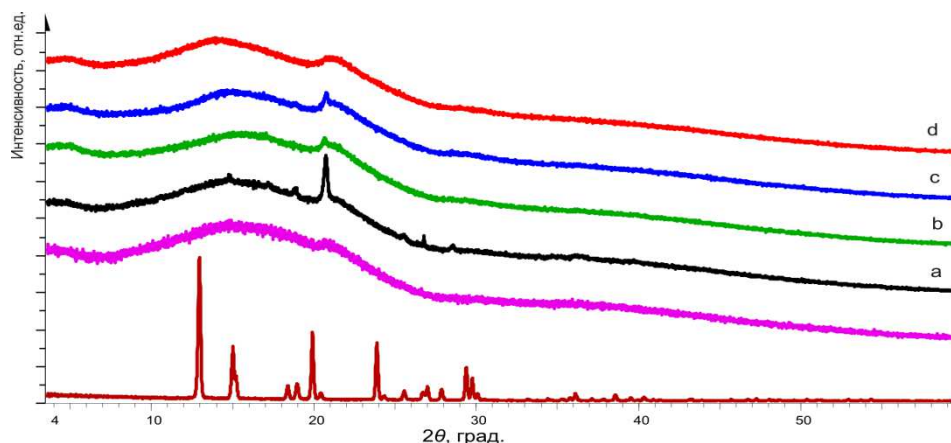
1. Pereira P.M.R., Silva S., Ramalho J.S., Gomes C.M., Giraio H., Cavaleiro J.A.S., Ribeiro C.A.F., Tome J.P.C., Fernandes R. // *Eur. J. Cancer*. 2016. Vol. 68. P. 60–69.
2. Feng L., Xujun H., Li L., Li W., Tianjun L. // *J. Porphyrins Phthalocyanines*. 2011. Vol. 15. No. 4. P. 217–222.
3. Arja K., Elgland M., Appelqvist H., Konradsson P., Lindgren M., Nilsson K.P.R. // *Chemistry Open*. 2018. Vol. 7. No. 7. P. 495–503.

## КОМПЛЕКСЫ ПЕКТИНА С КСИМЕДОНОМ: ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ ПОРОШКОВОЙ ДИФРАКТОГРАФИИ

**Минзанова С.Т., Краюшкина А.В., Архипова Д.М., Миронова Л.Г., Губайдуллин А.Т., Самигуллина А.И., Миронов В.Ф., Милуков В.А.**

*Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова,  
ФИЦ Казанский научный центр РАН  
420088, г. Казань, ул. Арбузова, 8; e-mail: minzanova@iopc.ru*

Взаимодействием пектина с ксимедоном, являющимся оригинальным лекарственным препаратом, проявляющим регенеративное, иммуностимулирующее, антибактериальное и противовоспалительное действие на организм человека, получены новые комплексы. Комплексообразование пектинов с лекарственными препаратами способствует повышению терапевтической эффективности, снижению токсичности и проявлению пролонгированного действия [1]. Для подтверждения комплексообразования пектина с ксимедоном и изучения структурных характеристик полученных соединений, было проведено сравнительное исследование пектина, ксимедона и их комплексов (**Ia–d**) методом порошковой дифрактографии на рентгеновском дифрактометре D8 Advance (фирма Bruker, Германия) (рисунок).



Экспериментальные дифрактограммы для исследованных образцов (снизу-вверх на графике): ксимедон, пектин, комплексы (**Ia–d**) с массовым соотношением пектина и ксимедона 16/1, 8/1, 5.3/1, 4/1 соответственно.

В то время как для ксимедона на дифрактограмме характерно наличие отчетливых интерференционных пиков, соответствующих его кристаллической фазе, для комплексов (**Ia–d**) в основном наблюдаются уширенные аморфные пики, причем их угловое положение и число отличаются от таковых для чистого пектина. Совокупность полученных данных свидетельствует о том, что при взаимодействии пектина с ксимедоном не происходит его выделения в исходную кристаллическую фазу, а наблюдается гомогенное распределение ксимедона в массе пектина, что косвенно указывает на факт образования комплексов (**Ib–d**). Следует отметить, что образование комплекса пектин-ксимедон сопровождается образованием в образцах дополнительной кристаллической фазы, не соответствующей чистому ксимедону, содержание этой кристаллической фазы убывает с увеличением содержания ксимедона в образцах.

### Список литературы

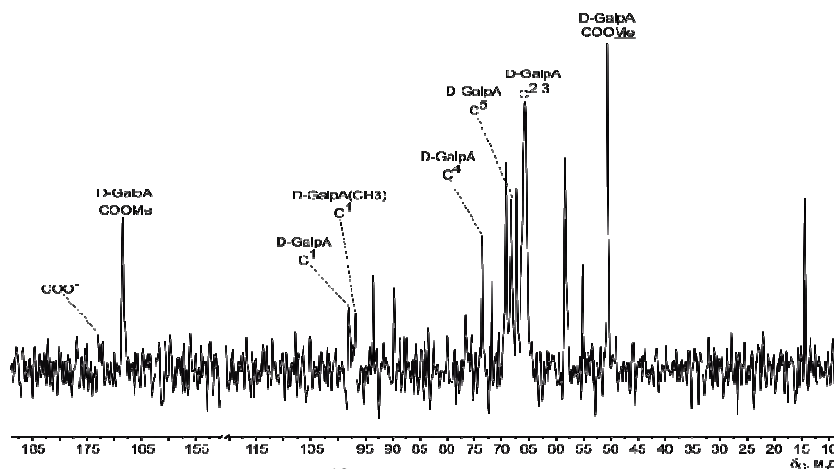
1. Minzanova S.T., Mironov V.F., Arkhipova D.M., Khabibullina A.V., Mironova L.G., Zakirova Yu. M., Milyukov V.A. // Polymers. 2018. Vol. 10(12). 1407.

## МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСЫ ПЕКТИНАТА НАТРИЯ С ИОНАМИ МАГНИЯ И ЦИНКА: СИНТЕЗ И СВОЙСТВА

**Минзанова С.Т., Краюшкина А.В., Архипова Д.М., Миронова Л.Г.,  
Немтарев А.В., Латыпов Ш.К., Милуков В.А.**

*Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова,  
ФИЦ Казанский научный центр РАН  
420088, г. Казань, ул. Арбузова, 8; e-mail: minzanova@iopc.ru*

Исследовано комплексообразование пектината натрия (степень солеобразования 35%) с ионами магния и цинка, разработаны научные основы и технологические аспекты получения водорастворимых металлокомплексов. Синтезированные новые металлокомплексы – натрий-, магний-пектинат (PNaMg) и натрий-цинк-пектинат (PNaZn) представляют собой аморфные порошки бежевого цвета, растворимые в воде при 50–60°C с концентрацией до 2%. Характеристики соединений исследованы в спектро-аналитическом центре физико-химических исследований строения, свойств и состава веществ и материалов Института (ЦКП САЦ ИОФХ). Строение подтверждено методом спектроскопии ЯМР <sup>13</sup>C. На примере спектра ЯМР <sup>13</sup>C PNaMg показано, что присутствуют сигналы (C<sup>1</sup> δ<sub>C</sub> 96.6–98.3; C<sup>2,3</sup> δ<sub>C</sub> 65.3–65.7; C<sup>4</sup> δ<sub>C</sub> 76.5; C<sup>5</sup> δ<sub>C</sub> 68.1; C<sup>6</sup> δ<sub>C</sub> 168.3–172.7 м.д.), положение которых соответствует положению соответствующих сигналов в спектрах α-1,4-D – галактуронана (рисунок). Среди других сигналов в спектре <sup>13</sup>C ЯМР следует отметить сигналы OCH<sub>3</sub> групп при δ<sub>C</sub> 50.4 м.д.



ЯМР <sup>13</sup>C спектр PNaMg.

Элементный состав полученных соединений и содержание металлов, определенное на атомно-эмиссионном спектрометре (фирма Thermo Scientific, США), представлены в таблице.

Элементный состав PNaMg и PNaZn.

Образец	Элементный состав, масс. %			Содержание металлов, масс. %	
	C	H	N	Na	Met
Пектинат Na	35.58–35.89	5.29–5.56	–	3.01	–
PNaZn	33.19–32.59	5.71–5.65	–	1.02	Zn – 2.98
PNaMg	35.88–35.87	5.87–5.66	–	1.26	Mg – 1.34

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 18-03-00310.*

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРИРОДНОГО ЭНТЕРОСОРБЕНТА ЛИГНИНА

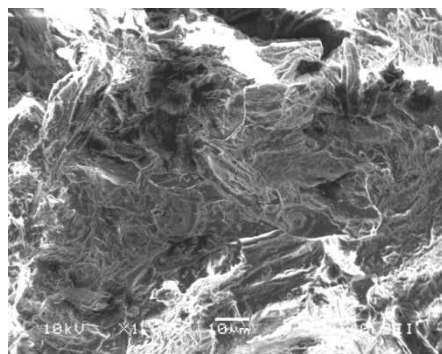
Мироненко Н.В., Кравчук А., Смусева С.О.

*Воронежский государственный университет  
394006, г. Воронеж, Университетская пл., 1; e-mail: natashamir@yandex.ru*

Среди сорбентов неорганической и органической природы особый интерес представляют препараты природного происхождения. В частности, неспецифический энтеросорбент на основе гидролизного лигнина, выпускающийся под торговым названием «Полифепан», является лекарственным средством растительного происхождения.

Любой лигнин как лиственных, так и хвойных древесных пород представляет собой гетерополимер. Лигнин имеет высокую степень химической неоднородности. Разветвленные макромолекулы растворимых лигнинов и протяженные участки цепей в трехмерной сетчатой структуре, в отличие от таких важнейших биополимеров растительных и животных тканей, как целлюлоза и белки, имеют нерегулярное строение [1, 2], поэтому получаемые из него препараты, в том числе БАД-энтеросорбенты, могут значительно отличаться по структуре и физико-химическим свойствам.

Определена растворимость в водных и органических растворителях, влажность (4.09%), проведен анализ поверхности образца сорбента микроскопическими методами. С помощью растровой электронной микроскопии показано, что поверхность сорбента имеет волокнистую структуру с темными участками, предположительно, порового пространства.



РЭМ-изображения образца Полифепана.

Сняты спектральные характеристики полифепана в нейтральном, кислом и щелочных растворах. Установлен максимум поглощения ( $\lambda=298$  нм), соответствующий лигнину хвойных пород. Установлено смещение максимума при изменении pH среды. Методом дифференциальной спектроскопии определено содержание фенольных гидроксильных групп (5.73%). Проведен анализ образца полифепана методом ИК-спектроскопии. Выявлены полосы поглощения гваяцильных и сирингильных колец в структуре лигнина. Соотнесение интенсивности поглощения полос при  $1510\text{ см}^{-1}$  и  $1605\text{ см}^{-1}$  позволило отнести данный энтеросорбент к типу хвойных лигнинов.

### Список литературы

1. Abe A., Albertsson A.-C., Dusek K. Biopolymers: lignin, proteins, bioactive nanocomposites / *Advances in Polymer Science*. Berlin, 2010. P. 2–3.
2. Hagglund E., Bjorkman C.B. Lignin hydrochloride // *Biochem. Z.* 1924. Vol. 147. P. 74–89.

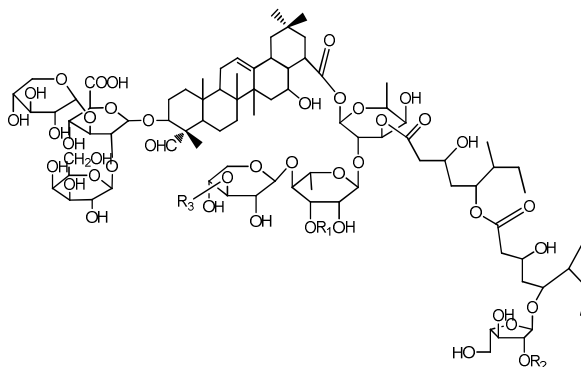
## ПОЛУЧЕНИЕ КВИЛЛАЙЕВОЙ КИСЛОТЫ – САПОГЕНИНА ГЛИКОЗИДОВ МЫЛЬНОГО ДЕРЕВА

Мироненко Н.В., Смушева С.О., Селеменев В.Ф.

Воронежский государственный университет

394006, г. Воронеж, Университетская пл., 1; e-mail: natashamir@yandex.ru

Тритерпеновые сапонины – широкий класс пентациклических гликозидов, обладающих биологической активностью. Несмотря на многообразие источников их получения (аралия китайская (*Aralia chinensis*), свекла (*Beta vulgaris*), сверция (*Swertia mileensis*, *Swertia japonica*), тетрапанакс бумажный (*Tetrapanax papyriferum*), женьшень настоящий (*Panax ginseng*), бирючина блестящая (*Ligustrum lucidum*), люфа цилиндрическая (*Luffa cylindrical*), олеандр олеандролистный (*Oleandra neriifolia*)) одним из наиболее распространенных в промышленном масштабе остаются сапонины мыльного дерева (*Quillaja saponaria*) (рисунок).



Общая структурная формула сапонинов *Quillaia saponaria*.

В ряде литературных источников описаны фармакологические эффекты данных гликозидов – иммуностимулирующий, адаптогенный, противовоспалительный и др. [1]. Особый интерес вызывает синтез производных на основе их агликона (квиллайевой кислоты) и исследование изменения их фармакологического эффекта по сравнению с нативными формами. Получение сапогенина представляет собой сложную задачу, включающую как выбор способа и продолжительности условий гидролитического расщепления молекулы, так и дальнейшую очистку фракций.

Проведенными исследованиями было установлено, что большое влияние на состав продукта гидролиза оказывает сила кислот, их концентрация и условия проведения эксперимента (время контакта, нагревание). Было показано, что оптимальной смесью является 12 М соляная кислота, этиловый спирт 50%, вода (в соотношении 4:7.35:6.65) при нагревании (80°C). Полнота расщепления молекулы сапонины была достаточна для установления структуры углеводов, входящих в его молекулу – методом тонкослойной хроматографии идентифицированы D-глюкоза ( $R_f = 0.8$ ), D-ксилоза ( $R_f = 0.28$ ) и D-глюкуроновая кислота ( $R_f = 0.65$ ). Проведено количественное определение содержания квиллайевой кислоты в выделенных фракциях, которое составило 88%. Ранее проведенными исследованиями была показана целесообразность использования сорбционных методов для очистки сапогенинсодержащих фракций.

### Список литературы

1. Fleck J.D., Kauffmann C., Spilki F., Lencina C.L., Roehe P.M., Gosmann G. Adjuvant activity of *Quillaja brasiliensis* saponins on the immune responses to bovine herpesvirus type 1 in mice // Vaccine. 2006. Vol. 24. P. 7129–7134.

## НОВЫЙ ПОДХОД К ПОЛУЧЕНИЮ НАНОКОМПОЗИТОВ ЦЕЛЛЮЛОЗА/НАНОЧАСТИЦЫ МЕТАЛЛОВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В МЕДИЦИНЕ И ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

**Михаилиди А.М.<sup>1</sup>, Котельникова Н.Е.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Санкт-Петербургский государственный университет  
промышленных технологий и дизайна  
191186, г. Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, 18; e-mail: amikhailidi@yahoo.com*

<sup>2</sup>*Институт высокомолекулярных соединений РАН  
199004, г. Санкт-Петербург, Большой просп., 31; e-mail: nkotel@mail.ru*

Численность населения земного шара драматически увеличивается, и на 1 января 2019 г. она превысила 7.6 млрд. чел. Старение населения является серьезной экономической и социальной проблемой. К 2050 г. количество людей старше 60 лет и младше 15 лет будет составлять 22 и 14% соответственно.

Больше людей старшего возраста, больше болезней. Одной из важнейших проблем здоровья человека является дефицит микроэлементов в организме, вызывающий следующие факторы риска. Так, дефицит цинка приводит к карликовому росту, снижению иммунитета, ухудшению зрения, облысению, анорексии, магния – к сужению сосудов, изможденности, цианозу, кальцификации мягких тканей и сосудов, железа – к анемии, гипоксии, нарушению функций нервной ткани, аритмии.

Несмотря на широкое применение микроэлементов в фармацевтике и медицине, все они токсичны в большей или меньшей степени. В противоположность этому токсичность наночастиц (НЧ) металлов существенно ниже. Так, НЧ Cu в семь раз, Zn – в 30 и железа – в 40 раз менее токсичны, чем ионы Cu, Zn и Fe соответственно. Применение НЧ металлов ограничивается тем, что они являются нестабильными. Одним из путей достижения стабильности НЧ является их интеркалирование в инертные или интерактивные полимерные матрицы.

Для стабилизации НЧ микроэлементов применяли широкий арсенал матриц, однако только некоторые являлись нейтральными, биоразлагаемыми, экономически и территориально доступными. К их числу относится природный полимер целлюлоза. Она используется в качестве нанореактора для разных видов НЧ металлов, при этом получаемые соединения являются нанокompозитами. Именно для этой цели были разработаны и применены новые оригинальные подходы для интеркалирования НЧ металлов в матрицы целлюлозы разных видов (волокон, порошков, гидрогелей) [1].

Металлы (Ag, Cu, Zn, Fe, Ni), диспергированные или восстановленные до НЧ в целлюлозной матрице, придают композитам особые специфические свойства. Так, композиты целлюлозы с НЧ Ag, Cu и Zn проявляют антимикробную активность, с НЧ Fe – используют для очистки воды от мышьяка и почвы от различных токсикантов, например, металлов Pb и Cr, пестицидов и некоторых органических растворителей.

Включение НЧ металлов в целлюлозную матрицу увеличивает абсорбционную способность нанокompозитов, а поскольку целлюлоза является инертной и биоразлагаемой основой, композиты могут быть легко утилизированы. Полученные нами нанокompозиты целлюлозы и металлов являются перспективными для использования в фармацевтике, медицине, а также для защиты окружающей среды.

### ***Список литературы***

1. Михаилиди А.М., Котельникова Н.Е. Микрокристаллическая целлюлоза как матрица для получения нанокompозитов целлюлозы и благородных металлов // Вестник СПГУПТД. Серия 1. Естественные и технические науки. 2017. № 3. С. 52–55.

## ПОЛУЧЕНИЕ НАНОЦЕЛЛЮЛОЗЫ ИЗ ХЛОПКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКСТРУЗИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

**Момзякова К.С., Дебердеев Т.Р., Дебердеев Р.Я.**

*Казанский национальный исследовательский технологический университет  
420015, г. Казань, ул. К. Маркса, 68; e-mail: ksunya-fadeeva@yandex.ru*

На сегодняшний день всё большее внимание учёных уделяется такому материалу, как наноцеллюлоза (НЦ). НЦ называют все типы нанометровых целлюлозных субстратов, которые благодаря своим уникальным свойствам (модуль упругости 138 ГПа, прочность на разрыв до 9 ГПа, биосовместимость, биоразлагаемость, легкость) являются ценным материалом для авиакосмической, нефтяной, оборонной, медицинской, пищевой и других областей промышленности [1]. Несмотря на важность данного продукта и широкий спектр его возможных применений на данный момент еще не созданы процессы, позволяющие получать НЦ без использования длительных (5–24 ч) и энергоёмких стадий, а также концентрированных и дорогостоящих реагентов [2, 3].

Нами опробована энергосберегающая технология получения НЦ с использованием стадии термо-механохимической обработки целлюлозного полуфабриката на модифицированном экструзионном агрегате. Экструзионный аппарат состоит из восьми последовательно соединённых зон. При необходимости число зон можно менять. Каждая зона снабжена рубашкой, в полость которой подается теплоноситель (вода). Время нахождения целлюлозной массы в аппарате составляет 5–10 мин. В процессе движения целлюлозной хлопковой массы в агрегате она подвергается воздействию высоких сдвиговых напряжений, которые эффективно воздействуют на аморфные зоны целлюлозных полимерных цепей, способствуя её интенсивному размолу и дефибрилляции в материальном цилиндре экструдера.

Степень полимеризации целлюлозы определяли по вязкости её раствора в кадоксене по стандартной методике [4]. Дисперсный состав НЦ был исследован на лазерном анализаторе частиц Mastersizer 2000, Malvern.

В ходе работы определены оптимальные условия обработки хлопкового полуфабриката на модифицированной экструзионной установке (количество зон, число оборотов шнека). По результатам исследований было выяснено, что влияние подобного рода воздействий на хлопковую целлюлозу в экструзионном агрегате приводит к снижению её степени полимеризации в 2.6 раз и увеличению выхода НЦ на 20% (при использовании восьми зон экструдера).

*Работа выполнена в рамках гранта РФФИ, проект № 18-29-18077.*

### **Список литературы**

1. Dufresne A. Nanocellulose from nature to High Performance Tailored Materials. France, 2012. 477 p.
2. Пат. 2534338 Великобритания, МПК: C08B1/00, C09B3/00. Method of producing nanocellulose // Mizi F. № 1417793.5; заявлено 08.10.2014; опублик. 27.07.2016. 29 с.
3. Пат. 1374702 США, Microfibrillated cellulose // Turbak A.F., Snyder F.W., Sandberg K.R. № 06/313,726; заявлено 22.10.1981; опублик. 22.02.1983. 9 с.
4. ГОСТ 25438-82. Целлюлоза для химической переработки. 1989. 15 с.



## ИССЛЕДОВАНИЕ ДУБЯЩИХ СВОЙСТВ ПОЛИФЛАВАНОВ *RUMEX CONFERTUS* WILLD.

**Музычкина Р.А., Корулькин Д.Ю.**

*Казахский национальный университет им. аль-Фараби  
Республика Казахстан, 050040, г. Алматы, просп. аль-Фараби, 71; e-mail: rmuz@mail.ru*

Поиск новых высокоэффективных, импортозамещающих дубителей из растительного сырья является актуальной проблемой кожевенной промышленности Республики Казахстан. Конденсированные танины (полифлаваны), обладающие высокими дубящими свойствами, широко распространены в растениях семейств: *Fagaceae, Polygonaceae, Pinaceae, Rubiaceae, Lythraceae, Fabaceae, Myrtaceae* [1].

Объектом нашего исследования были полифлаваны казахстанского вида *Rumex confertus* Willd.

Полифлаваны выделялись из корневища щавеля конского по разработанной нами методике [2] экстракцией измельченного растительного сырья горячей водой с последующим осаждением полифлаванов действием ацетата свинца и обработкой таннатом разбавленной серной кислотой. В результате в индивидуальном виде были выделены полиэпикатехин, полигаллокатехин и полигаллокатехингаллат.

Испытание дубящих свойств выделенных полифлаванов, в сравнении с хромовым дубителем, проводили на шкурках черного и серого чистопородного каракуля. В ходе исследования определяли температуры сваривания в процессе дубления полифлавановыми препаратами, через 6 ч с момента загрузки шкурок в дубильный раствор; а также механические испытания и определение рН водной вытяжки по завершению процесса.

В результате испытаний доказано, что все три выделенных полифлавана щавеля конского по показателю температуры сваривания соответствуют ГОСТ, согласно которому для окрашенного в черный цвет каракуля она должна быть не менее 70°C. В случае использования в качестве дубителя полиэпикатехина в концентрации 5 г/л достигалась температура сваривания 73°C; при дублении шкурок полигаллокатехином – 74°C; при обработке полигаллокатехингаллатом – 76°C. В эксперименте было доказано, что все три полифлавана пригодны для дубления шкурок каракуля без крашения волоса. Использование растительных полифлаванов позволило получить шкурки с хорошей мягкостью и пластичностью, а все полученные образцы обладали хорошей потяжкой, и размер площади шкурок увеличивался в сравнении с сухосолевым состоянием при дублении полиэпикатехином на 9.1%; при использовании полигаллокатехина – на 10.9%; при применении в качестве дубителя полигаллокатехингаллата – на 13.5%.

Все обработанные растительными дубителями образцы шкурок каракуля, подвергнутые механическим испытаниям, выдерживали нагрузки выше нормативного показателя ГОСТ для каракулево-смушкового сырья.

Таким образом, на основании результатов проведенных испытаний доказаны возможность и перспективность использования полифлаванов казахстанского вида *Rumex confertus* Willd для дубления шкурок каракуля. Установлено, что дубящие свойства полифлаванов возрастают при повышении степени их гидроксирования.

### ***Список литературы***

1. Hemingway R.W., Karchesy J.J., Branham S.J. Chemistry and significance of condensed tannins. New York: Springer-Verlag, 553 p.
2. Музычкина Р.А., Корулькин Д.Ю. Технология производства и анализ фитопрепаратов. Алматы: КазНУ, 2011. 356 с.

## ФОСФОРИЛИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ ТЕТРАОКСИАНТРАХИНОНОВ

**Музычкина Р.А., Корулькин Д.Ю.**

*Казахский национальный университет им. аль-Фараби  
Республика Казахстан, 050040, г. Алматы, просп. аль-Фараби, 71; e-mail: rtmuz@mail.ru*

Фосфорсодержащие производные природных тетраоксиантрахинонов представляют практический интерес ввиду их высокой реакционной способности и возможности использования в медицинской практике в качестве противоопухолевых, противовоспалительных, гепатопротекторных, седативных, противомикробных и других средств [1].

Для проведения модификации в качестве исходных веществ были выбраны 1,3,6,8-тетраоксиантрахинон и 1,6,8-триокси-3-оксиметилантрахинон. Основанием для этого послужила их распространенность в казахстанских растениях семейств *Rubiaceae*, *Rhamnaceae*, *Polygonaceae*, *Fabaceae*, *Leguminosae*, *Liliaceae*, а также ранее полученные нами данные о высоком уровне антибактериальной, противогрибковой, противоязвенной и противоопухолевой активности их производных [2]. В качестве базовой реакции направленной модификации тетраоксиантрахинонов было выбрано *O*-фосфорилирование под действием ортофосфорной кислоты и/или пентаокси фосфора. При выборе метода модификации учитывали высокую степень биогенности фосфорилированных производных для организма растений и человека.

В ходе исследования доказана возможность селективного проведения реакции только по спиртовому гидроксилу в 8%-ном избытке антрахинона под действием 25%-ной ортофосфорной кислоты при нагревании до 40–45°C в течение 4 ч с выходом 1,6,8-триокси-3-фосфорилоксиметилантрахинона, равном 78%.

При *O*-фосфорилировании тетраоксиантрахинонов по фенольным гидроксилам было установлено, что 3- и 3,6-фосфорилоксипроизводные возможно получить при использовании в качестве фосфорилирующего агента 45%-ной ортофосфорной кислоты в среде безводного диоксана в присутствии фосфата кальция либо сульфата натрия при 4–5 ч нагревании до 40–50°C. 1- и 1,8-фосфорилоксипроизводные с высокими выходами получали, проводя реакцию в смеси концентрированных ортофосфорной и серной кислот (1.5:1, по объему) при 85–90°C в течение 5 ч. Полного *O*-фосфорилирования тетраоксиантрахинонов удалось достичь для 1,6,8-триокси-3-оксиметилантрахинона в среде безводного диоксана в 10%-ном избытке антрахинона действием фосфорного ангидрида при нагревании до 85–90°C в течение 8 ч с выходом 85%; для 1,3,6,8-тетраоксиантрахинона – в среде петролейного эфира (фр. 70–120) в 6%-ном избытке фосфорилирующего агента (смеси фосфорного ангидрида и концентрированной ортофосфорной кислоты 1:1, по объему) при нагревании до 95–100°C в течение 12 ч в условиях циклического процесса с выходом 74%.

Эффективной ВЭЖХ хроматографической системой для разделения и доочистки фосфорпроизводных 3-оксиметил-1,6,8-триокси- и 1,3,6,8-тетраоксиантрахинонов служила НФ – Lichrospher100 RP18; ПФ – 0.1 М дигидрофосфат натрия–ацетонитрил 85:15 (по объему) с использованием УФ-детектора (254 нм).

Исследования по синтезу и биоскринингу фосфорпроизводных природных тетраоксиантрахинонов продолжаются.

### **Список литературы**

1. Patai S.J. The chemistry of quinonoid compounds. New York: Wiley, 1988. P. 759–878.
2. Muzychkina R.A., Korulkin D.Yu. The modified anthraquinones. Almaty: Globus CBB, 2014. 678 p.

## ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВНЫХ ГРУПП БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ КАЗАХСТАНСКОГО ВИДА РАСТЕНИЯ *XANTHIUM STRUMARIUM* L.

**Мынбаева Ж.Т., Дрюк О.В.**

*Костанайский государственный университет им. А. Байтурсынова  
Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, ул. Байтурсынова, 47;  
e-mail: zhanar\_mynbayeva@mail.ru*

Анализ лекарственной флоры показал слабую изученность местной флоры, тогда как исследования видов р. *Xanthium* L., позволят пополнить сведения о содержании биологически активных веществ, фармакологической активности произрастающих на территории Казахстана. Результаты исследований могут служить экспериментальным обоснованием для более углубленного изучения этих растений с целью введения их в научную медицину.

Отвары и настои растения обладают жаропонижающим, потогонным, успокоительным, фунгицидным, антисептическим и противовоспалительным действием, также растение используется как вяжущее, потогонное, седативное, ранозаживляющее, антибактериальное, детоксикационное. Масло из семян дурнишника применяют наружно при ряде кожных заболеваний. Растение является эффективным средством при борьбе с заболеваниями, связанными с нарушениями йодного обмена [1–8].

Нами проведен качественный анализ надземной части образцов *X. strumarium* L., собранных в Акмолинской, Алматинской и Костанайской областях. С помощью метчиков идентифицированы фенолокислоты (феруловая, ванилиновая), галловая кислота; флавоноиды (кверцетин, кемпферол); обнаружены кумарины, дубильные вещества, стерины и сапонины, что согласуется с литературными данными [3].

В надземной массе исследуемого растения был определен качественный состав аминокислот на газовом хроматографе «CARLO-ERBA-4200», он составляет около 20 кислот, из которых в наибольшем количестве содержатся аспарагин, аланин и пролин.

Жирнокислотный состав надземной массы *Xanthium strumarium* L. определяли методом газо-жидкостной хроматографии. Идентификация компонентов жирных кислот проводили по стандартным растворам метиловых эфиров жирных кислот и относительным временам удерживания. Количественное определение состава анализируемой смеси осуществляли методом нормализации по площадям пиков. В надземной массе *Xanthium strumarium* L. жирнокислотный состав представлен восемью кислотами, основная масса состоит из двух ненасыщенных кислот – олеиновой (31.4%) и линоленовой (58.3%) кислот, насыщенные жирные кислоты – пальмитиновая (0.3%), и стеариновая (3.2%), остальные кислоты находятся в минорных количествах. Химическое исследование *Xanthium strumarium* L. продолжается.

### **Список литературы**

1. Мамонтова М.Ф., Мамонтов Н.Г., Талейко Е.Н. Все о лекарственных растениях. Хмельницкий: «Поділяя», 1992. С. 93–94.
2. Мазнев Н. Энциклопедия народной медицины. М.: «Мартин», 2004. С. 167–168.
3. Zhang L., Tao L., Ruan J., Li W., Wu Y., Yam L., Zhang F., Fan F., Zheng S., Wang A., Lu Y. // *Planta Med.* 2012. Vol. 78(9). P. 890–895.
4. Грудзинская Л.М., Гемеджиева Н.Г., Нелина Н.В., Каржаубекова Ж.Ж. Аннотированный список лекарственных растений Казахстана. 2014. 200 с.
5. Флора СССР. Ленинград: АН СССР, 1959. Т. 25. С. 521–522.

6. Климахин Г.И., Фонин В.С., Масляков В.Ю., Фадеев Н.Б., Семикин В.В., Польгунова Л.А. Некоторые биохимические особенности дурнишника обыкновенного (*Xanthium strumarium* L.) // Химико-фармацевтический журнал. 2015. Т. 49(8). С. 32–35.
7. Абдулина С.А. Список сосудистых растений Казахстана. Алматы, 1999. 161 с.
8. <http://lektrava.ru/encyclopedia/durnishnik-obyknovennyu/>

## ПОДХОДЫ К СИНТЕЗУ ПИРАЗОЛИНОВ НА ОСНОВЕ ТРИТЕРПЕНОВЫХ $\alpha,\beta$ -НЕПРЕДЕЛЬНЫХ АЛЬДЕГИДОВ

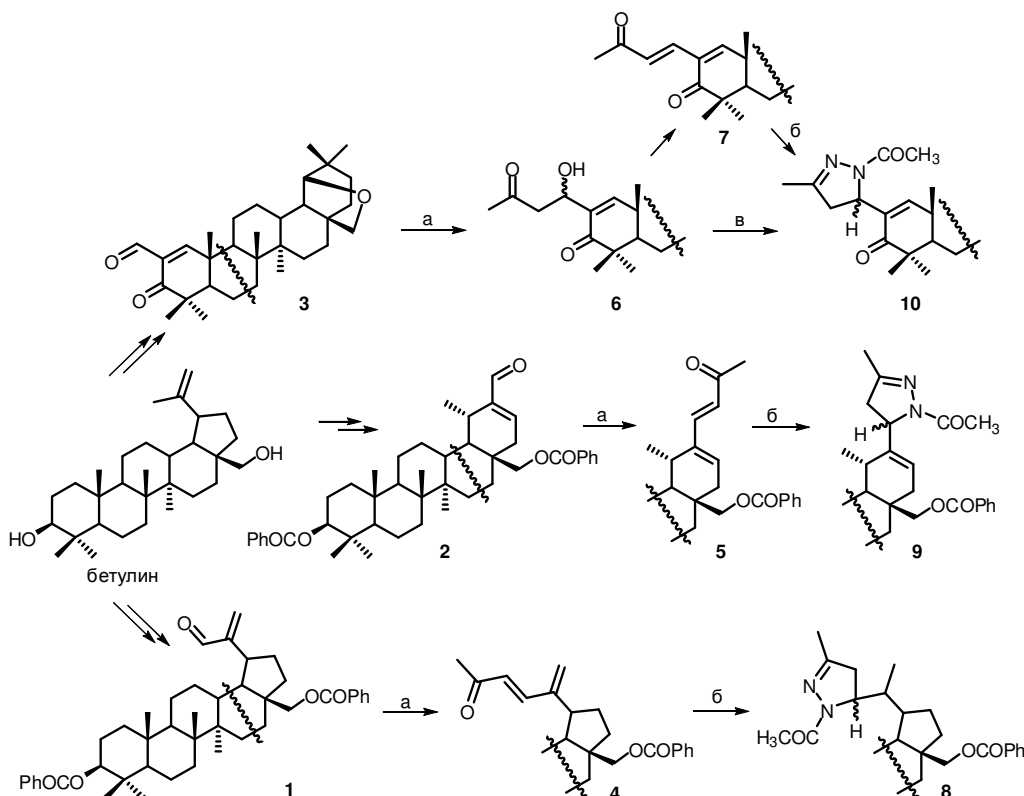
**Назаров М.А., Толмачева И.А., Гришко В.В.**

*Институт технической химии УрО РАН, Пермский ФИЦ УрО РАН  
614013, г. Пермь, ул. ак. Королева, 3; e-mail: mihailnazarov705@gmail.com*

Актуальность поиска новых доступных полифункциональных субстратов для направленного конструирования гетероциклических систем обусловлена структурным разнообразием гетероциклических соединений в сочетании с их высокой статистической вероятностью проявления биологической активности. Удобными и перспективными промежуточными соединениями в синтезе гетероциклов, в частности, пирозолинов, являются природные и синтетические  $\alpha,\beta$ -ненасыщенные кетоны.

На основе бетулина получены лупановый (1), 18 $\alpha$ ,19 $\beta$ H-урсановый (2) и 18 $\alpha$ H-олеанановый (3)  $\alpha,\beta$ -непредельные альдегиды [1] и продукты их альдольной конденсации с ацетоном –  $\beta$ -гидроксикетон 6 и  $\alpha,\beta$ -непредельные метилкетоны 4, 5, 7.

Синтез тритерпеновых пирозолинов 8–10 включал конденсацию соединений 4, 5, 7 с гидразингидратом и последующую гетероциклизацию в пиридине в присутствии уксусного ангидрида. 18 $\alpha$ H-Олеанановый пирозолин 10 также получен кипячением  $\beta$ -гидроксикетона 6 с ацетатом гидразина в уксусной кислоте.



*Реагенты и условия:* а.  $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$ , 10% NaOH; б. 1)  $\text{NH}_2\text{NH}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , EtOH, AcOH, кипячение; 2) Ru,  $\text{As}_2\text{O}_3$ , комн. температура; в.  $\text{NH}_2\text{NHCOCH}_3$ , EtOH, AcOH, кипячение.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант РФФИ № 18-03-00050).*

### Список литературы

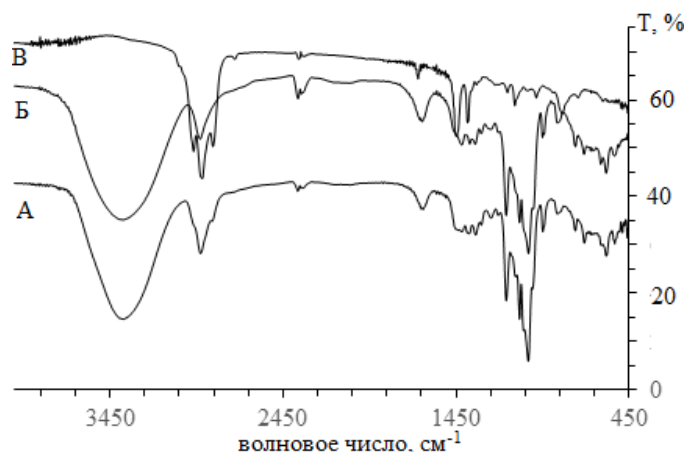
1. Назаров М.А., Жикина Л.А., Толмачева И.А., Гришко В.В. Синтез тритерпеновых ацетилгидразонов на основе аллобетулина // Башкирский химический журнал. 2017. Т. 24(4). С. 28–32.

## ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ БЕТА-ЦИКЛОДЕКСТРИНА СО СКВАЛЕНОМ

**Нгуен Ван Ань, Дейнека В.И.**

*Белгородский государственный национальный исследовательский университет  
308015, г. Белгород, ул. Победы, 85; e-mail: vananhkhoahoasp2@gmail.com*

Сквален (углеводород тритерпенового ряда,  $C_{30}H_{50}$ ) является промежуточным соединением в биосинтезе стероидов, что и определяет его значимость для кожи человека как смягчающего и антиоксидантного средства с противоопухолевой активностью [1]. В природе сквален был первоначально обнаружен в печени акулы, но к настоящему времени найден уникально богатый растительный источник этого важнейшего соединения – масло семян амаранта [2]. Как липид, сквален не растворяется в воде, что осложняет его использование в комплексе с водорастворимыми соединениями. Поэтому в настоящей работе была поставлена цель – исследование возможности получения водно-диспергируемых комплексов включения сквалена в  $\beta$ -циклодекстрин ( $\beta$ -ЦД). Комплекс включения готовили методом осаждения дисперсий сквалена из водных растворов  $\beta$ -ЦД. Образующийся при этом осадок отделяли от раствора центрифугированием и лиофилизировали, получая белый порошок. Наличие в полученных порошках сквалена качественно подтверждали методом Фурье-ИК-спектроскопии (рисунок), а для количественного определения использовали обращенно-фазовую ВЭЖХ после разрушения комплекса в ацетоне. Образование именно комплекса включения, а не механической смеси  $\beta$ -ЦД и сквалена подтверждали анализом рентгеновских дифрактограмм.



ИК спектры комплекса (А),  $\beta$ -циклодекстрина (Б) и сквалена (В).

В работе установлены оптимальные соотношения сквалена и  $\beta$ -ЦД (в водном растворе), позволяющие добиться выхода комплекса включения до 61.6% при содержании сквалена в нем – 10.7%. Кроме указанных выше получены комплексы включения сквалена в метилированный  $\beta$ -ЦД, одно из существенных отличий которых состоит в том, что в исходной смеси не образуется осадок, т.е. такие комплексы эффективнее диспергируются в воде.

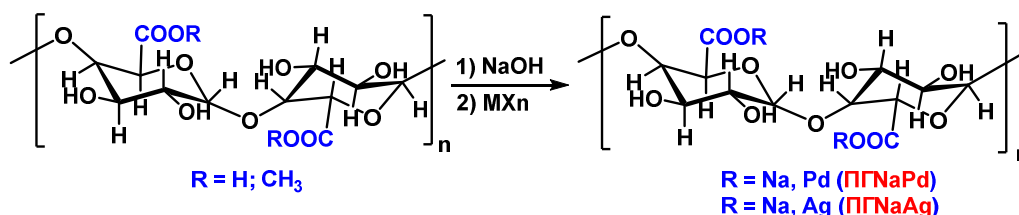
### **Список литературы**

1. Huang Z.R., Lin Y.-K., Fang J.Y. // *Molecules*. 2009. Vol. 14. P. 540–554.
2. Lozano-Grande M.A., Gorinstein S. et al. // *Int. J. Agron*. 2018. Vol. 2018. P. 1–13.

**ПОЛИГАЛАКТУРОНАТЫ СЕРЕБРА И ПАЛЛАДИЯ: СИНТЕЗ И СВОЙСТВА****Немтарев А.В.<sup>1,2</sup>, Минзанова С.Т.<sup>1</sup>, Миронова Л.Г.<sup>1</sup>, Боглаевская Е.О.<sup>2</sup>,  
Миронов В.Ф.<sup>1,2</sup>**<sup>1</sup>*Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова,  
ФИЦ Казанский научный центр РАН**420088, г. Казань, ул. Арбузова, 8; e-mail: a.nemtarev@mail.ru*<sup>2</sup>*Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ**420008, г. Казань, ул. Кремлёвская, 29/1*

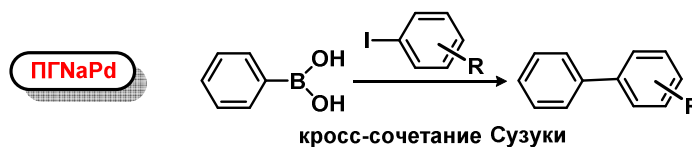
Пектины всё чаще находят применение в биохимии, медицине и промышленности благодаря способности образовывать комплексы как с металлами, так и с органическими соединениями [1]. На основе продуктов омыления цитрусового пектина разработаны подходы к получению полиметаллокомплексов, содержащих ионы железа и кальция, проявивших высокую противоанемическую активность [2, 3].

В докладе обобщен материал по синтезу и изучению свойств смешанных полигалактуронатов натрия/палладия (ПГNaPd) и натрия/серебра (ПГNaAg), полученных на основе продуктов омыления апельсинового пектина и цитрусового пектина СХ-401 (производство Herbstreith&Fox, Германия) (ПГNa) раствором гидроксида натрия.



Содержание металлов в ПГNa, ПГNaAg и ПГNaPd.

вещество	Содержание металлов, масс%			Степень замещения по Na, %
	Na	Ag	Pd	
ПГNa	7.4	–	–	–
ПГNaAg	7.0	2.7	-	14.6
ПГNaPd	3.8	–	6.3	–

**ПГNaAg**     МИК 156.3 мкг/мл (Staphylococcus aureus)

*Работа выполнена при поддержке РФФИ (№18-03-00310) и за счет средств субсидии, выделенной КФУ для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности (4.5151.2017/6.7).*

**Список литературы**

1. Minzanova S.T. et al. // *Polymers*. 2018. Vol. 10(12). 1407.
2. Minzanova S.T. et al. // *Toxicol. Rep*. 2018. Vol. 5. P. 457–467.
3. Minzanova S.T., Mironov V.F., Vyshtakalyuk A.B. et al. // *Carbohydr. Polym.* 2015. Vol. 134. P. 524–533.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ДРЕВЕСНОЙ ЗЕЛЕНИ СОСНЫ И ЛИСТВЕННИЦЫ

**Никонова Н.Н., Хуршкайнен Т.В., Кучин А.В.**

*Институт химии Коми НЦ УрО РАН*

*167000, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 48; e-mail: Lifedream123456789@gmail.com*

Получение природных биологически активных препаратов – актуальная задача рационального и экономного использования лесных ресурсов. Хвойные растения содержат в своем составе большое количество экстрактивных веществ, обладающих широким спектром биологической активности и имеющих большое практическое значение.

Древесная зелень (ДЗ) хвойных близка по своему химическому составу и различается лишь в количественном содержании компонентов. В состав экстрактивных веществ входят такие классы соединений, как алифатические углеводороды, спирты, высшие жирные и смоляные кислоты, каротиноиды, фенольные соединения и т.д. Объектом исследования является ДЗ лиственницы сибирской и сосны обыкновенной.

В кислой части ДЗ лиственницы преобладают смоляные кислоты абиеинового типа с наибольшим содержанием палюстровой кислоты [1]. Сосна северных районов России является богатым источником дитерпеноида лабданового типа – пинифоловой кислоты и ее монометилового эфира.

Большое внимание исследователей уделяется изучению фенольных соединений, так как благодаря высокой биологической активности они могут быть применимы в различных отраслях: медицине, ветеринарии, косметологии как суммарные экстракты, так и индивидуальные компоненты. Из простых фенольных соединений широко распространены природные фенолокислоты. Отличительной особенностью ДЗ лиственницы является присутствие сиреновой кислоты, которая не обнаружена в других видах хвойных.

Кроме фенольных соединений активно изучаются эфирные масла хвойных пород. Они представлены в основном монотерпенами и сесквитерпенами, причем сосновое масло содержит сесквитерпеновых углеводородов в два раза больше, чем лиственничное. Основными монотерпенами рода *Larix* являются 3-карен,  $\alpha$ - и  $\beta$ -пинены. По их количественному распределению в хвое лиственницы сибирской преобладает 3-карен. В сосновой хвое доминирующим монотерпеном является  $\alpha$ -пинен, достигающий 53% от суммарного масла [2].

Цель работы – выделение способом эмульсионной экстракции низкомолекулярных компонентов из ДЗ сосны и лиственницы и сравнение их качественного и количественного состава.

Способ эмульсионной экстракции заключается в обработке измельченного сырья водным раствором оснований. Преимуществом данного способа является эффективное извлечение как водо- так и жирорастворимых компонентов. Для определения содержания суммы экстрактивных веществ из эмульсионного раствора выделяются нейтральные и кислые компоненты.

Дальнейшее изучение состава исследуемого сырья проводится с использованием хроматографических и спектральных методов анализа.

*Работа выполняется при финансовой поддержке проекта № 18-3-3-27 программы УрО РАН.*

### **Список литературы**

1. Левин Э.Д., Репях С.М. Переработка древесной зелени. М.: Лесная промышленность, 1998. 196 с.
2. Чекушкина И.В., Невзорова Т.В., Ефремов А.А. Фракционный состав эфирного масла сосны обыкновенной // Химия растительного сырья. 2008. № 2. С. 87–90.



## БИООРГАНИЧЕСКИЙ МНОГОКОМПОНЕНТНЫЙ ПРЕПАРАТ BOSTAR ДЛЯ ПРОТРАВЛИВАНИЯ СЕМЯН ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР И РЕЗУЛЬТАТЫ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ В ГЕРМАНИИ

**Новик В.<sup>1</sup>, Карпенко Е.В.<sup>2</sup>, Хуршкайнен Т.В.<sup>3</sup>, Феклистова И.Н.<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>*Частный институт прикладной биотехнологии daRostim*

*Германия, 04736, г. Вальдхайм, Шиллерштрассе, 21; e-mail: info@darostim.de*

<sup>2</sup>*Институт физико-органической химии и углекислоты им. Л.М. Литвиненко НАН Украины,  
отделение физико-химии горючих ископаемых*

*Украина, 79060, г. Львов, ул. Научная, 3а; e-mail: e.v.karpenko@gmail.com*

<sup>3</sup>*Институт химии Коми НЦ УрО РАН*

*167000, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 48; e-mail: hurshkainen@mail.ru*

<sup>4</sup>*Белорусский государственный университет, биологический факультет  
Республика Беларусь, 220030, г. Минск, просп. Независимости, 4;  
e-mail: feklistova\_iren@rambler.ru*

Обработка семян фунгицидами и инсектицидами является эффективным инструментом для достижения стабильных и здоровых урожаев в растениеводстве. В последние годы многие синтетические фунгициды и почти все инсектициды были запрещены в Европейском Союзе из-за их вредного воздействия на окружающую среду. Поиск альтернативных препаратов становится ежедневной задачей. Биоорганическая матрица для обработки семян (BOSTAR) является результатом международного сотрудничества в рамках программы Tandem и использует комбинаторное действие фитогормонов, гуминовых кислот, поверхностно-активных веществ и природного экстракта *Verva* с экологически чистыми феромонами.

BOSTAR-массив	Основа	Стандарт	BOSTAR+1	BOSTAR+2	BOSTAR+3	BOSTAR+4
Фитогормоны	X	X	X	X	X	X
Гуминовые кислоты	X	X	X	X	X	X
БиоПАВы	X	X	X	X	X	X
Эндифиты		X	X	X	X	X
Клей		X	X	X	X	X
Биоинсектициды			X	X	X	XX
Бионематоциды			X	X	X	XX
Биофунгициды				X	X	XX
Микроэлементы					X	XX

В 2015 г. было начато систематическое исследование фитосанитарного состояния опытных площадей в Германии как одна из составных частей международной программы Tandem<sup>12/21</sup> (2012–2021) [1, 2]. До сегодняшнего дня на наличие фитопатогенных бактерий и грибов проанализированы и классифицированы 105 из 170 площадей. Предварительная оценка результатов показывает, что доля фитопатогенных бактерий и грибов охватывает диапазон от 0 до 95%. CFD-измерения показывают, что на 9–11 календарной неделе активность процесса фотосинтеза PHS озимых зерновых на опытных полях с возрастанием доли фитопатогенов снижается почти на 15%. На полях, где семенной материал не обрабатывался препаратом daRostim®BOSTAR, падение PHS ещё больше – до 18%; на полях, где обработка проводилась, наблюдалось повышение PHS на 3%. Концентрация фитопатогенов около 100 млн КОЕ/г ведёт к потере фотосинтетической активности до 15%, в то время как инкрустация семян даёт её увеличение на 7%.

*Список литературы*

1. Nowick W. Results of the increase in productivity in crop production and the reduction of nitrogen fertilizer during the application of agricultural practice areas in Germany with a combination of plant hormones and humic acids (PHC) – in the program Tandem<sup>12/21</sup> // XII International conference daRostim, 2016, Odessa, Ukraine. P. 160–161.
2. Nowick W. The bioactive PHC – phytohormone – humic acid compositions of the series TANDEM and results of their long-term effect on productivity of plant production in Germany // XIV International conference daRostim, 2018, Minsk, Belarus. P. 16–19.

## НОВЫЕ ОКСИЛИПИНЫ В КОРНЯХ ЗЛАКОВ

**Огородникова А.В., Мухитова Ф.К., Ильина Т.М., Гречкин А.Н.**

*Казанский институт биохимии и биофизики,  
ФИЦ Казанский научный центр РАН*

*420111, г. Казань, ул. Лобачевского, 2/31, а/я 30; e-mail: anyuta\_ogorodnik@mail.ru*

Липоксигеназный сигнальный каскад растений является источником разнообразных биорегуляторов – оксилипинов. Одним из наиболее распространённых направлений липоксигеназного каскада является алленоксидсинтазный путь. Алленоксидсинтазы, неклассические Р450 семейства CYP74, катализируют дегидратацию гидроперекисей жирных кислот с образованием короткоживущих окисей аллена. Вторичные превращения окисей аллена (ферментативные или спонтанные) зависят от экспрессии генов таких ферментов, как алленоксидциклаза (АОЦ) и других. Продуктом циклизации окиси аллена является циклопентенон 12-оксо-11,15-фитодиеновая кислота, предшественник жасмоната. Липоксигеназный каскад в корнях растений значительно менее исследован, чем в листьях. При изучении окислительного метаболизма линолевой и альфа-линоленовой кислот в корнях злаков *in vitro* нами были обнаружены новые оксилипины, имеющие дополнительную карбоксильную группу вне боковой цепи.

Изучены превращения линолевой и альфа-линоленовой кислот ферментными препаратами из корней пшеницы и технического сорго. Помимо описанных нами недавно продуктов Фаворского (жирных кислот с карбоксильной группой в боковой цепи) [1], обнаружен редкий циклопентенон 10-оксо-11,15-фитодиеновая кислота (10-оксо-ФДК). Как показали эксперименты по метанолизу короткоживущих продуктов, образование продуктов Фаворского происходит через образование окиси аллена. Полученные нами данные показывают, что превращение окисей аллена в продукты Фаворского происходит через образование ещё одного интермедиата – циклопропанона. Нуклеофильное раскрытие трёхчленного кольца циклопропанона и приводит к продуктам Фаворского. Помимо продуктов Фаворского происходит также образование циклопентенонов. Образование циклопентенона 10-оксо-ФДК довольно необычно. Особенности структуры его предшественника, окиси аллена 9,10-эпокси-10,12,15-октадекатриеновой кислоты (отсутствие аллильного заместителя при оксиране), делают крайне маловероятной спонтанную циклизацию. Таким образом, образование 10-оксо-ФДК может объясняться либо ферментативной циклизацией, либо термическим расширением кольца циклопропанона в инжекторе газового хроматографа. Последнее объяснение представляется более вероятным, так как анализ методом ГХ-МС тех же самых продуктов после каталитического гидрирования выявил лишь очень незначительное количество 10-оксофитоновой кислоты. Ещё один необычный идентифицированный продукт – изомерный альфа-кетол 10-оксо-11-гидрокси-12-октадеценной кислоты, образующийся в результате гидролиза циклопропанона с нуклеофильным замещением по С11.

Таким образом, в результате проведённого исследования описаны некоторые новые оксилипины, продукты алленоксидсинтазного пути, образование которых связано с общими интермедиатами – окисью аллена и циклопропаном.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 18-04-00508А.*

### **Список литературы**

1. Grechkin A.N., Ogorodnikova A.V., Egorov A.M., Mukhitova F.K., Ilyina T.M., Khairutdinov B.I. Allene oxide synthase pathway in cereal roots: detection of novel oxylipin graminoxins // ChemistryOpen. 2018. Vol. 7(5). P. 336–343.

## РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ БОБОВЫХ КУЛЬТУР В БЕЛКОВЫЕ ПРОДУКТЫ, КРАХМАЛ И БИОТОПЛИВО

Ожимкова Е.В., Григорьев М.Е., Смирнова Е.В.

*Тверской государственной технической университет  
170026, г. Тверь, наб. Афанасия Никитина, 22; e-mail: eozhimkova@mail.ru*

Семена бобовых культур являются богатым источником белков, пищевых волокон, медленно усваиваемых углеводов. Эти компоненты могут способствовать улучшению здоровья людей, в том числе служить эффективной профилактикой таких заболеваний, как сахарный диабет, ишемическая болезнь сердца и онкологии. Крахмалы бобовых культур по сравнению с картофельным или злаковыми крахмалами имеют более низкий гликемический индекс, следовательно, не вызывают резкого подъема уровня глюкозы в крови. Кроме того, растворы крахмалов, полученных из семян бобовых культур, имеют значительно более высокую вязкость, что обеспечивает их эффективное применение в качестве загустителей в пищевой промышленности [1]. Белки семян бобовых характеризуются уникальными питательными и функциональными свойствами. Кроме того, уникальными технологическими свойствами обладают модификации (физические, ферментативные и химические) белков бобовых, а также их комбинации с полисахаридами [2].

Цель работы – разработка научных основ комплексной ресурсосберегающей технологии переработки биомассы семян бобовых культур в биологически активные вещества и биотопливо. В качестве растительного материала для проведения исследований использовались образцы зеленого и желтого гороха, белой и красной фасоли, красных бобов и зеленой чечевицы. Методики выделения и анализа крахмала из семян бобовых представлены в работе [3].

Полученные крахмалы из бобовых культур могут быть использованы в качестве добавки к картофельному и кукурузному крахмалам для улучшения качества и физико-химических свойств, таких как устойчивость к ретроградации, увеличение водосвязывающей способности и т.д.

Оставшийся после экстракции шрот целесообразно использовать для культивирования дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* и получения кормовых белковых продуктов и получения биоэтанола, который может быть использован как биотопливо второго поколения.

Предлагаемый в работе комплексный подход позволит последовательно получать из сырья бобовых культур востребованные во многих производствах белковые изоляты и крахмалы, а оставшийся растительный шрот использовать для получения биотоплива.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-08-00336.*

### Список литературы

1. Jeong D., Han J.-A., Liu Q., Chung H.J. Effect of processing, storage, and modification on *in vitro* starch digestion characteristics of food legumes: A review // Food Hydrocolloids. 2019. Vol. 90. P. 367–376.
2. Sharif H.R., Williams P.A., Sharif M.K., Abbas S., Majeed H., Masamba K.G., Safdar W., Zhong F. Current progress in the utilization of native and modified legume proteins as emulsifiers and encapsulants – A review // Food Hydrocolloids. 2018. Vol. 76. P. 2–16.
3. Жвирбле К.В., Ожимкова Е.В., Орлов В.В., Тарасова Р.Н. Экстракция и физико-химический анализ крахмалов // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Химия. 2016. № 1. С. 127–132.

## АНАЛИЗ ЦИТОКИНИНОВОЙ АКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДНЫХ N<sup>6</sup>-БЕНЗИЛАДЕНИНА ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С РЕЦЕПТОРАМИ *IN PLANTA*

**Ословский В.Е.<sup>1</sup>, Савельева Е.М.<sup>2</sup>, Дреничев М.С.<sup>1</sup>,  
Кузьменок А.Ю.<sup>1</sup>, Михайлов С.Н.<sup>1</sup>, Романов Г.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Институт молекулярной биологии им. В.А. Энгельгардта РАН  
119991, г. Москва, ул. Вавилова, 32; e-mail: vladimirovsky@gmail.com*

<sup>2</sup>*Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН  
127276, г. Москва, ул. Ботаническая, 35*

Цитокинины – группа фитогормонов, играющих важную роль во всех процессах роста и развития растений, таких как стимуляция деления клеток, формирование побегов и корней, стимуляция образования пигментов, активация формирования хлоропластов и др. [1, 2]. Цитокинины вызывают физиологические реакции главным образом через регуляцию экспрессии генов. Трансдукция сигнала до целевых генов осуществляется с помощью двухкомпонентной системы, где ключевую роль играют цитокининовые рецепторы, которые воспринимают сигнал от молекул цитокининов [2].

С целью изучения особенностей взаимодействия цитокининов с их индивидуальными рецепторами мы исследовали цитокининовую активность большого ряда новых производных природного цитокинина N<sup>6</sup>-бензиладенина (ВА). В ходе работы получена большая серия модифицированных производных пурина, отличающихся от структуры ВА: (1) наличием различных заместителей во 2, 6, 8 и 9 положениях пуринового гетероцикла; (2) длиной линкера соединяющего 6 положение пурина с фенильным фрагментом; (3) заменой атома азота в линкере на кислород или серу; (4) наличием функциональных групп в фенильном заместителе в 6 положении пурина; (5) комбинациями этих модификаций [3]. Цитокининовая активность *in planta* исследована в модельной тест-системе на основе проростков *Arabidopsis thaliana*. В работе использовали двойные инсерционные мутанты по рецепторам цитокининов, у которых в каждом мутантном клоне активен только один из трёх рецепторов (АНК2, АНК3 или CRE1/АНК4/WOL), а также растения с тремя работающими рецепторами (WT). Все используемые растения трансформированы геном *GUS*, который поставлен под контроль промотора гена первичного ответа на цитокинины *ARR5*. Цитокининовая активность соединений определялась по уровню *GUS*-активности, отражающей интенсивность экспрессии конструкции *Parr5:GUS* [4].

В результате работы были выявлены соединения, обладающие выраженной цитокининовой активностью, сравнимой или превышающей активность ВА. Было показано, что в зависимости от структуры некоторые соединения проявляют активность при взаимодействии только с определенными цитокининовыми рецепторами, т.е. являются рецептор-специфичными.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 18-34-00084.*

### Список литературы

1. Sakakibara H. // Annu. Rev. Plant Biol. 2006. Vol. 57. P. 431–449.
2. Romanov G.A. // Rus. J. Plant Physiol. 2009. Vol. 56. P. 268–290.
3. Savelieva E.M., Oslovsky V.E., Karlov D.S., Kurochkin N.N., Getman I.A., Lomin S.N., Sidorov G.V., Mikhailov S.N., Osolodkin D.I., Romanov G.A. // Phytochemistry. 2018. Vol. 149. P. 161–177.
4. Zvereva S.D., Romanov G.A. // Rus. J. Plant Physiol. 2000. Vol. 47. P. 424–432.

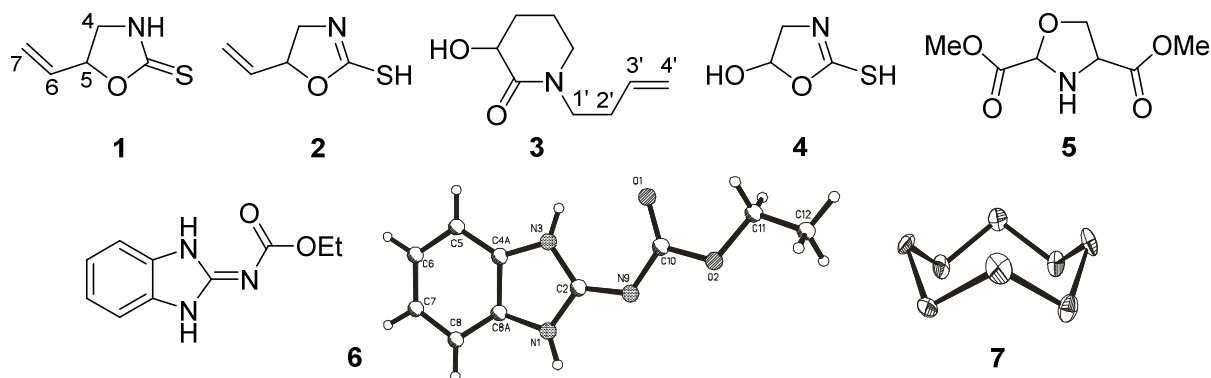
## СЕРОСОДЕРЖАЩИЕ АЛКАЛОИДЫ РАСТЕНИЙ РОДА *CRAMBE* СЕМЕЙСТВА *BRASSICACEAE* ФЛОРЫ УЗБЕКИСТАНА

Охунов И.И., Абдилалимов О., Арипова С.Ф.

*Институт химии растительных веществ им. ак. С.Ю. Юнусова АН РУз*  
*Республика Узбекистан, 100170, г. Ташкент, ул. М. Улугбека, 77;*  
*e-mail: salima\_aripova@mail.ru*

Впервые исследованы алкалоиды и другие низкомолекулярные метаболиты двух видов растений рода *Crambe* семейства *Brassicaceae*: *C. kotschyana* и *C. orientalis*. В результате из суммы алкалоидов надземной части и корней этих растений с использованием различных методов разделения выделили семь веществ (1–7), из которых четыре (2–5) являются новыми, и для них установлено соответствующее строение. Из выделенных веществ три соединения являются серосодержащими алкалоидами – гоитрин (5-винил-оксазолидин-2-тион) (1), его изомер – гоитридин (5-винил-4,5-дигидрооксазол-2-тиол) (2), алкалоид крамбинин (5-гидрокси-4,5-дигидрооксазол-2-тиол) (4). Четвёртое новое соединение имеет строение крамбаин (*N*-бут-3<sup>1</sup>-ен-3-гидрокси-2-оксо-пиперидин) (3). Выделение из растения соединения с т.пл. 305–307°C, имеющего строение *N*-(бензимидазоллил-2)-*O*-этилкарбамата (6), было необычно. Предполагается, что оно не продуцируется самим растением, а усвоено им из почвы в готовом виде. Вещество 7 выделено в виде прозрачных моноклинных кристаллов. Рентгеноструктурный анализ (РСА) показал, что исследуемый монокристалл является циклической формой серы – S<sub>8</sub> α-модификации, имеющей форму короны, образующей ромбическую серу. Длины S–S связи в среднем равны 2.046 Å, углы близки к тетраэдрическим 108.23°, что совпадает с ранее полученными результатами. Выделение циклической серы из растительного объекта необычно и впервые осуществлено нами из растений рода *Crambe*.

В докладе будут обсуждены особенности структур соединений 1–7.



*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта № ФА-Ф-7-005 по теме: «Фундаментальные основы создания биоактивных субстанций на основе исследования алкалоидоносных растений Узбекистана».*

## ВЛИЯНИЕ ПЕКТИНА ПИЖМЫ *TANACETUM VULGARE L.* НА ПИЩЕВОЕ ПОВЕДЕНИЕ МЫШЕЙ

Падерин Н.М.

*Институт физиологии Коми НЦ УрО РАН  
167982, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 50; e-mail: paderin\_nm@mail.ru*

Пищевые волокна, например, пектины, образуя вязкие растворы, продлевают чувство сытости и снижают аппетит. Пектины с разветвленным строением и низкой степенью этерификации образуют вязкие растворы. Известно, что пектин пижмы *Tanacetum vulgare L.* обладает разветвленной молекулой и очень низкой степенью этерификации (7%). Коммерческие пектины, представляющие собой линейные молекулы со степенью этерификации от 40 до 70%, увеличивают чувство сытости, но при этом практически не оказывают влияния на количество съеданной пищи. Таким образом, пектин пижмы может оказаться более эффективным в регуляции чувства сытости и аппетита.

Цель работы – определить влияние пектина пижмы *Tanacetum vulgare L.* на пищевое поведение мышей.

Пищевое поведение определяли при помощи теста «Поведенческая последовательность сытости» (от англ. Behavioural satiety sequence). Тестирование мышей проводилось в течение 1 ч и записывалось на видеокамеру. Пектин пижмы и коммерческий яблочный пектин вводили перорально в дозе 50 мг/кг при помощи пластикового зонда за 2 ч до тестирования животных. Контрольные животные получали 0.2 мл дистиллированной воды. Реологические свойства пектинов определяли на вискозиметре Brookfield Model DV-III при 37°C. Для определения реологических свойств пектинов в условиях желудочно-кишечного тракта растворы пектинов последовательно инкубировались в средах, имитирующих среды желудка и тонкого кишечника.

Мыши, получившие пектин пижмы, в течение 1 ч съели на 33% меньше корма и на 47% меньше времени провели за потреблением корма в сравнении с контролем. Яблочный пектин не изменил количество съеденного корма и времени, затраченного мышами на прием пищи.

Вязкость раствора пектина пижмы значительно увеличивалась при инкубации в среде, имитирующей среду желудка. Вязкость раствора пектина пижмы снижалась при инкубации в среде, имитирующей среду тонкого кишечника. Вязкость яблочного пектина практически не изменялась при последовательной инкубации в средах, имитирующих среды желудка и тонкого кишечника. Вязкость пектина пижмы была значительно выше вязкости яблочного пектина в растворе, имитирующем среду желудка.

Таким образом, пектины изменяют пищевое поведение. Способность изменять пищевое поведение зависит от вязкости пектиновых растворов в условиях желудка.

*Работа выполнена при поддержке гранта УрО РАН (грант № 18-7-8-29).*

**ТЕРМООБРАТИМОЕ ГЕЛЕОБРАЗОВАНИЕ ПЕКТИНОВЫХ ПОЛИСАХАРИДОВ****Панков С.А.<sup>1</sup>, Горшкова Р.М.<sup>1,2</sup>, Слободова Д.А.<sup>2,3</sup>**<sup>1</sup>Государственный университет «Дубна»

141982, г. Дубна, ул. Университетская, 19; e-mail: pankov28\_37@mail.ru

<sup>2</sup>Институт высокомолекулярных соединений РАН

199004, г. Санкт-Петербург, В.О. Большой просп., 31

<sup>3</sup>Санкт-Петербургский государственный университет  
промышленных технологий и дизайна

191186, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 18

В настоящее время полимерные гидрогели, способные реагировать на незначительные изменения температуры, нашли широкое применение в различных областях промышленности и медицины. Перспективной основой для создания гидрогелевых систем являются пектиновые полисахариды, ввиду их биосовместимости, нетоксичности, биodeградируемости и собственной биологической активности. В связи с этим изучение процесса обратимого перехода пектинового гидрогеля в раствор является актуальным.

Для получения пектиновых полисахаридов в качестве сырья использовали свекловичный жом и корзинки подсолнечника. Гидролиз-экстракцию проводили разработанным методом комбинированного фракционирования в реакторе колонного типа [1, 2]. Преимущество данного способа состоит в том, что одновременно с процессом экстрагирования происходит разделение раствора-гидролизата на требуемое количество фракций, различающихся по физико-химическим параметрам и молекулярно-массовым характеристикам. Поскольку процесс протекает в потоке гидролизующего агента, резко возрастает выход высокомолекулярного полимера с сетчатой структурой – гидрогеля (ГГ). Для различных концентраций ГГ определены значения молекулярной массы (ММ) и температуры фазового перехода ( $T_c$ ), используя которые рассчитаны значения критической температуры ( $T_{кр}$ ). По значениям  $T_{кр}$  и ММ фракций, согласно уравнению Флори, рассчитаны значения  $\theta$  – температуры ГГ и энтропийной составляющей энергии взаимодействия (полимер-растворитель) Гиббса. Установлено, что величина  $T_{кр}$  хорошо коррелирует с ММ фракций гидрогеля. В условиях *in vitro* и *in vivo* доказана возможность применения термообратимых гидрогелей на основе пектиновых полисахаридов в качестве энтеросорбентов, систем доставки лекарственных веществ и раневых покрытий [3].

**Список литературы**

1. Горшкова Р.М., Халиков Д.Х., Слободова Д.А., Успенский А.Б., Слободов А.А. Влияние рН гидролизующего агента на распад протопектина в статическом и динамическом режимах гидролиз-экстракции // Известия СПбГТИ(ТУ). 2017. № 40(66). С. 80–83.
2. Горшкова Р.М., Халиков Д.Х., Слободова Д.А., Успенский А.А., Слободов А.А. Распад протопектина под действием кислотных катализаторов // Известия СПбГТИ(ТУ). 2018. № 43(68). С. 7–11.
3. Slobodov A., Gorshkova R., Slobodova D., Pankov S., Murodov K., Rakhimov I., Mischenko A., Sochagin A., Kacher E. Hydrogel composition based on biopolymers for creation of wound coverings // The 5th international conference on rheology and modeling of materials. Miskolc, Hungary, October 8–12, 2018. Book of abstracts, 2018. P. 68.



**ПЕКТИН ИЗ МЯКОТИ ПЛОДОВ БАОБАБА *ADANSONIA DIGITATA*****Патова О.А.<sup>1</sup>, Лаунд А.<sup>2</sup>, Макангара Дж.<sup>2</sup>, Калмыкова Е.Н.<sup>3</sup>**<sup>1</sup>*Институт физиологии Коми НЦ УрО РАН  
167982, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 50; e-mail: patova\_olga@mail.ru*<sup>2</sup>*Университет Додома**Танзания, г. Додома, П.О. корпус 259*<sup>3</sup>*Липецкий государственный технический университет  
398600, г. Липецк, ул. Московская, 30, e-mail: veter1407@rambler.ru*

Баобаб *A. digitata* семейства Мальвовые (*Malvaceae*) произрастает в засушливых районах Африки. Фруктовая мякоть, семена, листья, кора и корневые клубни баобаба используются местными жителями в пищу и в качестве источников лекарственных веществ. Мякоть плодов баобаба является источником витамина С и микроэлементов. Она отличается высоким содержанием углеводов (~75%), включая пищевые волокна (~14%), низким содержанием белков (~3%) и жиров (~0.5%) [1]. Показано, что компоненты мякоти обладают антиоксидантными, противовирусными, противовоспалительными, гепатозащитными свойствами [2]. Кроме того, употребление мякоти баобаба, богатой пищевыми волокнами, способствует поддержанию баланса кишечной микрофлоры [3].

К пищевым волокнам относятся некрахмальные полисахариды, олигосахариды, лигнин, которые входят в состав съедобных частей растений, устойчивы к перевариванию и всасыванию в тонкой кишке и подвергаются бактериальной ферментации в толстой кишке человека. Недостаток употребления пищевых волокон приводит к нарушению обмена веществ и развитию таких заболеваний, как атеросклероз, сахарный диабет, ожирение, гипертония [4]. Для понимания физиологического действия пищевых волокон фундаментальное значение представляет знание особенностей строения некрахмальных полисахаридов растений, употребляемых в пищу. Пектиновые полисахариды образуют одну из главных групп полисахаридов клеточных стенок растений [5]. Они входят в состав как растворимых, так и нерастворимых пищевых волокон, и поэтому способны проявлять широкий спектр физико-химических и биологических свойств, обуславливающих их положительное действие на организм человека.

Цель работы – выделение и исследование структурно-химических свойств пектина мякоти плодов баобаба. С помощью экстракции лимонной кислотой и последующей анионообменной хроматографии получено три пектиновых полисахарида, структура которых была исследована с помощью ВЭЖХ, ИК- и ЯМР-спектроскопии. Установлено, что углеводные цепи пектина мякоти плодов баобаба содержат, главным образом, участки низко метилэтерифицированного и низко *O*-ацетилированного галактуронана, разветвленного редкими единичными остатками β-ксилопиранозы, замещающими в положении *O*-3 остатки галактопиранозилурановой кислоты.

**Список литературы**

1. Chadare F.J., Linnemann A.R., Hounhouigan J.D., Nout M.J.R., Van Boekel M.A.J.S. // Crit. Rev. Food Sci. 2009. Vol. 49. P. 254–274.
2. Selvarani V., Hudson J.B. // J. Med. Plants Res. 2009. Vol. 3. P. 576–582.
3. Tal-Dia A. // Dakar Medical. 1997. Vol. 42. P. 68–73.
4. Galisteo M., Duarte J., Zarzuelo A. // J. Nutr. Biochem. 2008. Vol. 19. P. 71–84.
5. Патова О.А., Головченко В.В., Оводов Ю.С. // Изв. АН. Сер. хим. 2014. № 9. С. 1901–1925.

## ЩЕЛОЧНАЯ ЭКСТРАКЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОЙ БИОМАССЫ В УСЛОВИЯХ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Патрушева О.В.<sup>1</sup>, Жидова А.С.<sup>1</sup>, Земнухова Л.А.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Дальневосточный федеральный университет  
690922, г. Владивосток, о. Русский, ул. Аякс, 10

<sup>2</sup>Институт химии ДВО РАН  
690022, г. Владивосток, просп. 100-летия Владивостока, 159;  
e-mail: olpatrus@mail.ru

В процессе переработки растительного сырья для извлечения искомым компонентов используются, как правило, методы экстракции при повышенной температуре. В настоящее время особую актуальность приобретает поиск технологий «холодных» экстрактов, которые в отличие от «горячих» позволяют извлекать из сырья биологически активные вещества в неразрушенном состоянии. Перспективной альтернативой привычным способам экстракции может быть использование ультразвука. Преимуществом ультразвуковой экстракции являются сокращение продолжительности процесса извлечения, высокий выход экстракта, а также возможность отказаться от токсичных растворителей.

Ранее нами были исследованы некоторые экстрактивные вещества, полученные классическим методом, из возобновляемых отходов производства риса, гречихи и подсолнечника – их плодовых оболочек (или шелухи), показавшие, в частности, ингибирующее действие экстрактов на скорость коррозии стали [1]. Настоящая работа посвящена изучению влияния ультразвуковой обработки на процесс щелочной экстракции шелухи подсолнечника и гречихи.

Процесс экстракции предварительно измельченного сырья (фракция 0.5–1 мм) выполнялся с использованием 1 N щелочного раствора и ультразвуковой бани «Elma TI-N10 MF2» при воздействии ультразвуковых колебаний частотой ( $\nu$ ) 35 кГц в течение 30, 60 и 120 мин при постоянной температуре жидкости в бане 35°C и 60°C. Анализ продуктов экстракции проводился с использованием также методов ИК-, ЯМР <sup>13</sup>C- и УФ-спектроскопии.

Установлено, что предварительное удаление жиро-восковых веществ может увеличивать выход продукта щелочной экстракции на 0.4–1.7 абс.% в зависимости от сырья и условий обработки. Из шелухи гречихи наблюдается больший выход экстрагируемых веществ (9.8–17.9%) в сравнении с шелухой подсолнечника.

Показано, что с увеличением частоты ультразвуковой обработки при 60°C и времени процесса выход экстрактивных веществ для всех изученных условий возрастает. При частоте 35 кГц выход продукта 3.56–13.5%, а при 130 кГц – 4.0–17.9%. Применение ультразвукового воздействия не позволяет достичь больших выходов в сравнении с процессом без ультразвука при 90°C. Однако сопоставимые с этими значениями результаты наблюдаются при ультразвуковой обработке с нагреванием до 60°C.

Установлено, что из щелочного экстракта при нейтрализации выделяется смесь твердых продуктов, выделить лигнин возможно двухэтапным последовательным осаждением.

### Список литературы

1. Харченко У.В., Макаренко Н.В., Сафронов П.П., Карабцов А.А., Ковехова А.В., Земнухова Л.А. Влияние отходов переработки растительного сырья на коррозию стали в агрессивных средах // Журнал прикладной химии. 2008. Т. 81(9). С. 1484–1489.

## ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЛИМОРФИЗМА РАМНОГАЛАКТУРОНАНОВ ЛЬНА МЕТОДОМ АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ

**Петрова А.А.<sup>1</sup>, Козлова Л.В.<sup>1</sup>, Гайфуллина И.З.<sup>1</sup>, Ананченко Б.А.<sup>2,3</sup>,  
Мартинсон Е.А.<sup>3</sup>, Микшина П.В.<sup>1</sup>, Горшкова Т.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Казанский институт биохимии и биофизики,  
ФИЦ Казанский научный центр РАН  
420111, г. Казань, ул. Лобачевского, 2; e-mail: anna.petrova@kibb.knc.ru*  
<sup>2</sup>*Вятский государственный университет, биологический факультет  
610000, г. Киров, ул. Московская, 36*  
<sup>3</sup>*Вятский государственный университет, НОЦ Нанотехнологии,  
610000, г. Киров, ул. Московская, 39*

Рамногалактуронан I – один из наиболее переменных по структуре и функции гетерополисахаридов. В первичной клеточной стенке двудольных растений они вместе с полигалактуроновой кислотой формируют пектиновый матрикс, в котором располагаются другие полисахариды. В слизи, выделяемой семенами некоторых растений, смесь рамногалактуронана I и арабиноксилана функционирует в качестве водоудерживающего комплекса и способствует формированию благоприятной среды для прорастания. В третичной клеточной стенке волокон запечатывание рамногалактуронана I между латерально взаимодействующими микрофибриллами целлюлозы обеспечивает создание натяжения, необходимого для выполнения этими клетками их механической функции. Переменность параметров строения (молекулярная масса, длина и расположение боковых цепей, наличие модифицирующих групп и т.д.), присущая разным функциональным типам рамногалактуронанов I, может отражаться в наличии у каждого из них специфической конформации. Характеристика такой конформации может быть проведена с использованием атомно-силовой микроскопии – зондовой техники, имеющей субнанометровое разрешение.

Растение льна представляет собой уникальную модельную систему, которая позволяет получить различные функциональные типы рамногалактуронанов I. Четыре очищенных препарата рамногалактуронанов I льна были охарактеризованы с помощью атомно-силовой микроскопии с целью установления связи различий в их структуре и свойственной им конформацией. Структурно и функционально различные типы льняных рамногалактуронанов I имеют разные формы. Все они склонны к агрегации, образуя глобулы, мицеллы, звездоподобные структуры и сетки. Морфология образуемых агрегатов коррелирует с выполняемой полисахаридами функцией, однако в настоящее время предсказание конформации рамногалактуронанов I на основе данных об их структуре не представляется возможным.

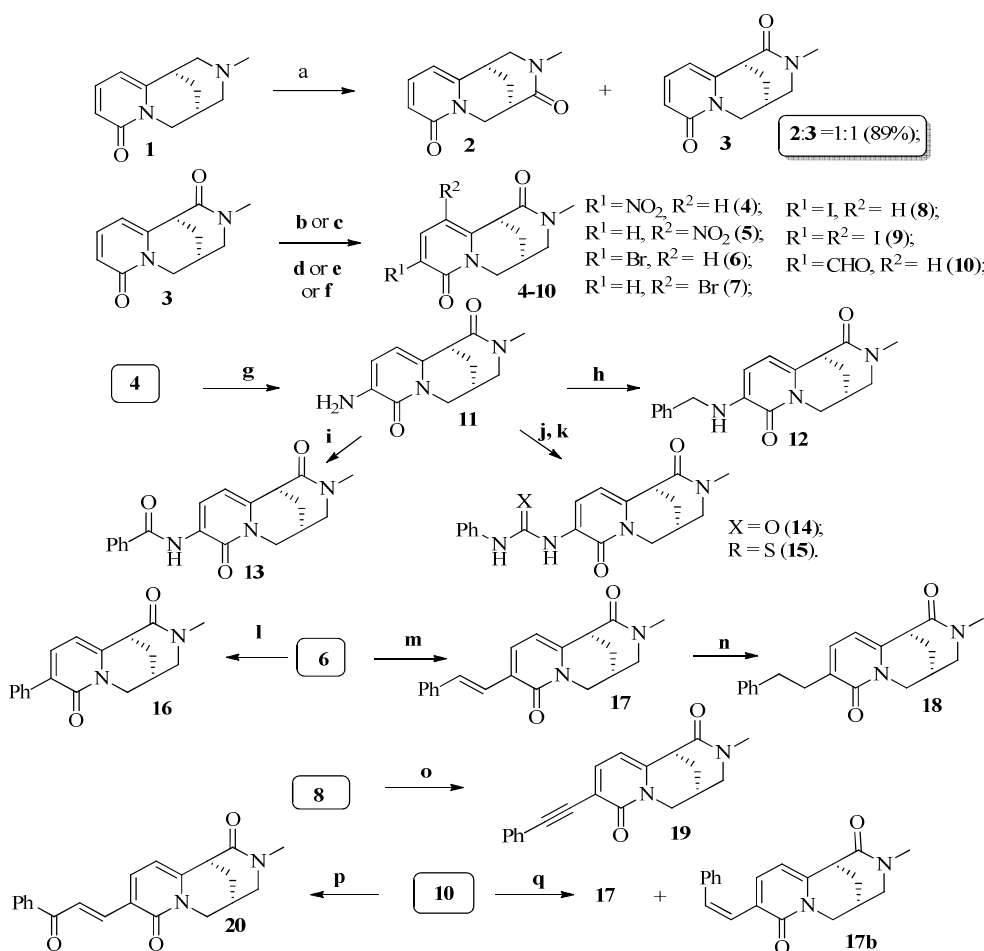
*Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (гранты №№ 18-34-00794, 18-34-20091).*

## СИНТЕЗ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ЛИГАНДОВ Sig1R НА ОСНОВЕ 13-ОКСОМЕТИЛЦИТИЗИНА

Петрова П.Р., Ковальская А.В., Лобов А.Н., Цыпышева И.П.

*Уфимский институт химии, Уфимский ФИЦ РАН  
450054, г. Уфа, просп. Октября, 71; e-mail: tsipisheva@anrb.ru*

На основе продуктов функционализации 2-пиридинового ядра 13-оксометилцитизина **3**: amino-, галоген- и формильного производных **6–11**, синтезированы новые производные **12–20** – потенциальные лиганды Sig1R, содержащие ароматический фрагмент, связанный с исходной молекулой **3** посредством линкеров различной природы: этильного, этенильного, этинильного, акрилоильного, аминотимильного, амидного, тио- и карбоксамидного.



*Реагенты и условия: а) KMnO<sub>4</sub>, MeCN:H<sub>2</sub>O (10:1), 20°C; б) NaNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (95%), 20°C; в) NCS, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>, 40°C; д) NBS, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>, 20°C; е) NIS, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>, 40°C; ф) уротропин, ТФУ, 70°C; г) FeCl<sub>3</sub>, Zn, ДМФА:H<sub>2</sub>O (2:1), 100°C; г) C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>CHO, бензол, 80°C; NaBH<sub>4</sub>, MeOH, 0°C; и) BzCl, пиридин, 20°C; ж) PhNCO, бензол, 80°C; з) PhNCS, бензол, 80°C; и) PdCl<sub>2</sub>(PPh<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, PhB(OH)<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, толуол, EtOH, H<sub>2</sub>O, 80°C; м) стирол, Pd(OAc)<sub>2</sub>, (*o*-Tol)<sub>3</sub>P, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, ДМФА, Ar, 120°C; н) Pd/C, H<sub>2</sub>, MeOH, 20°C; о) PhC≡CH, PdCl<sub>2</sub>(PPh<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Ph<sub>3</sub>P, CuI, Et<sub>3</sub>N, толуол, Ar, 110°C; п) C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>COCH<sub>3</sub>, NaOH (10%), H<sub>2</sub>O, 20°C; қ) Ph<sub>3</sub>PCH<sub>2</sub>PhBr, NaOMe, MeOH, 20°C.*

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18-03-00153.*

## ХИНОЛИЗИДИНОВЫЕ АЛКАЛОИДЫ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА БОБОВЫХ (FABACEAE), ПРОИЗРАСТАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

**Петрова П.Р.<sup>1</sup>, Ковальская А.В.<sup>1</sup>, Цыпышева И.П.<sup>1</sup>, Федоров Н.И.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Уфимский институт химии, Уфимский ФИЦ РАН  
450054, г. Уфа, просп. Октября, 71; e-mail: tsipisheva@anrb.ru

<sup>2</sup>Уфимский институт биологии, Уфимский ФИЦ РАН  
450054, г. Уфа, просп. Октября, 69

С целью выявления перспективных источников хинолизидиновых алкалоидов среди растений, произрастающих на территории РФ и РБ, начиная с 2012 г. до настоящего времени нами проведен цикл исследований алкалоидного состава следующих представителей растений семейства бобовых (*Fabaceae*): *Thermopsis schischkinii* (термопсиса шишкина) и интродуцированного *Thermopsis lanceolata* ssp. *Sibirica* (термопсиса ланцетного), *Genista tinctoria* (дрока красильного), *Chamaecytisus ruthenicus* (раkitника русского) и *Dathyrus pisiformis* L. (чины гороховидной).

Методом хромато-масс-спектрометрии определены состав и динамика накопления алкалоидов в зависимости от фазы вегетации и органа растения, от места и условий произрастания, а также от видовой принадлежности.

Показано, что *Thermopsis schischkinii*, широко распространенный на территории Республики Башкортостан, может служить перспективным источником таких хинолизидиновых алкалоидов, как (–)-цитизин, метилцитизин, термопсин и анагирин, накапливая их в надземной части в фенофазу цветения. В то же время сумма алкалоидов надземной части интродуцированного в ботаническом саду УФИХ РАН *Thermopsis lanceolata* ssp. *Sibirica*, отличающегося большей алкалоидоносностью, в период цветения обогащена метилцитизином.

Согласно результатам оценки содержания алкалоидов в надземной части дрока красильного (*Genista tinctoria*) в различные периоды его вегетации, установлено, что суммарное содержание метилцитизина, (–)-цитизина, d-лупанина, формилцитизина и анагирина достигает своего максимума в период цветения, неравномерно распределяясь в листьях, цветах и побегах (максимальное содержание).

*Chamaecytisus ruthenicus* (раkitник русский) продуцирует следующие алкалоиды: спартеин, 12-N-метилцитизин, формилцитизин, 5,6-дегидролупанин, 17-оксоспартеин, софокарпин, d-лупанин, 17-оксолупанин и пиридиновый алкалоид аммодрин. Надземная часть раkitника русского обогащена этими алкалоидами в период бутонизации, причем доля алкалоидов в стеблях растения заметно превышает их содержание в бутонах.

В отличие от таких представителей семейства *Fabaceae*, как *Thermopsis*, *Genista* и *Chamaecytisus*, являющихся известными алкалоидоносами, алкалоидный состав чины гороховидной *Lathyrus pisiformis* до настоящего времени систематически не изучался. Нами впервые показано, что *L. pisiformis* содержит хинолизидиновые алкалоиды спартеин, лупанин и формилцитизин в количестве 0.66% от веса сухого растения, а формилцитизин является мажорным компонентом суммы алкалоидов этого растения.

Работа выполнена в рамках государственного задания УФИХ УФИЦ РАН, номер государственной регистрации темы АААА-А17-117011910025-6.

## СИНТЕЗ 12-N-ЗАМЕЩЕННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ТИОЦИТИЗИНА С ЦИТОТОКСИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ

**Петрова П.Р.<sup>1</sup>, Ковальская А.В.<sup>1</sup>, Зилеева З.З.<sup>2</sup>, Цыпышева И.П.<sup>1</sup>**

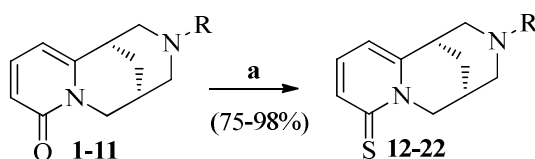
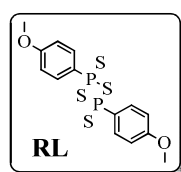
<sup>1</sup>Уфимский институт химии, Уфимский ФИЦ РАН

450054, г. Уфа, просп. Октября, 71; e-mail: tsipisheva@anrb.ru

<sup>2</sup>Уфимский институт биохимии и генетики, Уфимский ФИЦ РАН

450054, г. Уфа, просп. Октября, 71

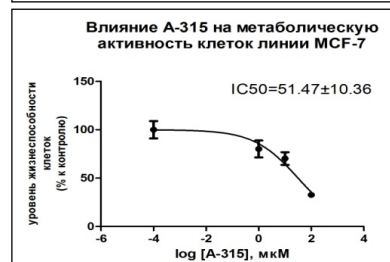
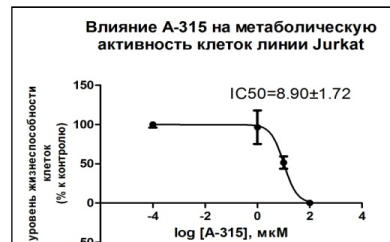
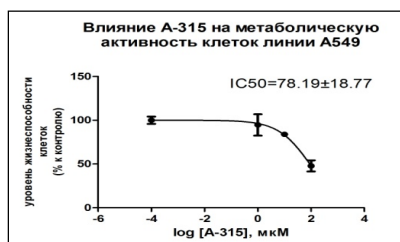
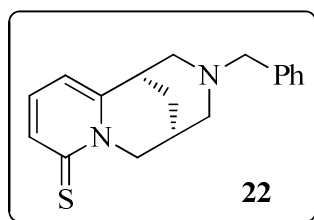
Прямым тионированием 12-N-замещенных производных (–)-цититизина **1–11** реагентом Лавессона в кипящем толуоле (схема) получены соответствующие тиопроизводные **12–22** с выходами от 75 до 98%.



R = Me (**1**, **12**), Et (**2**, **13**),  
n-Pr (**3**, **14**), n-Bu (**4**, **15**),  
n-Pent (**5**, **16**), n-Hex (**6**, **17**),  
n-Hept (**7**, **18**), n-Oct (**8**, **19**),  
n-Non (**9**, **20**), All (**10**, **21**),  
Bn (**11**, **22**)

Реагенты и условия: а) RL, толуол, 110°C.

Среди синтезированных производных **12–22** идентифицировано одно – тиобензилцититизин **22** (рисунок), подавляющее метаболическую активность условно-нормальных клеток НЕК293 (линия эмбриональной почки человека) и клеток опухолевого происхождения – Jurkat (линия лимфобластного лейкоза человека), А549 (карцинома легкого человека) и МСF-7 (аденокарцинома молочной железы человека). Необходимо отметить, что исходный бензилцититизин **11** цитотоксичностью не обладает.



Влияние тиобензилцититизина **22** (А-315) на метаболическую активность клеток линий НЕК293, Jurkat, А549 и МСF-7.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 17-43-020298 p\_a.

## СПЕКТРАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХЛОРОГЕНОВОЙ КИСЛОТЫ В ТРАВЕ *CENTAVREA CYANUS L.*

Подолina Е.А.<sup>1,2</sup>, Ханина М.А.<sup>1</sup>, Лежнина М.Г.<sup>1</sup>, Кузнецова Ю.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Государственный гуманитарно-технологический университет  
1472611, Московская обл., г. Орехово-Зуево, ул. Зеленая, 22; e-mail: podolina70@mail.ru

<sup>2</sup>Электростальский институт (филиал Московского политехнического университета)  
144000, Московская обл., г. Электросталь, ул. Первомайская, 7

Хлорогеновая кислота (ХГК) – сложный эфир кофейной (3,4-диоксикоричной) кислоты и одного из стереоизомеров хинной кислоты, широко распространена в природе и содержится в лекарственном растительном сырье (ЛРС). ХГК – один из продуктов в цепи метаболизма фенольных соединений в растениях и ее содержание в растительных экстрактах коррелирует с их антиоксидантной активностью.

Краевые цветки василька синего обладают ярко выраженной биологической активностью: антиоксидантными, антибактериальными и антигрибковыми свойствами, что подтверждает наличие в них ХГК.

Цель работы – разработка экстракционно-спектрофотометрической методики количественного определения ХГК в различных морфологических частях *Centaurea cyanus L.*

Объектом исследования являлась вся надземная часть (трава) и морфологические части василька синего (краевые цветки, корзинки, стебли, листья), выращенного на опытном участке «Аптекарского огорода ГГТУ» (г. Орехово-Зуево, Московская обл., 2016–2018 гг.). Надземная часть растения собрана в фазе цветения, высушена естественной сушкой до воздушно-сухого состояния (с остаточной влажностью 6.9–7.0%). ЛРС измельчали на шаровой мельнице до размера частиц – 1 мм. Экстракты из ЛРС получали различными методами: по стандартной методике (трехкратная мацерация при нагревании), методом УЗ-экстракции и методом Vortex-экстракции. В качестве экстрагента использовали бинарную смесь вода–этанол с объемной долей 0.47.

Наличие ХГК в полученных экстрактах василька синего устанавливали с помощью основных аналитических реакций (получение азокрасителя, наличия реакции с раствором FeCl<sub>3</sub>) и спектроскопией в УФ-области света (электронный спектр светопоглощения с  $\lambda_{\max} = 332$  нм) в сравнении со стандартным (ГСО) образцом ХГК.

Для количественного определения ХГК в экстрактах, полученных из объектов ЛРС (в пересчете на абсолютно сухое сырье), использовали метод УФ-спектроскопии, метод вычитания. С использованием стандартного образца (ГСО) ХГК построен калибровочный график (при  $\lambda_{\max} = 332$  нм), уравнение которого:  $A = 414.2 \times C$ .

Оптическую плотность исследуемых экстрактов измеряли в кварцевых кюветах с толщиной поглощающего слоя 1 мм, раствором сравнения служила бинарная смесь (вода–этанол), содержащая фенольные соединения (фенолкарбоновые кислоты, кумарины и флавоноиды), область светопоглощения которых перекрывается с областью светопоглощения ХГК: ГСО кофейной кислоты ( $\lambda_{\max} = 324$  нм), ГСО умбеллиферона ( $\lambda_{\max} = 328$  нм), ГСО рутина ( $\lambda_{\max} = 361$  нм).

По результатам исследований установлено, что наибольшее содержание ХГК наблюдается в экстрактах, полученных методом Vortex-экстракции: в краевых цветках – 0.15%; в корзинках – 0.09%, стеблях – 0.05%, листьях – 0.19%, в траве – 0.17%.

Разработанная экстракционно-спектрофотометрическая методика количественного определения ХГК в суммарных комплексах (экстрактах из ЛРС василька синего) проверена методом «введено–найдено», суммарная относительная погрешность определения не превышает 10%, продолжительность единичного анализа составляет 25–30 мин.

## СИНТЕЗ И СВОЙСТВА С-28, С-29 и С-30 ФОСФОНИЕВЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ТРИТЕРПЕНОИДОВ РЯДА ЛУПАНА

**Пономарев Д.В.<sup>1</sup>, Григорьева Л.Р.<sup>1</sup>, Немтарев А.В.<sup>1,2</sup>, Цепаева О.В.<sup>1,2</sup>,  
Миронов В.Ф.<sup>1,2</sup>, Антипин И.С.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ

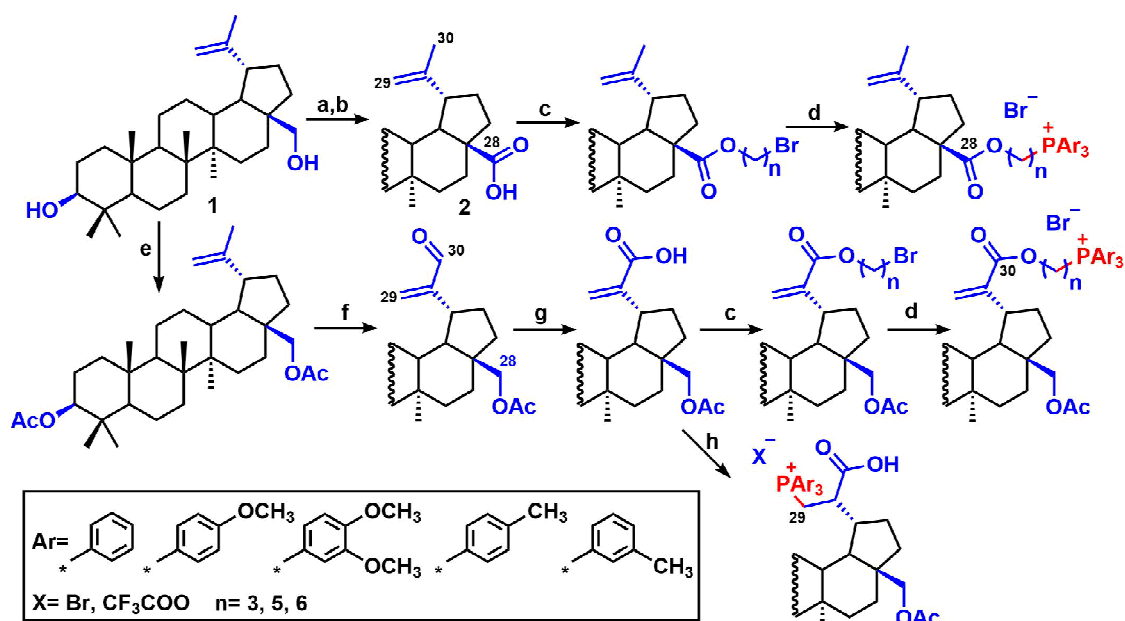
420008, г. Казань, ул. Кремлёвская, 29/1; e-mail: denpomaryov94@gmail.com

<sup>2</sup>Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова,

ФИЦ Казанский научный центр РАН

420088, г. Казань, ул. Арбузова, 8

Одной из актуальных задач современной органической химии является поиск и разработка новых соединений, обладающих противоопухолевой активностью. Для выполнения этой задачи перспективно использовать в качестве платформы тритерпеноиды ряда лупана, в особенности бетулин (**1**) и бетулиновую кислоту (**2**) [1, 2]. Наличие различных функциональных групп в составе данных соединений позволяет проводить их направленную химическую модификацию [3]. Из литературы известно, что введение триарилфосфониевых групп в молекулы органических соединений способствует увеличению противоопухолевой активности исходных веществ, а также способствует их доставке в митохондрии раковых клеток [4]. В настоящей работе нами был синтезирован широкий ряд производных лупановых тритерпеноидов, функционализированных арилфосфониевыми фрагментами по положениям 28, 29 и 30.



а) Окисление по Джонсу; б) NaBH<sub>4</sub>, MeOH; в) Br(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>Br, K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, MeCN, t; д) PAr<sub>3</sub>, MeCN, t; е) Ac<sub>2</sub>O, ДМАП, пиридин; ф) SeO<sub>2</sub>, EtOH, H<sub>2</sub>O, t; г) NaClO<sub>2</sub>, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, t-BuOH, H<sub>2</sub>O; h) PAr<sub>3</sub>, HX, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>

Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной КФУ для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности (4.5151.2017/6.7).

### Список литературы

1. Cichewicz R.H., Samir A.K. // Med. Res. Rev. 2004. Vol. 24(1). P. 90–114.
2. Eiznhamer D.A., Xu Z.Q. // IDrugs. 2004. Vol. 7. P. 359–373.
3. Guo Z. // Acta Pharm. Sin. B. 2017. Vol. 7(2). P. 119–136.
4. Ross M.F. et al. // Biochemistry (Moscow). 2005. Vol. 70(2). P. 273–283.



## ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ПРОДУКТОВ РЕАКЦИИ СМОЛЯНЫХ КИСЛОТ С (ПОЛИФТОРАЛКОКСИ)АЛЛИЛОВЫМИ ЭФИРАМИ И ЖКТМ С КАРБОНОВЫМИ КИСЛОТАМИ ПОЛУЭМПИРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ РМЗ

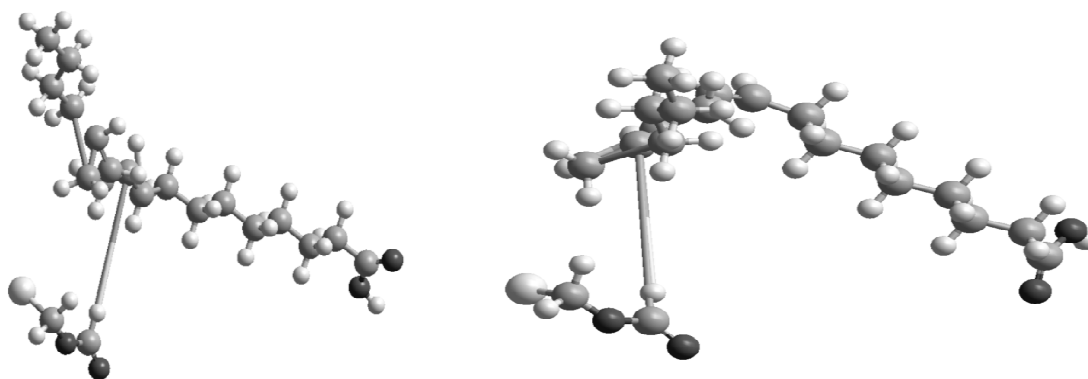
**Попова Л.М., Курзин А.В., Бутко И.Ю., Павлов Д.А.**

*Санкт-Петербургский технологический университет  
промышленных технологий и дизайна,  
высшая школа технологии и энергетики  
198095, г. Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных 4; e-mail: lorapopova@mail.ru*

С помощью программы HyperChem проведены квантово-химические расчеты полуэмпирическим методом РМЗ характеристик молекул (геометрические параметры молекул, заряды и энергии их образования) исходных веществ: смоляных кислот и (полифторалкокси)аллиловых эфиров, а также возможных продуктов их взаимодействия. Расчеты были применены к абиетиновой, левопимаровой, дегидроабиетиновой кислотам, аллиловым эфирам: 6,6,7,7-тетрафтор-4-окса-гепт-1-ену, 6,6,7,7,8,8,9,9-октафтор-4-оксанон-1-ену и 6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,11,11-додека-фтор-4-оксаундек-1-ену.

Анализ энергий образования и геометрических параметров молекул исходных веществ и продуктов взаимодействия позволяет объяснить экспериментальный факт протекания реакции алкилирования (полифторалкокси)аллиловых эфиров смоляными кислотами против правила Марковникова и малую вероятность получения продуктов диенового синтеза, поскольку энергии образования последних превышают энергии образования продуктов алкилирования.

Также проведены расчеты молекул основных жирных кислот таллового масла (ЖКТМ) – олеиновой, линолевой и линоленовой, а также карбоновых кислот (уксусной и гептадекафторпеларгоновой), галогенпроизводных уксусной кислоты и продуктов их взаимодействия. Кроме того, методом РМЗ рассчитаны характеристики молекул продуктов этерификации ЖКТМ изопропиловым спиртом и продуктов ацетоксилирования эфира хлоруксусной кислотой. На основе расчетов определено наиболее вероятное местоположение атаки электрофила для линолевой кислоты:



Наиболее вероятным положением электрофильного присоединения, например, ацетоксилирования в молекуле линолевой кислоты является двойная связь при  $C^9-C^{10}$  углеродных атомах.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ КАТАЛИТИЧЕСКОМ ОКИСЛЕНИИ ТЕХНИЧЕСКОГО СУЛЬФАТНОГО ЛИГНИНА НАДУКСУСНОЙ КИСЛОТОЙ

Попова Н.Р., Торцева Т.В., Чудинова К.А.

*Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова  
163002, г. Архангельск, наб. Северной Двины, 17; e-mail: n.porova@narfu.ru*

В настоящее время всё больше число исследований направлено на разработку способов получения низкомолекулярных веществ из растительной биомассы и ее производных с использованием каталитических окислительных процессов.

В связи с этим цель работы – каталитическое окисление технического сульфатного лигнина надуксусной кислотой с использованием полиоксометаллатов в качестве катализаторов.

Объектом исследования являлся хвойный технический сульфатный лигнин, выделенный из полуупаренного чёрного щёлока, отобранного на II очереди Архангельского ЦБК после стадии снятия сульфатного мыла. В качестве окислителя использовали надуксусную кислоту, в качестве катализаторов – ванадомолибдофосфат натрия и марганецсодержащий ванадомолибдофосфат натрия, синтезированные нами по известным методикам [1]. Каталитическое окисление лигнина осуществляли в реакционной ячейке при постоянном перемешивании и термостатировании. pH в растворе создавали путем добавления в определенных количествах 0.1n растворов HCl и NaOH и контролировании с помощью pH-метр-иономера «Эксперт-001-3-0.1». Контроль за процессом окисления осуществляли по образованию низкомолекулярных продуктов окисления, идентификацию которых проводили хромато-масс-спектрометрическим методом (Shimadzu QP-2010 Plus) по методике [1].

Было установлено, что основными низкомолекулярными продуктами окисления технического сульфатного лигнина являются ванилин, ацетованилон и ванилиновая кислота, которая в свою очередь является продуктом окисления ванилина.

Исследование влияния продолжительности окисления, pH среды, природы и концентрации катализатора, концентрации надуксусной кислоты, температуры показали, что наилучшие результаты по образованию ванилина и ацетованилона были получены в случае использования в качестве катализатора ванадомолибдофосфата натрия, при продолжительности процесса 30 мин, температуре 30°C, pH 3. Дальнейшее увеличение длительности процесса и повышение температуры приводило к снижению образования низкомолекулярных продуктов за счет их дальнейшего окисления либо снижением стабильности катализатора за счет его деструктивной диссоциации [1]. Исследование влияния концентрации катализатора и надуксусной кислоты показало, что наибольшее количество ванилина и ацетованилона образуется при  $1 \times 10^{-4}$  моль/л, концентрации надуксусной кислоты  $4 \times 10^{-3}$  моль/л, что соответствует соотношению концентраций катализатора и надуксусной кислоты, равной 1:40, при этом выход ванилина составил 13.4%, а ацетованилона – 4.3% в пересчёте на лигнин.

### **Список литературы**

1. Попова Н.Р., Белоглазова А.Л., Боголицын К.Г., Торцева Т.В., Верхоломова К.М., Покрышкин С.А. Окисление модельных соединений лигнина надуксусной кислотой в условиях гомогенного катализа полиоксометаллатами // Журнал общей химии. 2014. Т. 84. № 11. С. 1794–1799.

## СИНТЕЗ ПРОИЗВОДНЫХ АЦЕТОФЕНОНА НА ОСНОВЕ ТЕРПЕНОФЕНОЛОВ

Попова С.А.

*Институт химии Коми НЦ УрО РАН*

*167000, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 48; e-mail: popova-sa@chemi.komisc.ru*

Ароматические гидроксикетоны являются важными производными для синтеза биологически активных соединений, таких как флавоны, ксантоны, хиральные спирты, хромоны и халконы [1, 2].

Кислотно-катализируемое взаимодействие фенолов с ацилирующими агентами может протекать по направлению *O*- или *C*-ацилирования (ацилирование Фриделя-Крафтса и перегруппировка Фриса). При этом продукты *O*-ацилирования могут в ходе реакции перегруппировываться в продукты *C*-ацилирования. Регио- и хемоселективное ацилирование по Фриделю-Крафтсу было бы особенно желательным для *C*-ацилирования фенолов, поскольку эта реакция часто приводит к конкурирующему *O*-ацилированию или *C*-полизамещению, что приводит к смесям продуктов, состоящим из различных изомеров гидроксифенилкетонов.

В настоящей работе исследовано ацелирование ряда терпенофенолов и осуществлен селективный синтез аналогов гидроксиацетофенона. Исходные терпенофенолы получены по реакции алкилирования фенолов камфеном в присутствии различных кислотных катализаторов [3, 4].

Ацелирование терпенофенолов проведено в присутствии таких катализаторов, как  $ZnCl_2$ , трифторметансульфокислота, KSF, Amberlyst 36 и 36 Dry, и  $BF_3 \cdot Et_2O$ . В присутствии глины KSF и сульфокатионитов Amberlyst 36 и 36 Dry селективно образуются продукты *O*-ацилирования. В то время как использование  $BF_3 \cdot Et_2O$  дает возможность получать производные ацетофенона с терпеновыми заместителями с выходами 62–82%.

Все полученные соединения охарактеризованы методами  $^1H$  и  $^{13}C$  ЯМР спектроскопии, масс-спектрометрии и элементного анализа.

### *Список литературы*

1. Ashraf F., Khajuria R., Khan K.Z. // J. Chem. Pharm. Res. 2013. Vol. 5(8). P. 33–36.
2. Dan W.-J., Tuong T.-M.-L., Wang D.-C., Li D., Zhang A.-L., Gao J.-M. // Bioorg. Med. Chem. Lett. 2018. Vol. 28. P. 2861–2864.
3. Чукичева И.Ю., Кучин А.В. // Росс. хим. журн. 2004. Т. XLVIII(3). С. 21–37.
4. Чукичева И.Ю., Кучин А.В. // Патент 223262. 2004.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛУЧЕНИЯ НАТРИЕВЫХ СОЛЕЙ ЖИРНЫХ КИСЛОТ ПОДСОЛНЕЧНОГО МАСЛА

Протопопов А.В., Курис Ю.Е., Вагина Д.С., Тупилкина В.А.

*Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова  
656038, г. Барнаул, просп. Ленина, 46; e-mail: a\_protopopov@mail.ru*

В ходе нашей работы была подобрана рецептура для получения туалетного мыла и мыльных основ из подсолнечного масла по безотходной технологии, без созревания в течение 3–4 месяцев. Обычно твердое мыло получают из натриевых солей жирных кислот, которое затем высаливают. Образуется мыльная основа и подмыльный щелок, который идет в слив. В нашей технологии мы добились того, чтобы этих сливов не образовывалось, поэтому на выходе у нас получилось натуральное мыло без образования отходов [1].

Задачей нашего исследования являлось создание способа получения натурального мыла, осуществляемого при температурном режиме не выше 100°C при нормальном атмосферном давлении, из натурального растительного сырья отечественного производства, со стабильным пенообразованием и органолептическими показателями, сохраняющее весь образующийся в процессе омыления глицерин, не содержащее поваренной соли, синтетических добавок и отдушек, не имеющее отходов. В ходе работы было проведено взаимодействие подсолнечного масла с концентрированным раствором щелочи при температурах от 70 до 90°C. Полученные соли жирных кислот промывались от непрореагировавшей щелочи и высушивались на воздухе. Впоследствии методом потенциометрического титрования определяли количество полученных солей жирных кислот. Выход по отношению к растительному маслу составил от 25 до 50% при продолжительности синтеза 2 ч [2].

Полученное содержание мыла в готовом продукте удовлетворяет лишь хозяйственным мылам второго сорта [3]. Для интенсификации процесса омыления триглицеридов подсолнечного масла было решено увеличить реакционную поверхность растительного масла. Для этого в растительное масло добавляли пенообразующий агент. Чтобы определить оптимальные соотношения компонентов, изменяли содержание гидроксида натрия и пенообразующего агента. Так, был подобран катализатор. В результате омыления триглицеридов подсолнечного масла в присутствии катализатора получен продукт пастообразной консистенции без образования подмыльного щелока. Полученный продукт отличается небольшим щелочным значением  $\text{pH} \approx 8$ , в результате не требуется дополнительного высаливания готового мыла и промывки от непрореагировавшей щелочи.

### *Список литературы*

1. Протопопов А.В., Курис Ю.Е., Шлеина А.Н., Вагина Д.С., Тупилкина В.А. Изучение получения солей жирных кислот из растительного масла // NEWS OF SCIENCE AND EDUCATION, SCIENCE AND EDUCATION LTD. Vol. 7. № 12. С. 7–10
2. Протопопов А.В., Голод А.В., Бовина А.Е., Вагина Д.С. Исследование получения солей жирных кислот по безотходной технологии // Актуальная биотехнология. 2018. Т. 26. № 3. С. 206–208.
3. ГОСТ 790-89. Испытание мыла хозяйственного и туалетного.

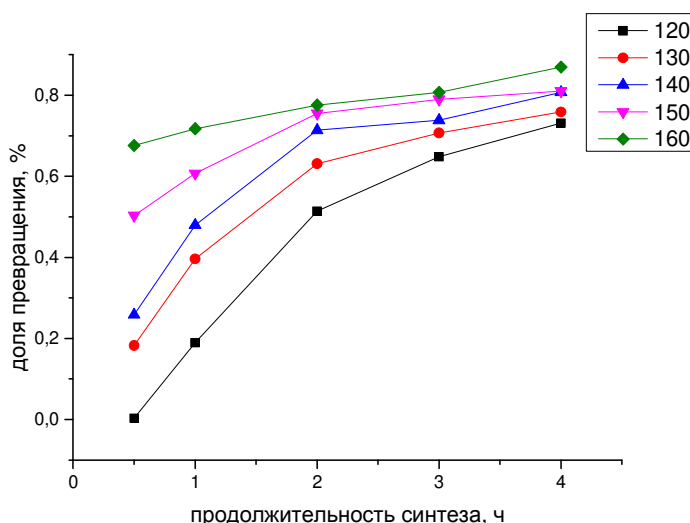
## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛУЧЕНИЯ АМИДОВ ЖИРНЫХ КИСЛОТ

Протопопов А.В., Шлеина А.Н., Голод А.В., Бовина А.Е.

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова  
656038, г. Барнаул, просп. Ленина, 46; e-mail: a\_protopopov@mail.ru

В рамках данного проекта предлагается использование местного подсолнечного масла, жирнокислотный состав которого значительно отличается от кокосового масла, наличием, в частности, большего количества остатков непредельных высших карбоновых кислот. Получаемые пеностабилизаторы по ключевым физико-химическим показателям ни в чем не уступают известным мировым аналогам [1]. Существенным преимуществом является и их невысокая стоимость.

На первом этапе нашей работы был проведен поиск оптимального соотношения компонентов для получения диэтаноламидов из подсолнечного масла алтайских производителей [2, 3]. В дальнейшем на основании полученных данных исследовано влияние температуры и продолжительности синтеза на выход диэтаноламида с целью оптимизации технологического процесса.



Кинетические анаморфозы процесса амидирования.

На рисунке представлена зависимость степени превращения от времени при разных температурах. Исходя из полученных данных, можно выбрать оптимальное время для желаемого выхода продукта.

### Список литературы

1. Sonntag N.O.V. Structure and composition of fats and oils. Bailey's Industrial oil and Fat Products, New York: Wiley-Interscience. 1979. Vol. 1. 4 ed. P. 292–317.
2. Протопопов А.В., Шлеина А.Н., Курис Ю.Е., Шумилова Е.Ю., Бобровская С.А. Исследование возможности амидирования триглицеридов жирных кислот // Актуальная биотехнология. 2018. № 3(26). С. 188–191.
3. Протопопов А.В., Курис Ю.Е., Шлеина А.Н., Голод А.В., Бовина А.Е. Изучение оптимальных условий амидирования триглицеридов жирных кислот // Проблемы научной мысли. ООО Каллистон. 2018. Т. 3. № 12. С. 22–25.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ СОАПСТОКОВ ПОДСОЛНЕЧНОГО МАСЛА

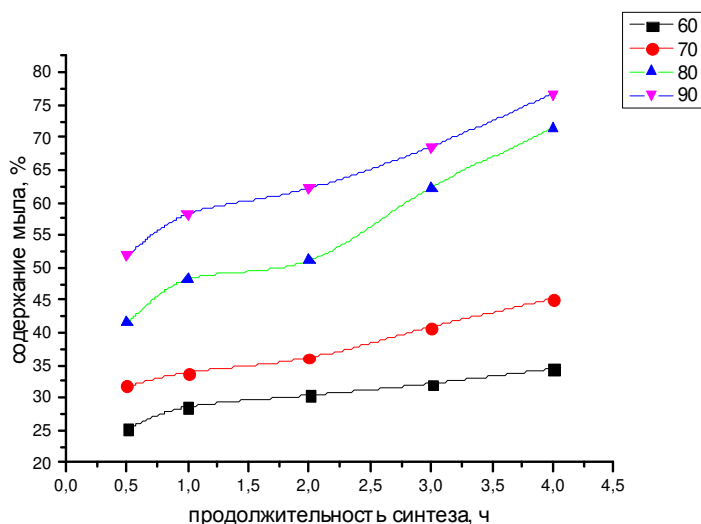
**Протопопов А.В., Шумилова Е.Ю., Нещадимова Е.А., Лазукина К.Г.**

*Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова  
656038, г. Барнаул, просп. Ленина, 46; e-mail: a\_protopopov@mail.ru*

В Алтайском крае как таковая переработка отходов производства подсолнечного масла (соапстоков) не производится, а происходит их захоронение, которое заключается в сливе в котлован. Подземными водами, во время паводков и сами по себе они могут вымываться, возникает риск разлива, что приводит к загрязнению окружающей среды. От таких отходов необходимо избавляться [1].

Цель работы создание безотходной технологии переработки соапстоков в мыльную основу. Также мы ставили перед собой задачу создания именно безотходного производства мыла поскольку, на данный момент все существующие технологии создания мыла не являются таковыми, основным отходом является подмыленный щелок, который идет в слив [2].

В ходе проделанной нами работы выявлен самый оптимальный вариант состава хозяйственного мыла. По найденным оптимальным соотношениям компонентов нами были отработаны кинетические закономерности (рисунок).



Кинетические анаморфозы.

В итоге по нашей технологии мы получили готовую мыльную основу, которая в дальнейшем будет сушиться и прессоваться в мыло или перерабатываться в порошок и использоваться в различных моющих смесях [3].

### Список литературы

1. Протопопов А.В., Голод А.В., Бовина А.Е., Вагина Д.С. Получение натриевых солей жирных кислот из растительного масла // Уральский научный вестник, ТОО Уралнаучкнига. 2018. Т. 4. № 6. С. 48–51.
2. Протопопов А.В., Голод А.В., Бовина А.Е., Вагина Д.С. Исследование получения солей жирных кислот по безотходной технологии // Актуальная биотехнология. 2018. № 3(26). С. 206–208.
3. ГОСТ 790-89. Испытание мыла хозяйственного и туалетного.

## СИНТЕЗ ГРАФИТИЗИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ, СОДЕРЖАЩЕЙ СОЛИ ЖЕЛЕЗА ИЛИ НИКЕЛЯ

**Прусов А.Н., Прусова С.М., Захаров А.Г., Базанов А.В.**

*Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН  
153045, г. Иваново, ул. Академическая, 1; e-mail: anp@isc-ras.ru*

Применение целлюлозы в качестве темплатов позволяет использовать эффекты самосборки и самоорганизации для синтеза металл- и оксидосодержащих углеродных материалов. В качестве модельных систем для синтеза наночастиц металлов и их оксидов на углеродной подложке, а также для раскрытия механизма каталитической графитизации углеродной матрицы использовались микрокристаллические целлюлозные (МКЦ) сферы, однородно нагруженные солями никеля или железа.

Методами ИК-спектроскопии, рентгенографии, электронной микроскопии, термогравиметрического анализа и низкотемпературной адсорбции азота исследованы структурные превращения железо- и никельсодержащей микрокристаллической целлюлозы льна при термической обработке в инертной среде. Получены мезопористые магнитные графитосодержащие углеродные композиты с удельной поверхностью 60–550 м<sup>2</sup>/г. Большинство углеродных композитов характеризуются изотермой типа IV, широким распределением мезопор и наличием микропор. Процесс термического разложения микрокристаллических целлюлоз льна, содержащих соли металлов, зависит от природы аниона.

На основании рентгенограмм углеродных композитов, полученных пиролизом МКЦ, содержащей Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>, сделано заключение, что единственная кристаллическая фаза этой системы проходит через магнетит, который начинает кристаллизоваться при температуре 500°C и выше. Образовавшийся углеродный композит проявляет магнитные свойства, а оксиды железа(II, III) кристаллизуются при температуре ниже 500°C, что подтверждается результатами термогравиметрического анализа. Возможность образования магнетита даже в инертной среде обусловлена тем, что целлюлоза обеспечивает необходимое количество кислорода для окисления Fe<sup>2+</sup> в Fe<sup>3+</sup>, а образующийся углерод обладает способностью восстанавливать Fe<sup>3+</sup> до Fe<sup>2+</sup>.

При температуре 700–800°C и выше инклюдированные наночастицы оксида металла восстанавливаются за счет углеродной матрицы до наночастиц Fe<sup>0</sup>. При этом в температурном интервале 500–1000°C сохраняется узкое распределение наночастиц по размерам. Одновременно с наночастицами Fe<sup>0</sup> образуется карбид железа (Fe<sub>3</sub>C). В результате растворения аморфного углерода в жидкой фазе Fe<sup>0</sup> образуются хорошо упорядоченные графитовые наноструктуры, что подтверждено рентгенографически.

Таким образом, процесс графитизации идет через образование метастабильного карбида металла при температуре выше 700°C.

Начало графитизации целлюлозной матрицы, содержащей соли никеля, происходит при температуре выше 800°C по механизму, аналогичному процессам графитизации с солями железа. При этом в углеродной матрице образуются только наночастицы Ni<sup>0</sup> со следами оксида NiO. С повышением температуры от 900 до 1000°C средний размер кристаллитов Ni<sup>0</sup> уменьшается с 21 до 17 нм.

*Исследование поддержано Российским научным фондом в рамках гранта РФФ № 17-13-01240.*

## АППРОКСИМАЦИЯ ДАННЫХ СВЕРХКРИТИЧЕСКОЙ ЭКСТРАКЦИИ ЖЕНЬШЕНЯ БИ-КВАДРАТИЧНЫМ ПОЛИНОМОМ ОБЩЕГО ВИДА

**Разгонова М.П., Захаренко А.М., Голохваст К.С.**

Дальневосточный федеральный университет,  
НОЦ Нанотехнологии, Инженерная школа

690922, г. Владивосток, о. Русский, ул. Аякс, 10; e-mail: Razgonova.mp@dvfu.ru

Дальневосточный женьшень *Panax ginseng* С.А.Мейер является многолетним растением, используемым в течение тысячелетий в традиционной восточной медицине. Наиболее полно исследованные активные компоненты женьшеня, известные как гинзенозиды, представляют собой гомологический ряд тритерпеноидных сапонинов с различным профилем гликолизирования [1]. Гинзенозиды характеризуются широким спектром лекарственных действий: противоопухолевым, химиопрофилактическим, иммуномодулирующим и антидиабетическим эффектами [2].

Уникальные свойства сверхкритической жидкости послужили основой её применения в экстракции термолабильных соединений из натуральных матриц растений, в частности, дальневосточного женьшеня *Panax ginseng* [3]. CO<sub>2</sub>-экстрагирование выполнено с помощью сверхкритической системы флюидной экстракции. Углекислый газ был сжат до желаемого давления при помощи компрессора аппарата сверхкритической экстракции («Thar SFC», S.N. 3526551, США). Измельченные корни женьшеня (9.5 г) были загружены в однолитровый экстрактор и экстрагированы сверхкритическим флюидным CO<sub>2</sub> в скорости потока жидкости 250 г/мин. Шесть SFE-экстрактов получены при различных значениях давления углекислого газа (200, 300 и 400 бар) и температурах (31–70°C). Модификатором был выбран этанол в минимальных дозах. Полученные результаты сверхкритической экстракции (выход гинзенозидов в мг/г растительной матрицы) представлены в виде графика функции двух переменных, давления и температуры (рис. 1).

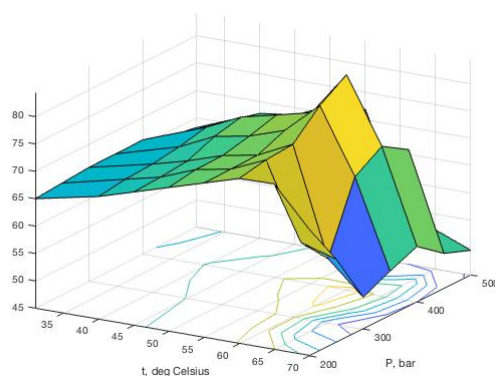


Рис. 1. Поверхность в пространстве, представляющая собой двухмерный график зависимости количественного выхода гинзенозидов (мг/г) от давления (в бар) и температуры (в °С).

Данные о выходе гинзенозидов при экстрагировании растительного сырья мы аппроксимировали биквадратичным полиномом общего вида  $F(x,y)$ , где  $F$  – функция, показывающая содержание гинзенозидов;  $x$  – температура экстрагента;  $y$  – экстракционное давление.

Используя метод наименьших квадратов, мы решили задачу регрессионного анализа (аппроксимации данных).



Зависимость количественного выхода гинзенозидов от давления и температуры (опытные данные) мы приближаем би-квадратичным полиномом общего вида:

$$F(x_i, y_j) = a_{40} x_i^4 + a_{31} x_i^3 y_j + a_{22} x_i^2 y_j^2 + a_{13} x_i y_j^3 + a_{04} y_j^4 + a_{30} x_i^3 + a_{21} x_i^2 y_j + a_{12} x_i y_j^2 + a_{03} y_j^3 + a_{20} x_i^2 + a_{11} x_i y_j + a_{02} y_j^2 + a_{10} x_i + a_{01} y_j + a_{00}, \quad (1)$$

причем коэффициенты  $a_{40}, a_{31}, a_{22}, a_{13}, a_{04}, a_{30}, a_{21}, a_{12}, a_{03}, a_{20}, a_{11}, a_{02}, a_{10}, a_{01}, a_{00}$  должны быть выбраны таким образом, чтобы это приближение было наилучшим.

Данные эксперимента о количественном выходе гинзенозидов  $F_{ij}$  представляют собой двумерный массив, строки которого соответствуют значениям температуры  $x_i$ , для которых проводились измерения, а столбцы – значениям давления  $y_j$ . Таким образом сущность метода наименьших квадратов может быть выражена следующей задачей минимизации невязки:

$$\sum_{i,j} e_{ij}^2 = \sum_i (F_{ij} - F(x_i, y_j))^2 \rightarrow \min \quad (2)$$

В нашем случае:

$$|W|^2 = \sum_{i=1}^8 \sum_{j=1}^4 (a_{40} x_i^4 + a_{31} x_i^3 y_j + a_{22} x_i^2 y_j^2 + a_{13} x_i y_j^3 + a_{04} y_j^4 + a_{30} x_i^3 + a_{21} x_i^2 y_j + a_{12} x_i y_j^2 + a_{03} y_j^3 + a_{20} x_i^2 + a_{11} x_i y_j + a_{02} y_j^2 + a_{10} x_i + a_{01} y_j + a_{00} - F_{ij})^2 \rightarrow \min. \quad (3)$$

Для нахождения минимума невязки про дифференцируем данное выражение по всем коэффициентам и приравняем значения производных нулю.

Таким образом, мы получаем систему из 15 линейных алгебраических уравнений, которая может быть использована для определения коэффициентов  $a_{40}, \dots, a_{00}$ . Данная система была решена с помощью программы Matlab R2017b и рассчитаны следующие коэффициенты искомой функции:

$$\begin{aligned} a_{40} &= -0.000000104339285; & a_{31} &= 0.000000036474331; & a_{22} &= 0.000000007845114; \\ a_{13} &= -0.000000001601790; & a_{04} &= 0.000000000097818; & a_{30} &= -0.000005983030967; \\ a_{21} &= -0.000011581731671; & a_{12} &= 0.000000891780929; & a_{03} &= -0.000000077013469; \\ a_{20} &= 0.003284239635541; & a_{11} &= 0.000304269689677; & a_{02} &= 0.000023958512612; \\ a_{10} &= -0.161683038391639; & a_{01} &= -0.011268256186740; & a_{00} &= 3.659848071895540. \end{aligned}$$

Также рассчитано среднеквадратичное отклонение модели (1) от данных эксперимента, которое составило  $\sigma = 3.507724338375691$ . Двумерный график функции  $F(x, y)$  с рассчитанными коэффициентами представлен на рис. 2 для диапазонов значений давления и температуры из нашего эксперимента.

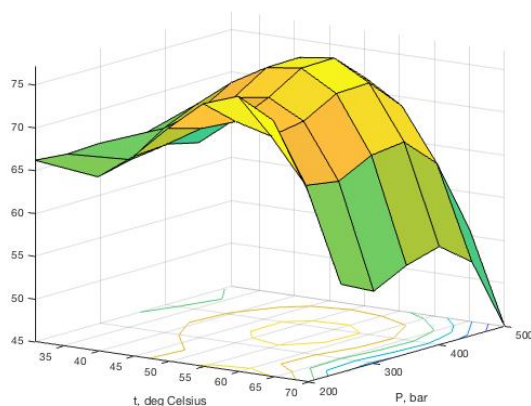


Рис. 2. График функции  $F(x, y)$  вида (1), аппроксимирующей зависимость количественного выхода гинзенозидов от давления и температуры, полученных в ходе эксперимента.

Как видно из сравнения графиков на рис. 1 и 2, би-квадратичный полином общего вида (1) позволяет с приемлемой точностью воспроизвести зависимость выхода гинзенозидов от давления и температуры. Данные результаты указывают на возможность качественной и количественной аппроксимации процесса сверхкритической экстракции с помощью полиномов высших степеней.

#### **Список литературы**

1. Court W.A., Hendel J.G., Elmi J. Reversed-phase high performance liquid chromatographic determination of ginsenosides of *Panax quinquefolium* // J. Chromatogr. A. 1996. Vol. 755. P. 11–17.
2. Ren G., Chen F. Degradation of ginsenosides in American ginseng (*Panax quinquefolium*) extracts during microwave and conventional heating // J. Agric. Food Chem. 1999. Vol. 47. P. 1501–1505.
3. Razgonova M.P., Kalenik T.K., Veselov V.V., Zakharenko A.S., Taghizadehghalehjoughi A., Vuta V., Barbuceanu F., Izotov B.N., Stratidakis A.K., Tsatsakis A.M., Golokhvast K.S. Supercritical green technology for obtaining ginsenosides from Far-Eastern wild ginseng *Panax ginseng* C.A. Meyer using SFE for applying in drug, food and cosmetic industries // Farmacia. 2019. Vol. 67. P. 81–91.

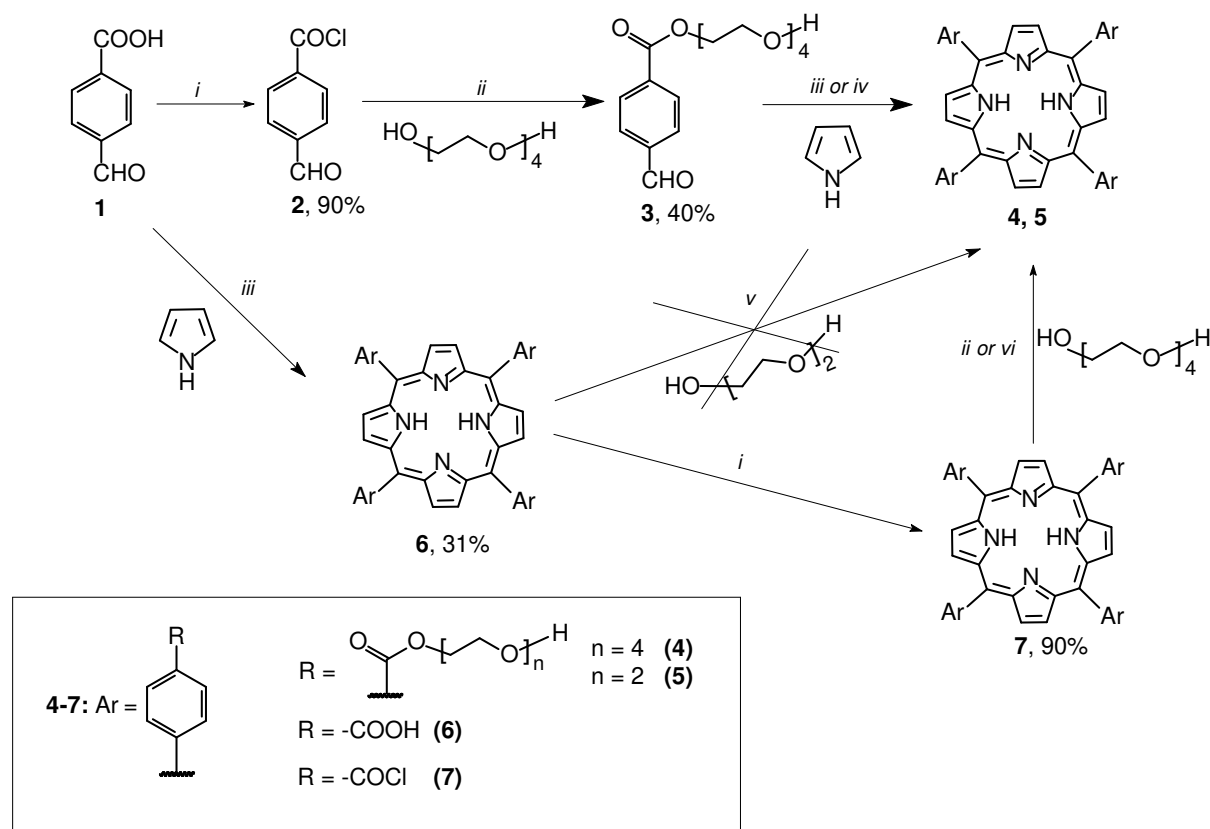
## СИНТЕЗ ТЕТРА(МЕЗО-АРИЛ)ПОРФИРИНОВ С ОЛИГОЭТИЛЕНГЛИКОЛЬНЫМИ ФРАГМЕНТАМИ

**Рочева Т.К., Белых Д.В.**

*Институт химии Коми НЦ УрО РАН*

*167000, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 48; e-mail: tatyandrocheva@yandex.ru*

Интерес к порфиринам с медицинской точки зрения обусловлен их способностью проявлять противоопухолевые, антиоксидантные, мембранопротекторные свойства. Низкая растворимость незамещенных порфиринов в органических и водных средах не позволяет в большинстве случаев провести адекватную оценку их биологической активности. Введение олигоэтиленгликольных фрагментов на периферию порфиринового макроцикла может способствовать повышению растворимости подобных производных, вероятности их накопления в клеточной мембране и, как следствие, возможности дальнейшей оценки их свойств в модельных системах. Исходя из вышеизложенного, в настоящей работе осуществлен синтез тетра(мезо-арил)порфиринов **4**, **5** с концевыми длинноцепочечными заместителями посредством построения порфиринового макроцикла методом тетрапиррольной конденсации, а также модификацией карбоксильных групп тетра(мезо-(4-карбоксифенил))порфина **6** (схема).



*Реагенты и условия: i. SOCl<sub>2</sub>, кипячение, 1.5 ч; ii. CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>, Et<sub>3</sub>N, t<sub>комн.</sub>, 24 ч; iii. EtCOOH, кипячение, 1 ч, окисление, 3–5 дней; iv. C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>COOH, CH<sub>3</sub>COOH, C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NO<sub>2</sub>, кипячение, 2 ч; v. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, t<sub>комн.</sub>, перемешивание, 4 ч; vi. коллидин, t<sub>комн.</sub>, 2 ч, кипячение, 2 ч.*

## ИЗМЕНЕНИЕ СОСТАВА И СВОЙСТВ КОРЫ ХВОЙНЫХ ПОРОД ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ

Рязанова Т.В., Еременко О.Н.

*Сибирский государственный университет науки и технологий им. М.Ф. Решетнева  
660049, г. Красноярск, просп. им. газеты «Красноярский рабочий», 31;  
e-mail: tatyana-htd09@mail.ru*

На кафедре химической технологии древесины и биотехнологии разработана технология дубильных экстрактов из коры хвойных пород с высокой доброкачественностью [1]. По данной технологии образуется твердый остаток, называемый одубина, который до настоящего времени не нашел квалифицированного применения, хотя по химическому составу одубина представляет интерес как сырье для химической и биохимической переработки, поскольку на долю полисахаридов приходится более 45% и столько же на долю лигниновых веществ.

Одубина характеризуется определенной пористостью, поэтому существенное влияние будет оказывать способ подготовки сырья, в частности, степень помола. Чем выше степень помола, тем более доступен материал для дальнейшей переработки. Особый интерес представляет размол безножевым способом, в частности, в аппарате гидродинамического размола типа «струя–преграда». При таком размоле происходит щадящий режим обработки и тонкое разрушение структуры.

При этом можно отметить, что в одубине коры лиственницы, по сравнению с корой, наблюдается увеличение количества мезопор, о чем свидетельствует полвышение адсорбционной активности по метиленовому голубому в 2.2 раза. В процессе экстракции коры происходит раскрытие микропор, о чем свидетельствует изменение адсорбционной активности по йоду, которая снижается с 32.90 до 19.30%. Макропористая структура при этом подвергается незначительному изменению. Аналогичная трансформация наблюдается у пихтово-еловой и сосновой одубины, хотя у сосны это выражено слабее. Установлено, что при щелочной экстракции из коры извлекается от 45 до 55% экстрактивных веществ. Как показали исследования, в составе экстракта на долю веществ фенольной природы приходится более 90%.

Исследования содержания поверхностных функциональных групп одубины коры хвойных пород показали, что в процессе экстракции, за счет удаления веществ фенольного комплекса коры, в частности, таннидов и других низкомолекулярных полифенолов, происходит уменьшение содержания поверхностных фенольных гидроксильных групп у лиственницы с 4.90 до 2.75%, у пихтово-еловой – с 4.10 до 3.50% и у сосны – с 5.38 до 3.60%.

При окислении одубины пероксидом водорода изменяется химический состав одубины, уменьшается содержание лигнина и увеличивается содержание полисахаридов. Процесс окислительной делигнификации сопровождается изменениями в основном мезопористой структуры. Подобные изменения пористой структуры происходят и при воздействии на одубину грибов рода *Trichoderma*, отличительной особенностью этих изменений является то, что наряду с изменением содержания лигнина и полисахаридов происходит образование гуминовых веществ.

### Список литературы

1. Еременко О.Н., Рязанова Т.В. Комплексная переработка коры хвойных // Решетневские чтения: Материалы XX юбилейной междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти генерального конструктора ракетно-космических систем академика М.Ф. Решетнева. Красноярск: Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т, 2016. Ч. 2. С. 308–309.

## ВЕГЕТАТИВНАЯ ЧАСТЬ ТОПИНАМБУРА – ПЕРСПЕКТИВНОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ ХИМИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ

Рязанова Т.В., Чупрова Н.А., Федоров В.С., Харьянова Е.В.

*Сибирский государственный университет науки и технологий им. М.Ф. Решетнева  
660049, г. Красноярск, просп. им. газеты «Красноярский рабочий», 31;  
e-mail: tatyana-htd09@mail.ru*

Топинамбур, или земляная груша (*Helianthus tuberosus* L.) – многолетнее крупнотравное растение, является сельскохозяйственной культурой многоцелевого назначения, имеет высокую урожайность. Ценность топинамбура и направление его использования обуславливаются, прежде всего, химическим составом. Результаты исследований химического состава вегетативной части топинамбура, отобранной в октябре в Шушенском районе Красноярского края и Армении, показали, что благодаря высокому содержанию углеводов (64–67%), он может быть перспективным сырьем для химической переработки с получением таких продуктов, как целлюлоза, биоэтанол и другие продукты микробного синтеза [1–3].

Результаты исследований состава экстрактов и гидролизатов надземной части топинамбура, проведенные методом газожидкостной хроматографии, показали, что водный экстракт представлен четырьмя сахарами, основная доля приходится на фруктозу и маннозу – 48.2%, причем большая часть представлена фруктозой, глюкозы содержится 35.4% и 16.3% – галактозы. Гидролизаты легкогидролизуемых полисахаридов на 85% представлены фруктозой и маннозой, а трудногидролизуемых в основном глюкозой (94.3%), при незначительном содержании фруктозы. В связи с тем, что большую часть углеводов составляет сбраживаемые – фруктоза и глюкоза, были проведены исследования по экстракции углеводов из топинамбура, их гидролизу и сбраживанию. Результаты показали, что выход спирта со 100 кг РВ топинамбурного суслу – 58.7–62.5 л, что составит 26.6–28.1 л со 100 кг а.с.в. топинамбура, что сопоставимо с выходом спирта из сахарной свеклы.

Твердый остаток после экстракции представляет собой лигноуглеводный комплекс, где на долю полисахаридов приходится около 69%. Негидролизуемая часть – лигнин – составляет 1/3 от суммы полисахаридов твердого остатка. Исследования по облагораживанию послеекстракционного остатка вегетативной части топинамбура пероксидом водорода показали, что из него можно получить целлюлозу с содержанием лигнина менее 1%, на основе которой можно получить карбоксиметилцеллюлозу, ее выход составляет 25–30% от а.с.м. топинамбура.

Твердый остаток также является хорошим субстратом для культивирования грибов рода *Trichoderma* с получением биопрепарата типа «Триходермин» и биогумуса [3].

Все это свидетельствует о высокой технологичности и перспективности использования топинамбура в качестве сырья для химической переработки.

### Список литературы

1. Дорофеева Л.А., Ким Н.Ю., Рязанова Т.В., Чупрова Н.А. Исследование вегетативной части топинамбура. 1. Оптимизация процесса получения экстрактов из вегетативной части топинамбура // Химия растительного сырья. 1998. № 2. С 53–57.
2. Чупрова Н.А., Рязанова Т.В. Получение биоэтанола из вегетативной части топинамбура // Химия растительного сырья. 2010. № 2. С. 49–52.
3. Рязанова Т.В., Чупрова Н.А., Литовка Ю.А. Биоконверсия вегетативной части топинамбура микро- и макроскопическими грибами // Системы. Методы. Технологии. 2016. № 1(29). С. 142–151.

**ВЛИЯНИЕ АЭРАЦИИ НА НАКОПЛЕНИЕ ПРОДУКТОВ  
БИОТРАНСФОРМАЦИИ 11 $\alpha$ -ГИДРОКСИПРОГЕСТЕРОНА ШТАММОМ  
*ASPERGILLUS NIDULANS* lac№4 (argB<sup>-</sup>)**

**Савинова О.С.<sup>1</sup>, Сольев П.Н.<sup>2</sup>, Васина Д.В.<sup>1</sup>, Федорова Т.В.<sup>1</sup>, Савинова Т.С.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Институт биохимии им. А.Н. Баха, ФИЦ Биотехнологии РАН  
119071, г. Москва, Ленинский просп., 33, стр. 2; e-mail: savinova\_os@rambler.ru*

<sup>2</sup>*Институт молекулярной биологии им. В.А. Энгельгардта РАН  
119991, г. Москва, ул. Вавилова, 32*

<sup>3</sup>*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,  
химический факультет  
119991, г. Москва, Ленинские горы, 1, стр. 3*

Трансформация природных стероидных соединений с использованием ферментных систем микроорганизмов является экологически более приемлемой альтернативой химическому синтезу. Ранее на примере трансформации прогестерона (ПГ, I) мы показали, что штамм *Aspergillus nidulans* VKPM F-1069 дикого типа и модифицированные штаммы, полученные на его основе, являются перспективными биокатализаторами. Основными продуктами трансформации ПГ этими штаммами являются 11 $\alpha$ -гидрокси-ПГ (II), 11 $\alpha$ -ацетокси-ПГ (III) и 6 $\beta$ 11 $\alpha$ -дигидрокси-ПГ (IV) [1, 2], причем соединения III и IV – конкурентные продукты вторичной модификации соединения II. В настоящей работе мы изучили влияние аэрации на процесс вторичной модификации 11 $\alpha$ -гидрокси-ПГ штаммом *A. nidulans* lac№4 (argB<sup>-</sup>), который является продуцентом гетерологичной лакказы A (rLacA) гриба *Trametes hirsuta* 072 – эффективного деструктора лигнина. Как известно, лакказы базидиомицетов обладают способностью к модификации стероидов [3].

Изучение влияния аэрации на скорость конверсии 11 $\alpha$ -гидрокси-ПГ и накопление продуктов его трансформации проводили в колбах (нагрузка 0.5 г/л, 216 ч) при следующих режимах перемешивания: 240–250 об/мин (интенсивная аэрация), 90–100 об/мин, 60–70 об/мин (ограниченная аэрация) и 60–70 об/мин (с герметичной пробкой). Субстрат загружали в ростовую среду после 96 ч культивирования штамма в растворе ДМСО. Было обнаружено, что степень конверсии соединения II уменьшалась при снижении интенсивности аэрации. Несмотря на то, что происходило снижение накопления соединений III и IV, имел место существенный сдвиг модификации исходного субстрата II в сторону образования 11 $\alpha$ -ацетокси-ПГ (таблица).

Содержание исходного субстрата и продуктов его трансформации

Режим, об/мин	240–250	90–100	60–70	60–70 (герм. пробка)
II, mol%	0	19.3	35.3	63.7
III, mol%	70.9	58.8	47.0	28.3
IV, mol%	25	17.2	12.6	3.0
Соотношение III:IV	2.8:1	3.4:1	3.7:1	9.4:1

*Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований (№ 18-34-00653).*

**Список литературы**

1. Savinova O.S., Vasina D.V., Solyev P.N., Vavilova E.A., Chulkin A.M., Fedorova T.V., Tyazhelova T.V., Savinova T.S. The new ability of mycelial fungi *Aspergillus nidulans* to acetylate 11 $\alpha$ -hydroxypregesterone // FEBS Open Bio. 2018. Vol. 8. Suppl. 1. P. 178.
2. Савинова О.С., Сольев П.Н., Васин Д.В., Тяжелова Т.В., Федорова Т.В., Савинова Т.С. Оценка потенциала применения штаммов *Aspergillus nidulans* для модификации прогестерона // Сборник тезисов международной научно-практической конференции «Приоритетные направления научных исследований». Волгоград, 25 декабря 2018. С. 137–141.
3. Khomutov S.M., Shutov A.A., Chernikh A.M., Myasoedova N.M., Golovleva L.A., Donova M.V. Laccase-mediated oxyfunctionalization of 3 $\beta$ -hydroxy- $\Delta^5$ -steroids // J. Mol. Catal. B: Enzym. 2016. Vol. 123. P. 47–52.





## МЕЖМОЛЕКУЛЯРНОЕ ОН- $\pi$ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ОН ПРОТОНА НОВОГО АНТИОКСИДАНТА 2,6-ДИИЗОБОРНИЛ-4-МЕТИЛФЕНОЛА С $\pi$ -ЭЛЕКТРОНАМИ АРОМАТИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

**Садыков Р.А., Сафина Г.Д., Кузиванов И.М., Кучин А.В.**

*Институт химии Коми НЦ УрО РАН*

*167000, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 48; e-mail: sadykov-ra@chemi.komisc.ru*

Изучение физико-химических особенностей эффективного ингибитора окисления органических соединений и потенциального лекарственного средства с широким спектром биологической активности 2,6-дизоборнил-4-метилфенола (Диборнола) [1, 2] в сравнении с широко известным структурным аналогом 4-метил-2,6-ди-*трет*-бутилфенолом (ионолом) представляет определенный интерес не только из-за его высокой антиоксидантной активности (у Диборнола  $k_7 = (11.5 \pm 0.2) \cdot 10^4$  л/(моль с), у ионола –  $2.04 \cdot 10^4$  л/(моль с)) [3], но и с точки зрения поиска возможных причин высокой биологической активности Диборнола.

В спектрах ЯМР  $^1\text{H}$  Диборнола нами обнаружена необычная зависимость химического сдвига  $\delta_{\text{H}}(\text{OH})$  от концентрации Диборнола в циклогексане: с ростом концентрации Диборнола от 0.02 до 0.6 моль/л наблюдается небольшой, но надежно измеряемый сдвиг этого сигнала в сильное поле  $\Delta\delta = 0.135$  м.д. У менее стерически затрудненных фенолов, например, у 2-метил-6-изоборнилфенола с ростом концентрации АО от 0.02 до 0.8 моль/л сигнал протона ОН смещается в слабое поле  $\Delta\delta = 0.4$  м.д. из-за образования димера за счет межмолекулярной водородной связи (ВС) между ОН-группами. У ионола  $\delta(\text{OH})$  в циклогексане не зависит от концентрации, так как *трет*-бутильные заместители эффективно экранируют ОН-группу. Сдвиг сигнала ОН Диборнола в сильное поле объясняется тем, что ОН-группа взаимодействует с  $\pi$ -системой ароматического кольца другой молекулы Диборнола с образованием ОН- $\pi$  межмолекулярной связи [4]. Такой вывод подтверждается измерением  $\Delta\delta_{\text{H}}(\text{OH})$  Диборнола в некоторых ароматических растворителях относительно циклогексана (ЯМР спектрометр Bruker Avance 300, 300 МГц, 25°C): в толуоле  $\Delta\delta_{\text{H}}(\text{OH}) = 0.135$ , ксилоле – 0.136 и мезитиле – 0.368 м.д. Величина сдвига растет в согласии с увеличением положительного индуктивного эффекта с ростом числа метильных заместителей в ароматическом соединении.

В свете активно обсуждаемой в последние годы значения слабых межмолекулярных связей в биологии [5] типа ХН/ $\pi$  (Х=О, N), СН/ $\pi$  наличие ОН/ $\pi$  ВС у Диборнола привлекает внимание в связи с его высокой биологической активностью.

### Список литературы

1. Плотников М.Б., Чернышева Г.А., Смольякова В.И., Иванов И.С., Кучин А.В., Чукичева И.Ю., Краснов Е.А. // Вестник РАМН. 2009. № 11. С. 12–17.
2. Чернышева Г.А., Смольякова В.И., Плотников М.Б., Яновская Е.А., Гурто Р.В., Удут В.В., Кучин А.В., Чукичева И.Ю. // Экспериментальная и клиническая фармакология. 2011. Т. 74. № 9. С. 20–22.
3. Мазалецкая Л.И., Шелудченко Н.И., Шишкина Л.Н., Кучин А.В., Федорова И.В., Чукичева И.Ю. // Журнал физической химии. 2012. Т. 86. № 6. С. 1035–1040.
4. Pople J.A. // J. Chem. Phys. 1956. Vol. 24. P. 1111.
5. Takahashi O., Kohno Yu., Nishio M. // Chem. Rev. 2010. Vol. 110. P. 6049–6076.

## ВЛИЯНИЕ ТАННИНА НА ОБРАЗОВАНИЕ БИОПЛЕНОК КИШЕЧНЫМИ БАКТЕРИЯМИ

**Самойлова З.Ю., Смирнова Г.В., Октябрьский О.Н.**

*Институт экологии и генетики микроорганизмов УрО РАН, Пермский ФИЦ УрО РАН  
614081, г. Пермь, ул. Голева, 13; e-mail: samzu@mail.ru*

Таннины представляют собой биологически активные вторичные метаболиты растений, входящие в рацион питания человека и животных. Положительные эффекты на макроорганизм связывают с модуляцией активности кишечной микрофлоры [1].

Цель настоящей работы – изучение биопленкообразования бактерий *Escherichia coli* BW25113 в присутствии танниновой кислоты.

С помощью спектрофотометрического метода с использованием красителя генцианвиолета [2] оценивали валовое и удельное биопленкообразование на 96-луночных полистироловых планшетах через 22 ч инкубации бактерий на минимальной среде M9 с добавлением глюкозы и 0.04–4.00 мг/мл танниновой кислоты (Sigma-Aldrich Chemical Co, St Louis, MO, USA). Дополнительно проводили измерение ростовых параметров по показателю оптической плотности при 600 нм ( $OD_{600}$ ), используя планшетный спектрофотометр xMark™ Bio-Rad. В отдельной серии экспериментов определяли фармакодинамические параметры роста бактериальных планктонных культур и образовавшихся через 22 ч биопленок в присутствии танниновой кислоты – минимальную ингибирующую концентрацию (МИК), минимальную бактерицидную концентрацию (МБК), а также минимальную концентрацию танниновой кислоты, подавляющую образование биопленок.

Выявлена МИК для планктонной культуры, равная 1 мг/мл. Бактерицидные концентрации при этом не были обнаружены так же, как и минимальные дозы, подавляющие биопленкообразование. Ингибирование роста (по показателю  $OD_{600}$ ) на 30% по сравнению с необработанными культурами отмечалось при действии 0.4 мг/мл танниновой кислоты. Дозы 0.40 и 4.00 мг/мл оказывали достоверный стимулирующий эффект на валовое и удельное биопленкообразование. Полученные результаты свидетельствуют о положительном влиянии танниновой кислоты на образование биопленок кишечными бактериями и указывают на перспективу использования этого вещества в качестве пребиотика. Опубликованные другими авторами сведения о возможных противомикробных эффектах танниновой кислоты в нашей работе подтвердились лишь по показателю МИК, характеризующем бактериостатические свойства вещества. В наших условиях замедление роста бактериальных культур сопровождалось стимуляцией биопленкообразования. Учитывая это, использование танниновой кислоты в качестве противомикробного средства может привести к обратному эффекту – понижению эффективности противомикробной обработки. Для изучения наблюдаемых явлений необходимы дальнейшие исследования.

*Исследование выполнено при поддержке грантами Президента МК-3376.2018.4, Программы УрО РАН АААА-А18-118041890005-1.*

### **Список литературы**

1. Ozdal T., Sela D.A., Xiao J., Boyacioglu D., Chen F., Capanoglu E. The Reciprocal Interactions between Polyphenols and Gut Microbiota and Effects on Bioaccessibility // *Nutrients*. 2016. Vol. 8. No. 2. P. 78.

2. Naves P., del Prado G., Huelves L., Gracia M., Ruiz V., Blanco J., Rodriguez-Cerrato V., Ponte M.C., Soriano F. Measurement of biofilm formation by clinical isolates of *Escherichia coli* is method-dependent // J. Appl. Microbiol. 2008. Vol. 105. P. 585–590.

## ИССЛЕДОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В КАЛЕНДУЛЕ ЛЕКАРСТВЕННОЙ

**Саморукова М.А.<sup>1</sup>, Бургарт А.А.<sup>2</sup>, Шатунова Т.В.<sup>1</sup>, Первова М.Г.<sup>1</sup>,  
Семеновых М.В.<sup>2</sup>, Бургарт Я.В.<sup>1</sup>, Салоутин В.И.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Институт органического синтеза им. И.Я. Постовского УрО РАН  
620990, г. Екатеринбург, ул. С. Ковалевской, 22; e-mail: pervova@ios.uran.ru*

<sup>2</sup>*Гимназия № 37  
620075, г. Екатеринбург, ул. Первомайская, 59*

Календула лекарственная (*Calendula officinalis* L.) относится к одним из наиболее популярных лекарственных растений. Обширный спектр фармакологической активности календулы обусловлен значительным содержанием в сырье комплекса биоактивных соединений (БАС): каротиноидов, флавоноидов, эфирных масел, макро- и микроэлементов и др. Однако в настоящее время в РФ активное применение находит только один вид лекарственного растительного сырья – цветки календулы. При этом огромное количество фитомассы растения не используется. Отсюда возникает проблема более эффективного применения этого лекарственного растения.

Цель работы – определение и количественная оценка методом газовой хромато-масс-спектрометрии содержания ценных БАС в различных частях растения календулы лекарственной.

Сбор календулы проводили в период август–сентябрь 2018 г. в г. Полевской (юго-запад Свердловской области). Готовили этанольные экстракты различных частей растения. В ходе исследования было идентифицировано более 30 БАС, принадлежащих различным классам: углеводороды, жирные кислоты, витамин Е, терпены (кадинены и фитостероиды). Выявлено, что БАС содержатся во всех частях растения, при этом самыми обогащенными являются лепестки и цветки (таблица).

Относительное содержание БАС в этанольных экстрактах календулы

Группы соединений	Листья	Плоды	Лепестки	Цветки	Чашечки	Стебли	Корни
Кадинены	13.5	3.6	3.6	7.0	10.4	0.9	0.6
Жирные кислоты	20.5	28.6	22.9	16.5	11.9	32.1	46.1
Углеводороды	20.0	5.2	1.3	1.9	3.9	7.1	-
Фитол	4.2	2.4	–	–	–	3.0	0.8
Витамин Е	–	–	1.1	1.2	0.5	–	–
Фитостероиды	9.4	20.2	59.1	47.2	19.2	34.8	30.5

Проведено сравнение этанольных настоек аптечных сборов цветков календулы фирм «Здоровье», «ФармаЦвет» и «Иван-чай». Установлено, что содержание БАС в настойках аптечных сборов меньше, чем в исследованных экстрактах цветков календулы. Полученные данные могут быть обусловлены добавлением в сбор помимо цветков других частей растения, менее обогащенных БАС, например, листьев и стеблей.

## ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ХВОЙНЫХ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

**Самсонова Н.А., Гусакова М.А.**

<sup>1</sup> *ФИЦ комплексного изучения Арктики им. ак. Н.П. Лаверова РАН  
163000, г. Архангельск, наб. Северной Двины, 23; e-mail: gavrilova.iepn@yandex.ru*

Способность растений к саморегуляции и поддержанию естественного окислительно-восстановительного баланса на необходимом и безопасном для клетки уровне является жизненной стратегией растительного организма и реализуется с помощью функционирования многокомпонентной антиоксидантной системы (АОС). Наибольшее число работ, посвященных проблемам влияния техногенной среды на живые экосистемы, связаны с изучением динамики изменения ряда ключевых низкомолекулярных стрессовых метаболитов [1]. Синергический эффект взаимодействия всех компонентов АОС, характеризует интегральный параметр – «общая антиоксидантная активность», отражающий устойчивость растительного организма к неблагоприятным факторам внешней среды [2].

В работе отражена особенность динамики содержания низкомолекулярных метаболитов (фенольных соединений, аскорбиновой кислоты и каротиноидов), а также общей антиоксидантной активности хвои сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), произрастающей в условиях повышенной антропогенной нагрузки на территории Архангельской агломерации (селитебной, транспортной и рекреационной зонах).

В ответ на стрессовые воздействия городской среды хвоя *Pinus sylvestris* L. реагирует перестройкой целого ряда метаболических процессов, в том числе накоплением фенольных соединений, обеспечивающих защитностабилизирующую функцию в растительных клетках. Так, во всех функциональных зонах в хвое сосны обыкновенной наблюдается повышение содержания общих фенольных соединений по сравнению с фоновыми значениями в 1.5–1.6 раза. Аналогичная тенденция характерна для другого важнейшего низкомолекулярного метаболита – аскорбиновой кислоты, содержание которой на урбанизированной территории превышает фоновые значения в 1.6–1.8 раза. Следует отметить увеличение содержания каротиноидов в хвое *Pinus sylvestris* L. в 1.4–1.6 раза по сравнению с фоновыми значениями, что также рассматривается как приспособительная реакция, предотвращающая фотодинамическую деструкцию фотосинтетического аппарата. Значения параметра «общей антиоксидантной активности» у хвои сосны обыкновенной, произрастающей в условиях повышенной антропогенной нагрузки, в 1.4–2.0 раза выше фоновых.

Таким образом, увеличение содержания низкомолекулярных компонентов АОС является защитным механизмом ассимиляционного аппарата *Pinus sylvestris* L., отражающим её пластичность и способность адаптироваться к неблагоприятным экологическим условиям, в том числе к загрязнению атмосферного воздуха.

*Исследования выполнены при финансовой поддержке ФАНО России (тема № АААА-А18-118012390231-9) и проекта УрО РАН № АААА-А18-118012390228-9. Работа выполнена с использованием оборудования ЦКП НО «Арктика» (САФУ) и ЦКП НО «КТ РФ в области экологической безопасности Арктики» (ФГБУН ФИЦКИА РАН).*

### **Список литературы**

1. Загоскина Н.В., Назаренко Л.В. Активные формы кислорода и антиоксидантная система растений // Вестник МГПУ. Серия: естественные науки. 2016. № 22. С. 9–23.
2. Рябинина Е.И., Зотова Е.Е., Ветрова Е.Н., Пономарева Н.И. Новый подход в оценке антиоксидантной активности растительного сырья при исследовании процесса аутоокисления адреналина // Химия растительного сырья. 2011. № 3. С. 117–121.

## ДРЕВЕСИНА СЖАТИЯ МОЛОДЫХ ВЕТВЕЙ ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ КАК ИСТОЧНИК НОВЫХ УГЛЕВОДОСОДЕРЖАЩИХ СТРУКТУР И КОМПЛЕКСОВ

**Сауткина О.В., Микшина П.В.**

*Казанский институт биохимии и биофизики,  
ФИЦ Казанский научный центр РАН  
420111, г. Казань, ул. Лобачевского, 2/31, а/я 30; e-mail: semargla.zhar@gmail.com*

Древесина сжатия – тип реакционной древесины, формирующийся, как правило, на нижней стороне наклоненных или скрученных стволов и ветвей голосеменных, представленный, главным образом, сильно лигнифицированными трахеидами.

В деревообрабатывающей промышленности древесина сжатия, скорее, нежелательный компонент, приводящий к снижению прочности и жесткости деловой древесины и потере качества получаемых изделий [1]. В связи с чем, ключевые мероприятия, направленные на практическое применение древесины голосеменных связаны, в основном, со снижением образования древесины сжатия и практически не подразумевают альтернативных способов ее применения, направленных на ее эффективную конверсию и получение новых материалов. Такой подход, действительно, актуален в случае работы с целевым типом древесного материала, например, стволов, но крайне расточителен в случае типа сырья, выступающего, главным образом, в виде отходов производства, например, ветвей, особенности состава древесины сжатия которых практически не описаны. Вместе с тем, на примере древесины сжатия стволов к настоящему времени получено достаточно много сведений об особенностях состава, строения, механических свойств и механизмов формирования. Выявлено, что такой тип древесины характеризуется рядом уникальных особенностей, которые отличают ее от других типов древесины и могут быть востребованы в качестве основы новых материалов. Так, установлено, что для древесины сжатия характерно высокое содержание лигнина, в составе которого выявлены практически отсутствующие в нормальной древесине *p*-гидрокси-фениловые единицы. В ней содержится меньше целлюлозы и полисахаридов матрикса – гетероманнанов и гетороксиланов, при этом присутствует значительное количество  $\beta$ -(1,4)-галактанов [2, 3]. Различные способы делигнификации древесины сжатия приводят к высвобождению наряду с лигнином и полисахаридов, демонстрируя их присутствие в виде лигно-углеводных комплексов [3].

В докладе на примере ветвей лиственницы сибирской 3-летнего возраста планируется представить сравнительную картину состава и архитектуры клеточных стенок древесины сжатия и нормальной древесины. В качестве ключевого подхода для формирования такой картины будет выступать последовательное высвобождение лигно-углеводных комплексов при помощи делигнификации и экстракции концентрированной щелочью с их последующим исследованием с помощью различных типов хроматографии и иммуноферментного анализа. На основе представленной картины будут обоснованы возможные варианты конверсии растительного сырья этого типа.

### ***Список литературы***

1. Gardiner B.A., Macdonald E.M. Compression wood in conifers – the characterisation of its formation and its relevance to timber quality. 2005. Final report on the European Union Compression Wood Project QLK5-CT-2001-00177.
2. Brennan M., McLean J.P., Altaner C.M., Ralph J., Harris P.J. // Cellulose. 2012. Vol. 19. P. 1385–1404.
3. Chavan R.R., Fahey L.M., Harris P.J. // Plants. 2015. Vol. 4(1). P. 29–43.

## ЖИРНЫЕ КИСЛОТЫ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ СЪЕДОБНЫХ ПАПОРОТНИКОВ

Светашев В.И.<sup>1</sup>, Некрасов Э.В.<sup>2</sup><sup>1</sup>Национальный научный центр морской биологии ДВО РАН  
690041, г. Владивосток, ул. Пальчевского, 17; e-mail: vsvetashev@mail.ru<sup>2</sup>Амурский филиал Ботанического сада-института ДВО РАН  
675000, г. Благовещенск, Игнатьевское шоссе, 2-й км; e-mail: ed\_nekrasov@mail.ru

Ранее мы исследовали изменчивость в содержании жирных кислот у папоротников [1].

Цель работы – оценка молодых вай съедобных папоротников Дальнего Востока как источников полиненасыщенных жирных кислот. Молодые вайи папоротников приобретали на рынке г. Владивостока (*Matteuccia struthiopteris* (L.) Tod., *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn) либо собирали в природных популяциях (*Osmundastrum asiaticum* Tagawa). Жирные кислоты анализировали в виде метиловых эфиров методом газожидкостной хроматографии. Результаты представлены в таблице. Главной жирной кислотой у трех видов была пальмитиновая кислота (16:0), за которой следовали линолевая (18:2n-6) и линоленовая (18:3n-3) кислоты. *P. aquilinum* и *M. struthiopteris* имели более высокое содержание арахидоновой кислоты (20:4n-6). Наибольшее содержание эйкозапентаеновой кислоты (20:5n-3) было у *O. asiaticum*, высокий уровень 20:5n-3 также обнаружен у *M. struthiopteris*. Учитывая более высокий уровень омега-3 жирных кислот (16:3n-3, 18:3n-3 и 20:5n-3), молодые вайи *O. asiaticum* и *M. struthiopteris* имеют большую пищевую ценность по сравнению с *P. aquilinum*. Два последних вида могут быть растительными источниками арахидоновой кислоты.

Содержание основных жирных кислот (% от суммы) в молодых вайях съедобных папоротников. Представлены средние значения для трех образцов ± стандартное отклонение

	<i>Pteridium aquilinum</i>	<i>Osmundastrum asiaticum</i>	<i>Matteucia struthiopteris</i>
16:0	26.4±1.0	30.0±0.3	26.6±0.6
16:3n-3	1.7±0.2	2.5±0.3	1.3±0.1
18:0	1.7±0.0	1.6±0.5	1.0±0.0
18:1n-9	5.0±0.2	5.9±0.5	5.5±0.4
18:1n-7	0.6±0.0	1.0±0.1	1.5±0.0
18:2n-6	27.0±0.4	18.0±1.6	20.9±0.6
18:3n-6	0.9±0.0	2.2±0.3	1.7±0.1
18:3n-3	10.8±0.6	22.0±1.3	16.9±0.2
20:0	1.4±0.1	0.5±0.2	0.3±0.0
20:3n-6	1.3±0.1	0.9±0.1	2.6±0.2
20:4n-6	13.5±0.4	6.4±0.5	12.8±0.5
20:5n-3	0.8±0.0	2.9±0.2	2.3±0.2
22:0	2.5±0.4	0.9±0.1	0.6±0.1
24:0	3.2±0.7	1.3±0.1	1.5±0.3
Другие*	3.3	4.1	4.5

\* Другие жирные кислоты включают: 14:0, 14:1n-5, 15:0, 16:1n-9, 16:1n-7, *t*-16:1n-13, 16:2n-6, 17:0, 18:1n-5, 18:4n-3, 20:1n-9, 20:2n-6, 5,11,14-20:3, 5,11,14,17-20:4, 20:4n-3, 23:0, 26:0.

Работа выполнена при финансовой поддержке программы «Дальний Восток» 2018–2020 гг. (№ 18-3-019).

## Список литературы

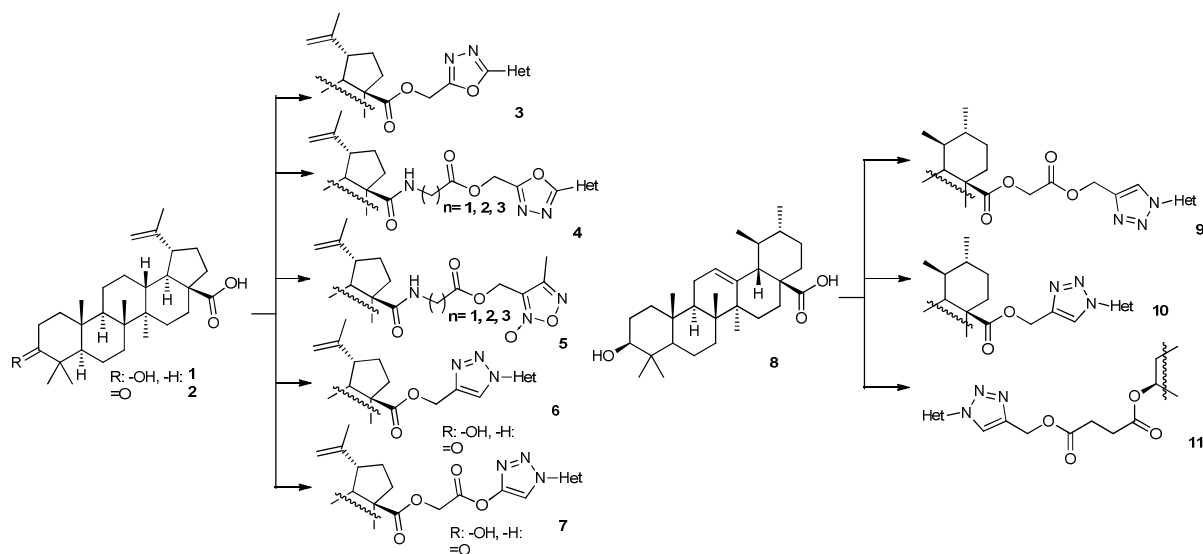
1. Nekrasov E.V., Svetashev V.I., Khrapko O.V., Vyssotski M.V. // *Phytochemistry*. 2019. Vol. 162. P. 47–55.

## КОНЬЮГАТЫ 1,3,4-, 1,2,5-ОКСАДИАЗОЛОВ И 1,2,3-ТРИАЗОЛОВ С ТРИТЕРПЕНОИДАМИ УРСАНОВОГО И ЛУПАНОВОГО РЯДА: СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ

**Семенова М.Д., Попов С.А., Шульц Э.Э.**

*Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова СО РАН  
630090, г. Новосибирск, просп. ак. Лаврентьева, 9; e-mail: AlisaDimina@yandex.ru*

Гибриды пентациклических тритерпеноидов и производных азолов [1, 2] представляют интерес в качестве биологически активных веществ. Цель работы – получение новых гетероциклических производных тритерпеноидов лупанового и урсанового ряда, проявляющих цитотоксическую или противовоспалительную активность.



Синтезированы новые производные бетулоновой кислоты **3–5**, включающие фрагменты терминальных аминокислот и 1,3,4- или 1,2,5-оксадиазол-2-оксидный фрагмент. Полученные соединения обладают низкой токсичностью. Наибольшую противовоспалительную активность на гистаминовой и конканавалиновой модели воспаления показали тройные производные бетулоновой кислоты,  $\gamma$ -аминомасляной кислоты и 1,3,4-оксадиазолов.

Изучена реакция Cu-катализируемого 1,3-циклоприсоединения замещенных азидов по тройной связи пропаргильных производных тритерпеноидов, получены производные вида **6–7**, **9–11**, включающие 1,3,4-оксадиазолы, соединенные через 1,2,3-триазольный линкер с тритерпеновым остовом. Полученные вещества исследуются на цитотоксичность.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18-53-76001.*

### Список литературы

- Govdi A.I., Vasilevsky S.F., Sokolova N.V., Sorokina I.V., Tolstikova T.G., Nenajdenko V.G. // *Mendeleev Commun.* 2013. Vol. 23. P. 260–261.
- Rashid S., Dar B.A., Majeed R., Hamid A., Bhat B.A. // *Eur. J. Med. Chem.* 2013. Vol. 66. P. 238–245.



## СПОСОБ ПЕРЕРАБОТКИ КОРЫ ХВОЙНЫХ ПОРОД СИБИРИ

Семенович А.В., Пермякова Г.В., Лоскутов С.Р.

*Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН,  
 ФИЦ Красноярский научный центр СО РАН  
 660036, г. Красноярск, ул. Академгородок, 50, стр. 28;  
 e-mail: semenovich\_a@ksc.krasn.ru*

Перспективное направление утилизации коры лиственницы сибирской, сосны обыкновенной, пихты сибирской – экстракционная переработка. Предлагаемый способ включает извлечение экстрактивных веществ (ЭВ) и использование твердого послеэкстракционного остатка (одубины) как поглотителя нефтепродуктов.

Способ экстрагирования коры защищен патентом [1]. Измельченную кору (фракция 1÷0.5 мм) подвергали экстракции горячей водой с добавлением органического растворителя – моноэтаноламина (МЭА) или др. Выход ЭВ и поглотительную способность (ПС) одубины по отношению к сырой нефти (с.н.), углеводородному маслу (у.м.), концентрированной эмульсии (к.э.) определяли гравиметрически. Насыпную плотность ( $g_c$ ), степень набухания ( $k_n$ ), влажность ( $W$ ) одубины – согласно [2]. Некоторые результаты (на примере коры пихты) приведены в таблице.

Содержание ЭВ в экстрактах из коры пихты (КП), ПС и физико-химические свойства одубины

Обозначение	ЭВ, %	ПС, г/г			$k_n$	$g_c$ , г/см <sup>3</sup>	W, %
		с.н.	у.м.	к.э.			
КП-МЭА (1.0%)	21.18	2.21	2.43	4.84	0.24	0.21	7.17
КП-МЭА (2.5%)	30.69	1.74	2.19	4.74	0.23	0.22	6.50
КП-МЭА (5.0%)	38.78	1.71	1.86	4.84	0.22	0.25	4.67

Использование бинарного водно-органического экстрагента позволяет извлекать из коры до 60% ЭВ. Состав экстрактов (катехины, оксибензойные, оксикоричные кислоты, стильбены, лейкоантоцианы, конденсированные фенолы, полиглюкозиды флавоноидов, пектины, нецеллюлозные полисахариды) делает их перспективными для переработки [3]. Сравнение результатов с литературными данными [4] свидетельствует о преимуществах предлагаемого способа экстракции коры.

Одубина содержит до 39.7 и 39.1% лигнина и целлюлозы соответственно, имеет ПС по отношению к нефти – 1.46–2.96 г/г, углеводородному маслу – 1.86–5.32 г/г, эмульсии – 4.74–8.20 г/г, малую насыпную плотность – 0.15–0.25 г/см<sup>3</sup>, низкое набухание в воде – 0.16–0.24 и влажность – 4.67–7.17%.

*Работа выполнена в рамках Программы ФНИ СО РАН по теме 0359-2015-0001 «Инновационные продукты технического и пищевого назначения из коры лесобразующих пород Сибири».*

## Список литературы

1. Лоскутов С.Р., Семенович А.В., Пермякова Г.В. Способ извлечения биологически активных соединений из коры хвойных древесных пород // Патент РФ № 2678683. Оpubл. 30.01.2019. Бюл. № 4.
2. Смирнов А.Д. Сорбционная очистка воды. Л.: Химия, 1982. 168 с.
3. Пермякова Г.В., Лоскутов С.Р., Семенович А.В. Экстракция коры хвойных пород с добавлением моноэтаноламина // Химия растительного сырья. 2008. № 1. С. 37–40.
4. Левин Э.Д., Астапкович И.И., Рязанова Т.В. Экстракция коры лиственницы сибирской спиртовым раствором щелочи // Химия древесины. 1980. № 4. С. 93–97.

## ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ВОЛОКНИСТЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО

Симонова Е.И., Вураско А.В., Плявина А.С.

*Уральский государственный лесотехнический университет  
620100, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 37; e-mail: general@usfeu.ru*

Борщевик Сосновского (*Heracleum sosnowskyi*) относится к семейству зонтичные (*Umbelliferae* или *Apiaceae*) и входит в группу гигантских борщевиков, отличающихся большой высотой (до 5 м). В настоящее время в ряде регионов нашей и других стран виды борщевика (и в частности, *H. sosnowskyi*) объявлены растениями, подлежащими уничтожению [1]. Однако они все равно остаются перспективными хозяйственно-полезными растениями, могут быть востребованы в будущем как источники биологически активных веществ и энергетические возобновляемые растительные ресурсы, в том числе, представляют интерес для целлюлозно-бумажной промышленности. Проведенные исследования позволили рекомендовать техническую целлюлозу из борщевика Сосновского, полученную натронным способом, в качестве замены древесной целлюлозы в производстве внутренних слоев упаковочного картона [2].

Цель работы – оценка возможности получения волокнистых полуфабрикатов из борщевика Сосновского окислительно-органо-растворительным способом.

В качестве объекта исследования использовали борщевик Сосновского, заготовленный осенью 2018 г. в Свердловской области, следующего компонентного состава (таблица).

Компонентный состав борщевика Сосновского

Наименование показателя	Нормативный документ	Числовое значение
Массовая доля целлюлозы по Кюшнеру-Хофферу, % от абсолютно-сухого сырья (а.с.с.)	[3]	60.0
Содержание лигнина, % от а.с.с.	ГОСТ 11960	21.0
Вещества, растворимые – в органических растворителях (CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> ), % а.с.с. – в горячей воде, % от. а.с.с.	ГОСТ 6841 [3]	1.8 18.0
Зольность, % а.с.с.	ГОСТ 18461	17.9

Результаты проведенного исследования компонентного состава позволяют рассматривать борщевик Сосновского как перспективное сырье для получения волокнистых полуфабрикатов, в том числе, и окислительно-органо-растворительным способом.

### Список литературы

1. Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В. Черная книга флоры Средней России (Чужеродные виды растений в экосистемах Средней России). М.: ГЕОС, 2009. 494 с.
2. Мусихин П.В., Сигаев А.А. Исследование физических свойств и химического состава борщевика сосновского и получение из него волокнистого полуфабриката // Материалы IV научной конференции с международным участием «Современные наукоемкие технологии», Хургада (Египет), 21–28 февраля 2006 г. С. 65–67.
3. Оболенская А.В., Ельницкая З.П., Леонович А.А. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы. М., 1991. 320 с.

## К ВОПРОСУ О ВОЗНИКНОВЕНИИ ДВОЙНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СЛОЯ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

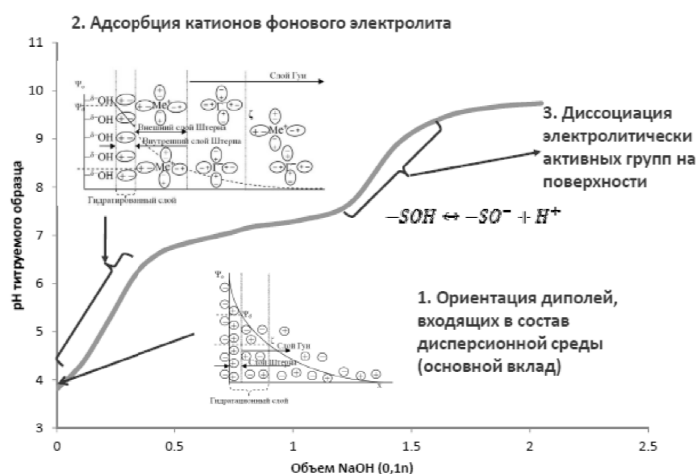
**Ситников П.А., Торлопов М.А., Мартаков И.С., Михайлов В.И.**

*Институт химии Коми НЦ УрО РАН*

*167000, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 48; e-mail: sitnikov-pa@mail.ru*

Электрокинетические свойства волокон и других производных целлюлозы являются объектами исследования достаточно давно, их отрицательный заряд не ставится никем под сомнение. Однако, несмотря на многочисленные исследования, истинная причина отрицательного поверхностного заряда до сих пор не определена. Предполагают, что эти явления могут быть связаны с присутствием функциональных групп, обладающих высоким дипольным моментом. В качестве таковых в природной целлюлозе могут выступать ионогенные группы кислотного характера (карбоксильные), а также альдегидные, гидроксильные и прочие функциональные группы. Согласно второму подходу, в формировании отрицательного заряда принимают участие любые группы, обладающие дипольным моментом, в случае нативной целлюлозы, предполагается, что кислород гидроксильной группы обладает определенным дипольным моментом.

На примере различных производных нанокристаллической целлюлозы проведено исследование поверхностных кислотно-основных центров, электро-кинетического потенциала в зависимости от ботанического происхождения прекурсора, поверхностных функциональных групп, концентрации фонового электролита, pH среды (рисунок).



Кривая титрования нанокристаллической целлюлозы с описанием протекающих при этом поверхностных процессов.

Показано (см. рисунок), что основным фактором, влияющим на возникновение поверхностного заряда, является ориентация диполей, входящих в состав дисперсионной среды. Преимущественная адсорбция катионов или анионов фонового электролита вносит существенный вклад в случае нативных производных нанокристаллической целлюлозы. В случае введения неионогенных групп наблюдается экранирование поверхности, приводящее к уменьшению кислотно-основных центров и смещению точки нулевого заряда в нейтральную область. В щелочной среде (при pH более 8) наблюдается диссоциация электролитически-активных поверхностных OH-групп.

*Исследование выполнено при частичной финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-33-20230.*

## ЭВОЛЮЦИЯ СИНТЕТИЧЕСКИХ АНАЛОГОВ ПРИРОДНЫХ АНТИМЕТАБОЛИТОВ

**Скорняков Ю.В.**

*ООО «ГЛОБАЛХИМФАРМ»*

*117545, г. Москва, 1-й Дорожный проезд, 1; e-mail: skorn506@mail.ru*

В 1951 г. из морских губок *Cryptotethya crypta* были выделены необычные нуклеозиды урацила и тимина, содержащие в составе остатки арабинозы [1]. Исследование их фармакологических свойств привело к созданию концепции антиметаболитов. Эти соединения, имеющие некоторые структурные различия с метаболитами человека, включаются в биосинтез биополимеров (ДНК или РНК) и тормозят его, тем самым проявляя противовирусные и противоопухолевые свойства. Модификации необычных природных азотистых оснований и сахаров в составе нуклеозидов и нуклеотидов привели к открытию целого ряда лекарственных препаратов – антиметаболитов человека.

В докладе будет представлен ретроспективный анализ структурных изменений от природных к целому ряду синтетических антиметаболитов человека и лекарственных препаратов на их основе.

### *Список литературы*

1. Bergmann W., Feeney R.J. // J. Org. Chem. 1951. Vol. 16. P. 981–987.

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОДЕРЖАНИЯ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И АНТИОКСИДАНТНЫХ СВОЙСТВ ПЛОДОВ БУЗИНЫ ЧЁРНОЙ (*SAMBUCUS NIGRA* L.) И КАЛИНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*VIBURNUM OPULUS* L.) В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МЕСТА ПРОИЗРАСТАНИЯ

Скрышник Л.Н., Кислякова Л.А.

*Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта*  
236040, г. Калининград, ул. Университетская, 2; e-mail: LSkryshnik@kantiana.ru

Интерес к исследованию растений бузины черной и калины обыкновенной обусловлен несколькими причинами. Во-первых, данные виды растений издавна находят разнообразное применение как в фармацевтической, так и в пищевой промышленности [1, 2]. Во-вторых, они широко распространены на территории Европы, Восточной Азии, Северной Африки и США, что дает возможность рассматривать их как ценный ресурс для получения биологически активных веществ.

В качестве объектов исследования в данной работе использовали плоды бузины черной (*Sambucus nigra* L.) и калины обыкновенной (*Viburnum opulus* L.), собранные на территории Калининградской области на различном удалении от побережья Балтийского моря (3–5 км, 45–50 км и 180–185 км). Сбор осуществлялся с 8–10 кустов в каждом районе исследования. После сбора плоды промывали, высушивали при 60°C и измельчали. В водных экстрактах определяли суммарное содержание фенольных соединений по методу Фолина-Чокальтеу [3] и антиоксидантную активность по методу DPPH [4].

В результате проведенных исследований установлено, что содержание фенольных соединений в плодах калины варьировало в пределах от 4.6 до 6.9 мг/г (в зависимости от места произрастания) и было достоверно ниже по сравнению с плодами бузины (6.3–11.2 мг/г). Более высокие уровни фенольных соединений установлены в плодах обоих видов, собранных в 3–5 км и на значительном удалении (180–185 км) от Балтийского моря.

В целом, экстракты бузины характеризовались также более высокой антиоксидантной активностью по сравнению с экстрактами калины. Максимальная антиоксидантная активность была характерна для плодов бузины черной, собранных на побережье Балтийского моря.

Таким образом, плоды бузины черной можно рассматривать как ценный источник фенольных соединений с антиоксидантными свойствами. Однако при сборе растительного материала необходимо учитывать условия места произрастания растений.

### Список литературы

1. Яхудин Р., Кароматов И.Д. Лекарственные травы бузина чёрная, бузина травянистая // Биология и интегративная медицина. 2016. № 4. С. 36–44.
2. Жбанова Е.В., Масленников А.И. Оценка сортов калины по качественным показателям и биохимическому составу плодов // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2015. № 1. С. 11–14.
3. Денисенко Т.А., Вишник А.Б., Цыганок Л.П. Спектрофотометрическое определение суммы фенольных соединений в растительных объектах с использованием хлорида алюминия, 18-молибдодифосфата и реактива Фолина-Чокальтеу // Аналитика и контроль. 2015. Т. 19. № 4. С. 373–380.
4. Tõnutare T. Possibilities to affect antioxidant properties of strawberries and some methodical aspects in their determination: A Thesis for applying for the degree of Doctor of Philosophy in Agriculture, Estonian University of Life Sciences. Tartu, 2015. 152 p.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БАРОФРАКЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ БИОПОЛИМЕРОВ

**Слободова Д.А.<sup>1,2</sup>, Горшкова Р.М.<sup>1</sup>, Панарин Е.Ф.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Институт высокомолекулярных соединений РАН  
199004, г. Санкт-Петербург, В.О. Большой просп., 31*  
<sup>2</sup>*Санкт-Петербургский государственный университет  
промышленных технологий и дизайна*

*191186, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 18; e-mail: dar.slobodova@gmail.com*

Одними из самых востребованных биополимеров на современном рынке являются пектиновые полисахариды. Несмотря на высокий спрос и наличие обширной сырьевой базы, промышленное производство отсутствует, ввиду трудности проведения процесса гидролиз-экстракции и получения целевых продуктов с заданными физико-химическими параметрами. Традиционные технологии получения пектина базируются на высокотемпературной экстракции в закрытой системе, что приводит к деградации макромолекулы из-за продолжительного воздействия гидролизующего агента. Для исключения данного негативного эффекта необходимо сократить продолжительность процесса. С этой целью были разработаны новые способы извлечения – гидролиз под воздействием высокой температуры и давления (ГВД) [1] и метод комбинированного фракционирования (КФр) [2, 3]. ГВД позволяет сократить продолжительность процесса и получить продукт с высоким выходом, но при этом образуется не чистое вещество, а набор полимергомологов с усредненным значением молекулярной массы, что делает невозможным его применение для медицины. КФр позволяет одновременно получать продукты для пищевой промышленности и медицины, но занимает продолжительное время (60–120 мин) и требует применения хрупкого оборудования, что затрудняет процесс его масштабирования. Разработанный метод комбинированного барофракционирования позволяет проводить процесс гидролиз-экстракции в динамическом режиме под действием давления за короткий промежуток времени (5–7 мин). Рассчитанные значения констант распада связей компонентов растительной клеточной стенки, образованных остатками галактуроновой кислоты и нейтральных сахаров, и проведенная количественная оценка энергии активации позволили выявить механизм формирования продуктов реакции в виде сетчатых разветвленных и линейных биополимеров. Установлено, что в процессе комбинированного барофракционирования происходит резкое ускорение процесса гидролиз-экстракции, что приводит к смещению реакции в сторону формирования водорастворимых биополимеров, обогащенных звеньями галактуроновой кислоты с высоким значением молекулярной массы.

### *Список литературы*

1. Gorshkova R., Khalikov D., Slobodova D., Uspensky A., Slobodov A. Physico-chemical and molecular-mass parameters of pectin polysaccharides obtained under high temperatures and pressures // J. Phys.: Conf. Ser. 2018. Vol. 1045. 012014.
2. Горшкова Р.М., Халиков Д.Х., Слободова Д.А., Успенский А.Б., Слободов А.А. Влияние рН гидролизующего агента на распад протопектина в статическом и динамическом режимах гидролиз-экстракции // Известия СПбГТИ(ТУ). 2017. № 40(66). С. 80–83.
3. Горшкова Р.М., Халиков Д.Х., Слободова Д.А., Успенский А.А., Слободов А.А. Физико-химическое исследование процесса распада протопектина под действием кислотных катализаторов // Известия СПбГТИ(ТУ). 2018. №43(69). С. 7–11.

## ОСОБЕННОСТИ МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО АНАЛИЗА РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ МЕТОДОМ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ С ИНДУКТИВНО-СВЯЗАННОЙ ПЛАЗМОЙ

**Слободянюк Д.И., Елизарова И.Р.**

*Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского НЦ РАН  
184209, г. Апатиты, Академический городок, 14а; e-mail: daria.tskp@mail.ru*

Среди аналитических методов масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС) является наиболее информативной, чувствительной и надежной. Пределы обнаружения в растворах достигают долей нг/л, для твердых проб –  $10^{-6}$ – $10^{-7}$  мас.%. Такие характеристики анализа позволяют достаточно подробно изучить микроэлементный состав большинства проб, в том числе, растительных с целью мониторинга или контроля экологических объектов и природных сред [1, 2].

Цель работы – определение редкоземельного состава водной растительности (рдест (*Potamogeton* L.), перистолистник (*Myriophyllum* L.) и фонтиналис (*Fontinalis* Hedw.)) сбросового канала Кольской АЭС, отобранной (координаты 67.461667°, 32.434444°) в пластиковые контейнеры с герметичной крышкой, предварительно подготовленные в соответствии с ГОСТ [3].

Пробоподготовка включала в себя многократную промывку растений, помещенных в пластиковую тару объемом 500 см<sup>3</sup> дистиллированной водой, сушку в фарфоровых чашках на воздухе в течение 48 ч и сушку в сушильном шкафу до постоянной массы при 105°C. Перетертые пробы навеской 100 мг растворяли в закрытом фторопластовом сосуде с 30 см<sup>3</sup> концентрированной азотной кислоты при нагревании. Полученный раствор фильтровали через бумажный фильтр «синяя лента», переводили в колбу объемом 100 мл, добавляя 2%-ный раствор перегнанной азотной кислоты. Полученный раствор проб разбавляли в соотношении 1:10 и проводили измерения редкоземельных элементов на квадрупольном масс-спектрометре «ELAN 9000» (PerkinElmer, США).

Основной проблемой при анализе являлся учет спектральных помех: изобарных и полиатомных спектральных наложений. Учет спектральных наложений изобарного характера успешно проводили математической коррекцией по уравнениям, полученным с учетом природной распространенности изотопа, создающего помеху. Алгоритм определения коэффициентов таких уравнений, а также способ математической коррекции оксидных наложений предложен компанией PerkinElmer.

Проведенные исследования показали, что концентрация оксидных соединений изотопов РЗЭ, образующихся в плазме, варьируется на уровне 1.8–3.0% к их общей концентрации, если при настройке масс-спектрометра уровень оксидов церия не превышал 3.0%. Полученные данные учитывали при составлении корректирующих уравнений индивидуально для каждого аналита.

### ***Список литературы***

1. Агеев В.А., Ханина М.А., Родин А.П. Элементный состав травы и экстракта *Aegopodium Podagraria* L. // Медицина и образование в Сибири. 2012. № 4.
2. Таланов А.А., Круглов Д.С., Фурса Н.С. Масс-спектрометрическое определение элементного состава различных органов голубики // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. 2012. № 1. С. 120–125.
3. ГОСТ 31861-2012. Вода. Общие требования к отбору проб. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. 2014. 31 с.

## О ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СОДЕРЖАНИЯ ФЛАВОНОЛОВ В ЛИСТЬЯХ РАСТЕНИЙ РАЗНЫХ ВИДОВ *SPIRAEA* В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА

Смирнова А.Н., Пунегов В.В., Зайнуллина К.С.

*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН*

167982, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 28; e-mail: smirnova@ib.komisc.ru

Виды рода *Spiraea* L. семейства *Rosaceae* Juss. представляют интерес как растения, используемые в народной медицине и содержащие комплекс БАВ. В различных органах спирей обнаружены фенольные соединения [1]; у многих из них найдены флавоноиды [2] и фенолкарбоновые кислоты [3].

Цель работы – сравнительное определение содержания суммы флавонолов в листьях растений девяти видов *Spiraea* из трех различных секций рода: *Chamaedrion* Ser.: *Spiraea chamaedryfolia* L., *S. media* Franz Schmidt, *S. trilobata* L.; *Calospira* C. Koch.: *S. beauverdiana* Schneid., *S. betulifolia* Pall., *S. corymbosa* Raf.; *Spiraria* Ser.: *S. humilis* Pojark., *S. latifolia* (Ait.) Borkh., *S. salicifolia* L. при культивировании в дендрарии Ботанического сада Института биологии Коми НЦ УрО РАН.

Анализы по определению содержания флавонолов в листьях растений проводили в 2017 г. Листья срезали с молодых побегов в фазу массового цветения растений и сушили в тени. Количественное определение флавонолов в растительных пробах выполняли методом спектрофотометрии на UV 1700 Shimadzu Ind. Ink. (Япония) по методике В.В. Беликова и др. [4], адаптированной для применения указанного прибора.

Суммарное содержание флавонолов в листьях растений изучаемых видов *Spiraea* варьировало в зависимости от вида: от 1.8% у *Spiraea corymbosa* до 5.7% у *S. Trilobata*. В целом, для видов секции *Chamaedrion* характерно более высокое содержание флавонолов в листьях – 3.5–5.7% по сравнению с видами двух других секций: у видов секции *Calospira* – 1.8–2.6%, а видов секции *Spiraria* – от 2.6 до 4.9%.

Таким образом, по секциям наиболее высоким содержанием флавонолов в листьях характеризуются представители секции *Chamaedrion*, по видам – *Spiraea trilobata* (5.7%) и *Spiraea media* (5.0%). Содержание низкомолекулярных соединений выше у широко распространенных в природной флоре видов, что, вероятно, имеет значение в их адаптации к разным условиям среды.

Следует отметить, что в листьях пяти из девяти изученных видов *Spiraea* выявлено сравнительно высокое содержание флавонолов, что указывает на перспективность изучения их биологической активности.

*Исследования выполнены в рамках государственного задания по теме «Закономерности процессов репродукции ресурсных растений в культуре на европейском Северо-Востоке» (№ АААА-А17-117122090004-9) на базе УНУ «Научная коллекция живых растений» Ботанического сада Института биологии Коми НЦ УрО РАН, регистрационный № 507428.*

### Список литературы

1. Дикорастущие полезные растения России. СПб.: Изд-во СПХФА, 2001. С. 500–501.
2. Карпова Е.А., Серебрякова В.А., Высочина Г.И. Фенольные соединения некоторых видов рода *Spiraea* L. // Вестник НГУ. Серия: Биология, клиническая медицина. 2011. Т. 9. Вып. 1. С. 51–57.
3. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование: Семейства Hydraginaceae-Haloragaceae. Т. 3. Л.: Наука, 1987. С. 99–101.
4. Беликов В.В., Точкова Т.В., Шатунова Л.В., Колесник Н.Т., Баяндина И.И. Количественное определение основных действующих веществ у видов *Hypericum* L. // Растительные ресурсы. 1990. Т. 26. Вып. 4. С. 541–578.



## СОСТАВ ЛИПИДОВ И УФ-СПЕКТРОСКОПИЯ ВОДНО-ПРОПИЛЕНГЛИКОЛЕВЫХ ЭКСТРАКТОВ РЯДА ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

**Смирнова А.Н., Швыдкий В.О., Волков В.А., Шишкина Л.Н.**

*Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН  
119334, г. Москва, ул. Косыгина, 4; e-mail: shishkina@sky.chph.ras.ru*

В настоящее время водно-пропиленгликолевые (ВПГ) экстракты лекарственных растений широко используются в косметологии и пищевой промышленности, однако изучению их физико-химических свойств посвящены лишь единичные исследования [1, 2], а данные о составе липидов экстрактов практически отсутствуют. Анализ литературы о влиянии фосфолипидов (ФЛ) на ингибирующую эффективность природных антиоксидантов обуславливает необходимость более детального изучения состава и физико-химических свойств растительных экстрактов.

Цель работы – изучение состава липидов и физико-химических свойств ВПГ экстрактов ряда лекарственных растений.

Объектами исследований являлись листья шалфея лекарственного (*Salvia officinalis* L.), цветки календулы аптечной (*Calendula officinalis*) и ромашки аптечной (*Matricaria chamomilla* L.) и плоды облепихи крушиновидной (*Hippophae rhamnoides* L.).

Экстракция сухого измельченного растительного сырья проводилась 50%-ным водным 1,2-пропиленгликолем при соотношении сырья и экстрагента 1:19 в течение 4 ч при 50°C и постоянном перемешивании. Липиды из экстрактов извлекали по методу Фолча в модификации Кейтса [3]. Качественный и количественный состав ФЛ определяли методом ТСХ. УФ-спектры экстрактов в диапазоне концентраций от 0.1 до 3.28 мг исходного сухого вещества в мл регистрировали на спектрофотометре «Shimadzu UV-1700 PharmaSpec» в диапазоне длин волн от 200 до 500 нм.

В составе ФЛ ВПГ экстрактов изученных растений наиболее представлены лизоформы ФЛ (10–15%), фосфатидилхолин (15–20%), фосфатидилинозит+фосфатидилсерин (12–24%), кардиолипин (10–15%) и фосфатидная кислота (15–35%).

В УФ-спектрах ВПГ экстрактов всех исследованных растительных объектов максимальной интенсивностью характеризуется полоса поглощения в районе 270 нм, что соответствует данным литературы о наличии в них флавоноидов. Показано, что взаимосвязи между оптической плотностью экстрактов и их концентрацией при 270 нм хорошо описываются прямолинейной зависимостью ( $R^2 > 0.99$ ), однако коэффициенты линейной регрессии для разных экстрактов неодинаковы. Это свидетельствует о том, что в экстрактах изученных растительных объектов присутствуют флавоноиды с разной химической структурой. Наличие полос поглощения при длинах волн в области длин волн выше 350 нм, как известно, характерно для каротиноидов, также представленных в спиртовых экстрактах растительного сырья [4].

### Список литературы

1. Волков В.А., Ли Ю.С., Воронков М.В., Лапина Г.П., Мисин В.М. // Сырье и упаковка. 2017. № 8(195). С. 42–44.
2. Волков В.А., Ли Ю.С., Воронков М.В., Лапина Г.П., Завьялов А.Ю., Мисин В.М. // Актуальные вопросы биол. физики и химии. 2018. Т. 3. № 3. С. 630–635.
3. Кейтс М. Техника липидологии. М.: Мир, 1975. 322 с.
4. Курегян А.Г. // Pharmaceutical Sciences / Fundamental Research. 2016. № 2. С. 5166–5172.

## ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ПАСЛЕНА ЧЕРНОГО КАК ИСТОЧНИКА АНТИОКСИДАНТНЫХ КОМПОНЕНТОВ

Стеценко Д.С., Астафьева О.В.

*Астраханский государственный университет  
414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1а; e-mail: kafedrabiotehnologii@mail.ru*

Одними из ценных компонентов растений являются антиоксиданты. К ним относятся некоторые фенольные соединения: флавоноиды, каротиноиды, гликозиды и др. Одно из растений, имеющих в своем химическом составе антиоксидантные компоненты, является паслен черный (*Solanum nigrum* L.).

В России *S. nigrum* считается сорным растением, тогда как за рубежом химический состав и свойства данного растения широко изучаются. Padmashree и др. определили, что экстракты листьев замедляли скорость перекисного окисления липидов в подсолнечном масле [1]. Ученые из университета Ибадана в Нигерии выделили полифенольные компоненты экстрактов плодов, стеблей, корней и листьев *S. nigrum* и связали их наличие с проявлением экстрактами антиоксидантных и антимикробных свойств [2]. Jainu и др. изучали влияние метанольных экстрактов плодов *S. nigrum* на развитие язвы желудка у крыс. Доказано, что экстракт, введенный крысам, препятствовал увеличению зоны поражения слизистой желудка благодаря его антиоксидантным свойствам [3].

Нами исследованы экстракты листьев *S. nigrum*. В качестве экстрагентов использовали этанол (96%), этилацетат, диэтилкарбонат и ацетон. Экстракты получены согласно методикам [4–6]. Химический состав экстрактов исследовали методами качественных реакций и методом тонкослойной хроматографии (ТСХ) [1].

Полученные результаты свидетельствуют о том, что этанольные, ацетоновые и этилацетатные экстракты содержали действующие монотерпеновые вещества: ментол, пулегон, цитронеллол и флавоноидные компоненты: апигенин, нарингенин, пиноцембрин, обуславливающие в большей степени высокую антиоксидантную активность данных экстрактов.

### Список литературы

1. Padmashree A., Kumar Sharma G., Dutt Semwal A., Mahesh C. Antioxygenic activity of *Solanum nigrum* L. leaves in sunflower oil model system and its thermal stability // Food Nutr. Sci. 2014. Vol. 5. P. 1022–1029.
2. Gbadamosi I.T., Afolayan A.J. *In vitro* anti-radical activities of extracts of *Solanum nigrum* (L.) from South Africa // J. Appl. Biosci. 2016. Vol. 98. P. 9240–9251.
3. Jainu M., Shyamala Devi C.S. Antioxidant effect methanolic extract of *Solanum Nigrum* berries on aspirin induced gastric mucosal injury // Indian J. Clin. Biochem. 2004. Vol. 19. P. 57–61.
4. Numa Vergel S.J., Rodríguez Coy L., Rodríguez Caicedo D., Coy-Barrera E. Effect of acaricidal activity of *Solanum nigrum* on *Tetranychus urticae* Koch under laboratory conditions // African J. Biotechnol. 2016. Vol. 15. P. 363–369.
5. Pandey A., Rajpoot S., Mondal S. Effect of metal ions on antimicrobial activity of *S. Nigrum* against various pathogens // Int. J. Pharm. Res. Allied Sci. 2012. Vol. 1(4). P. 108–120.
6. Астафьева О.В., Баймухамбетова А.С. Практические занятия блока «Технология получения биологически активных веществ» дисциплины «Технология белка и БАВ». Астрахань: Астраханский государственный университет, Издательский дом «Астраханский университет», 2015. С. 5–27.

## ФТОРСОДЕРЖАЩИЕ МОНОТЕРПЕНОИДЫ: СИНТЕЗ, БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ

**Судариков Д.В., Крымская Ю.В., Ильченко Н.О.**

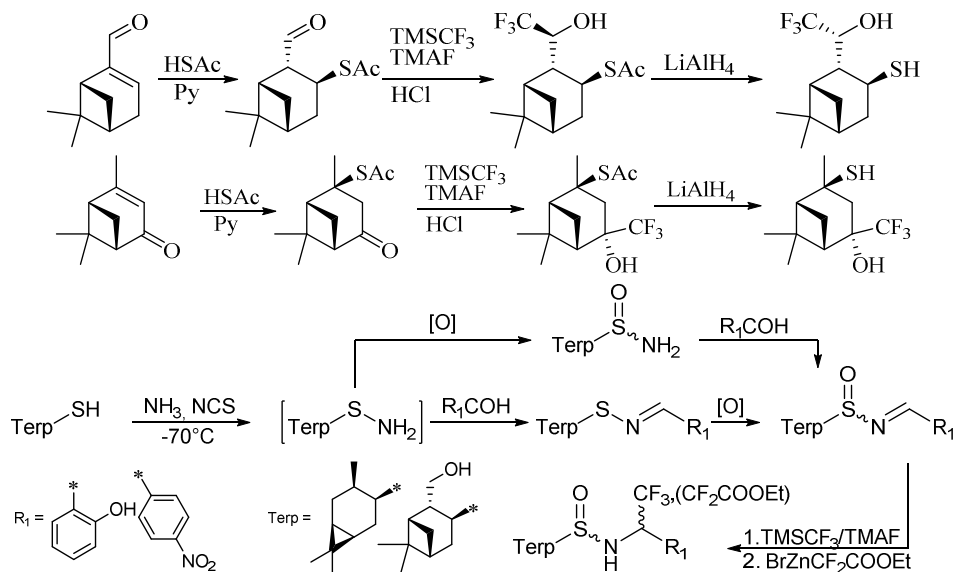
*Институт химии Коми НЦ УрО РАН*

*167000, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 48; e-mail: sudarikov-dv@chemi.komisc.ru*

В настоящее время около 25% современных фармацевтических препаратов содержат атомы фтора, поскольку фторированные органические соединения обладают повышенной липофильностью и мембранной проницаемостью, а также стойкостью к биодеградации и окислению. Атом фтора в таких соединениях отвечает за более высокую метаболическую стабильность и биодоступность фторированных органических соединений относительно их нефторированных аналогов.

Известно, что нативные монотерпеноиды, а также их производные имеют широкий спектр противомикробной активности в отношении некоторых патогенных видов бактерий и грибов. Введение в состав молекул фторсодержащих групп позволяет ожидать усиление противомикробной активности.

В ходе работы реализовано два подхода по введению фторсодержащих групп в структуру монотерпеновых производных. Первым является получение фторсодержащих соединений, в которых атомы фтора вводятся непосредственно в терпеновый фрагмент молекулы. Вторым подходом основан на получении терпеновых сульфениминов и присоединении к ним фторсодержащих реагентов по связи C=N для получения фторсодержащих терпеновых сульфинамидов.



Показано, что некоторые фторсодержащие сульфинамиды на основе 4-карантиола имеют антибактериальную и противогрибковую активность в отношении *Acinetobacter baumannii* и *Candida albicans* [1].

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (проект № 19-03-00951 А) и проекта УрО РАН (№ 18-3-3-17) с использованием оборудования Центра коллективного пользования «Химия» Института химии Коми НЦ УрО РАН.

### Список литературы

1. Sudarikov D.V., Krymskaya Y.V., Il'chenko N.O., Slepukhin P.A., Rubtsova S.A., Kutchin A.V. Synthesis and biological activity of fluorine-containing amino derivatives based on 4-caranethiol // Russ. Chem. Bull. 2018. Vol. 67. P. 731–742.

## ПОЛУЧЕНИЕ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ГИДРОЛИЗОМ В СМЕСИ СОЛЯНОЙ И АЗОТНОЙ КИСЛОТ

**Суров О.В., Воронова М.И., Лебедева Е.О., Рублева Н.В., Захаров А.Г.**

*Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН  
153045, г. Иваново, ул. Академическая, 1; e-mail: ovs@isc-ras.ru*

В работе применен гидротермальный метод получения нанокристаллической целлюлозы (НКЦ) в смеси соляной и азотной кислот при молярном соотношении 8:2, 7:3, 6:4 и 5:5. Гидролиз сульфатной целлюлозы в смеси азотной и соляной кислот проводили в герметичном толстостенном сосуде из нержавеющей стали с тефлоновым вкладышем в течение 3 ч при 110°C. Свойства НКЦ охарактеризованы с использованием различных методов: элементного анализа, термогравиметрического анализа, ИК спектроскопии, поляризационной оптической и электронной сканирующей микроскопии, метода динамического рассеяния света. Определен выход НКЦ, размер и заряд частиц, степень полимеризации, температура термодеструкции, изучена морфология образцов. Самый высокий выход (32%) наблюдается при соотношении соляной и азотной кислот 7:3. Найдено, что частицы НКЦ имеют сферическую форму со средним размером 60–80 нм. Сделано предположение, что в присутствии сильного окислителя происходит гидролиз не только аморфных областей целлюлозы, но и частично кристаллических, что сказывается на конечной форме частиц НКЦ. Показано, что гидролиз в смеси соляной и азотной кислот вызывает окисление первичных гидроксильных групп пиранозного кольца целлюлозы и образование поверхностных карбоксильных групп. Водные суспензии НКЦ демонстрируют высокую коллоидную стабильность вследствие достаточно большого поверхностного заряда. Отмечается значительное повышение термической устойчивости НКЦ по сравнению с образцом НКЦ, полученным стандартным сернокислотным гидролизом: температура термического разложения увеличивается на 130–148°C.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 18-43-370004 p\_a.*

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВТОРИЧНЫХ МЕТАБОЛИТОВ РАСТЕНИЙ  
СЕМЕЙСТВА *UMBELLIFERAE* (*APIACEAE*)  
ДЛЯ СОЗДАНИЯ НЕЙРОПРОТЕКТОРНЫХ АГЕНТОВ**

**Тараскин В.В.<sup>1</sup>, Шульц Э.Э.<sup>2</sup>, Гуляев С.М.<sup>3</sup>, Урбагарова Б.М.<sup>1,4</sup>,  
Тыхеев Ж.А.<sup>1,4</sup>, Раднаева Л.Д.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Байкальский институт природопользования СО РАН  
670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6; e-mail: vvtaraskin@mail.ru*

<sup>2</sup>*Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова СО РАН  
630090, г. Новосибирск, просп. ак. Лаврентьева, 9*

<sup>3</sup>*Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН  
670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6*

<sup>4</sup>*Бурятский государственный университет им. Доржи Банзарова  
670000, г. Улан-Удэ, ул. Смолина, 24а*

В последнее время кумарины рассматривают как идеальную основу для проектирования соединений с высоким сродством к нескольким биологическим мишеням. Данные литературы свидетельствуют о перспективности поиска среди кумариновых соединений новых нейропротекторных средств. В большинстве работ в основу новых синтезированных молекул закладывается структура простых кумаринов, однако фууро- и пиранокумарины не менее активны и могут служить потенциальными базовыми структурами для создания новых биоактивных молекул. Богатым источником ангулярных кумаринов является ферулолидка щетинистая *Ferulopsis hystrix* (Bunge) Pimenov, имеющая ареал произрастания сибирско-монгольского типа. Химический состав корней растения представлен ангулярными и линейными фуурокумаринами [1]. Основным кумарином корней ферулолидки щетинистой флоры Бурятии является ангулярный кумарин пеуценидин. Нами изучена реакция пеуценидина с аминами (диметиламином, морфолином, *N*-метилпиперазином). В качестве основного продукта реакции в результате нуклеофильного замещения образуются производные 9-аминолибанорина. Нами получены данные о биологической активности новых 9-аминофуорокумаринов. Для пеуценидина выявлен выраженный стресс-протекторный эффект, который при переходе к диметиламинопроизводному, сопровождался значительной седативной активностью. Учитывая избирательную активность и низкую токсичность аминопроизводного и исходного пеуценидина (третий класс опасности), целесообразным представляется изучение механизма их действия на структуры мозга и отдельные медиаторные системы (в частности, ГАМКергическую систему [2, 3]).

*Работы выполняются в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых № МК-501.2019.4.*

**Список литературы**

1. Shul'ts E.E., Ganbaatar Zh., Petrova T.N., Shakirov M.M., Bagryanskaya I.Yu., Taraskin V.V., Radnaeva L.D., Otgonsuren D., Pokrovskii A.G., Tolstikov G.A. // Chem. Nat. Compd. 2012. Vol. 48(2). P. 211–217.
2. Singhuber J., Baburin I., Ecker G.F., Kopp B., Hering S. // Eur. J. Pharmacol. 2011. Vol. 668. P. 57–64.
3. Pereira E.C., Lucetti D.L., Barbosa-Filho J.M., de Brito E.M., Monteiro V.S., Patrocínio M.C.A., de Moura R.R., Leal L.K.A.M., Macedo D.S., de Sousa F.C.F., de Barros Viana G.S., Vasconcelos S.M.M. // Neurosci. Lett. 2009. Vol. 454. P. 139–142.

**МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ШИПОВНИКА *ROSA*****Тасмагамбетова Г.Е., Литвиненко Ю.А., Бурашева Г.Ш.**

*Казахский национальный университет им. аль-Фараби  
Республика Казахстан, 050048, г. Алматы, просп. аль-Фараби, 71;  
e-mail: guljaina\_98.14@mail.ru*

Шиповник является растением, содержащим очень большое количество витамина С. Созревшие ягоды шиповника являются поливитаминами, которые помогают в лечении простудных и инфекционных заболеваний, являются антиоксидантами, способны нормализовать уровень холестерина в крови, также используются как желчегонное и мочегонное, противовоспалительное средство. Настойки из шиповников способны замедлять развитие атеросклероза, действуют заживляющим средством при ожогах и обморожениях.

Все виды шиповника известны как источники витаминов А1, В2, Р и К, дубильных веществ, эфирных масел, различных органических кислот и других биологически активных веществ, поэтому многие виды используются в народной и официальной медицине.

Методом атомно-адсорбционной спектроскопии был проведен сравнительный анализ минерального состава плодов некоторых видов шиповника (*Rosa canina* L., *Rosa pavlovii* Lhrshar, *Rosa corymbifera* Borkh.). В результате анализа определили, что все образцы шиповника накапливают свинец, кадмий в пределах допустимых концентраций.

Объекты изучения – плоды некоторых видов шиповника (*Rosa canina* L., *Rosa pavlovii* Lhrshar, *Rosa corymbifera* Borkh.).

В табл. 1 представлены результаты количественного содержания микроэлементов. По результатам анализа можно сделать вывод, что в плодах шиповника из микроэлементов по количественному содержанию преобладает железо.

Таблица 1 – Количественное содержание микроэлементов  
в плодах некоторых видов шиповника, мкг/мл

Вид шиповника	Zn	Cu	Pb	Cd	Fe	Ni	Mn
<i>Rosa canina</i> L.	1.0153	0.3354	1.1517	0.0011	2.3700	0.0687	2.1043
<i>Rosa pavlovii</i> Lhrshar	1.0532	0.3081	0.3763	0.0197	5.2104	0.2679	3.9151
<i>Rosa corymbifera</i> Borkh.	0.7070	0.3623	1.9135	н/о	1.5197	0.1139	2.7647

В табл. 2 показаны результаты количественного содержания макроэлементов. По результатам анализа можно сделать вывод о том, что в плодах шиповника из макроэлементов по количественному содержанию преобладает кальций и калий.

Таблица 2 – Количественное содержание макроэлементов  
в плодах некоторых видов шиповника, мкг/мл

Вид шиповника	K	Na	Ca	Mg
<i>Rosa canina</i> L.	709.0250	16.370	549.880	97.720
<i>Rosa pavlovii</i> Lhrshar	660.5250	26.8050	372.280	131.40
<i>Rosa corymbifera</i> Borkh.	842.2750	17.170	662.6250	156.450

Таким образом, из приведенных данных следует, что на элементный состав растений влияют естественные факторы зон прорастания образцов.

В настоящее время работа по химическому исследованию данного растительного сырья продолжается.

## ОСОБЕННОСТИ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА БИТУМОВ ВЕРХОВОГО ТОРФА АЗ РФ

**Татаринцева В.Г.<sup>1,2</sup>, Зубов И.Н.<sup>1</sup>, Селянина С.Б.<sup>1</sup>,  
Кутакова Н.А.<sup>2</sup>, Серебренникова О.В.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*ФИЦ комплексного изучения Арктики им. ак. Н.П. Лаверова РАН  
163000, г. Архангельск, наб. Северной Двины, 23; e-mail: leratatarintseva@gmail.com*

<sup>2</sup>*Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова  
163002, г. Архангельск, наб. Северной Двины, 17*

<sup>3</sup>*Институт химии нефти СО РАН  
634021, г. Томск, просп. Академический, 4*

Торф широко распространен на европейском Севере России. В число его компонентов, перспективных для использования, входят экстрактивные вещества (или битумы). Большинство этих соединений наследуется от исходных растений торфообразователей, в которых они выполняют физиологические функции, поэтому закономерно, что эти компоненты обладают биологической активностью. Экстремальные климатические условия Арктической зоны РФ оказывают заметное влияние на особенности флористического состава и процессы трансформации органического вещества. Это приводит к формированию торфяных залежей, заметно отличающихся по структуре и свойствам от залежей, распространенных в других регионах [1]. Так, в работе [2] на примере верховых торфов Архангельской области и Белоруссии установлены принципиальные различия в особенностях формирования битумной части торфяных месторождений в разных геоклиматических условиях.

В данной работе проведена оценка выхода и качественного состава экстрактивных веществ верхового торфа Архангельской области. Экстракцию проводили методом настаивания (24 ч) с перемешиванием при температуре 30°C, в качестве растворителей использовали наиболее широко применяемые в технологии растительных веществ растворители: этиловый спирт, петролейный эфир и этилацетат.

Выявлено, что наибольший выход экстрактивных веществ обеспечивает экстракция этиловым спиртом, наименьший – петролейным эфиром (5.4 и 1.5% соответственно). Несмотря на это, в экстрактах петролейного эфира наблюдается существенно большее содержание отдельных групп компонентов по сравнению с другими растворителями (в основном пентациклических тритерпеноидов (ПЦТ), стероидов и *n*-алканов). По сравнению с экстрактами верхового торфа Томской области полученные экстракты отличаются повышенным содержанием ПЦТ, стероидов и токоферолов [3].

*Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РФФИ № 18-05-70087.*

### **Список литературы**

1. Parfenova L.N., Selyanina S.B., Trufanova M.V., Bogolitsyn K.G., Orlov A.S., Volkova N.N., Ponomareva T.I., Sokolova T.V. Influence of climatic and hydrological factors on structure and composition of peat from northern wetland territories with low anthropogenic impact // Science of the Total Environment. 2016. Vol. 551–552. P. 108–115.
2. Селянина С.Б., Труфанова М.В., Забелина С.А., Богданов М.В., Боголицын К.Г., Соколова Т.В., Стригуцкий В.П., Пономарева Т.И., Ярыгина О.Н., Орлов А.С. Биологически активные экстракты верхового торфа Европейского Севера России // Вестник РФФИ. 2016. № 1. С. 33–39.
3. Серебренникова О.В., Стрельникова Е.Б., Прейс Ю.И. Особенности состава липидов верховых и низинных торфов юга Томской области // Известия Томского политехнического университета. 2013. № 3. С. 77–82.

## МОНОТЕРПЕНОВЫЕ СПИРТЫ В СИНТЕЗЕ ХИРАЛЬНЫХ S-СИЛИЛОВЫХ И S-АЛКИЛОВЫХ ЭФИРОВ ДИТИОКИСЛОТ ФОСФОРА С АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТЬЮ

**Теренжев Д.А.<sup>1</sup>, Низамов И.Д.<sup>2</sup>, Никитин Е.Н.<sup>1</sup>, Низамов И.С.<sup>2</sup>**

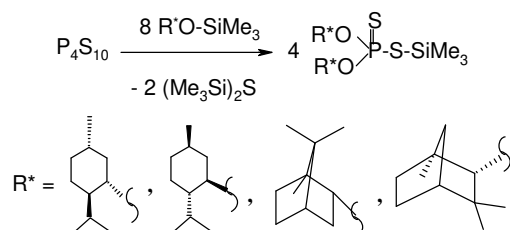
<sup>1</sup>ФИЦ Казанский научный центр РАН

420111, г. Казань, ул. Лобачевского, 2/31; e-mail: dmitriy.terenzhev@mail.ru

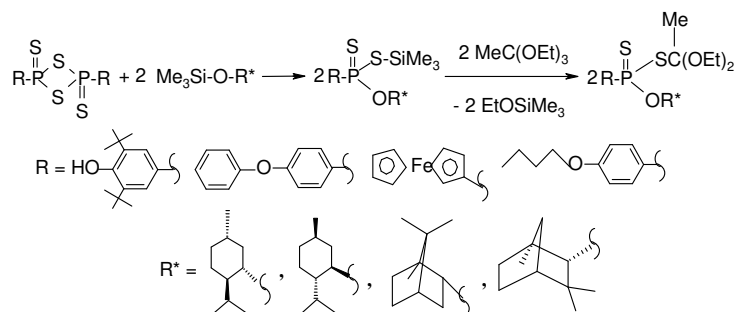
<sup>2</sup>Казанский (Приволжский) федеральный университет

420008, г. Казань, ул. Кремлевская, 18

Лабильность связи S–Si в S-силиловых эфирах дитиокислот фосфора является основой для синтеза S-органических эфиров дитиокислот фосфора. Оптически активные и рацемические S-триметилсилилдитиофосфаты образуются в мягких условиях в реакциях тетрафосфордекасульфида с триметилсилиловыми производными, полученными из энантиомерно чистых и рацемического ментолов, (1S)-эндо-(–)-борнеола и (1R)-(–)-нопола. Триметилсилиловое производное, синтезированное из карвакрола, реагирует с тетрафосфордекасульфидом с образованием S-триметилсилилдитиофосфата с O-ароматическими заместителями. Хиральные S-триметилсилилдитиофосфаты синтезированы в реакциях триметилхлорсилана с дитиофосфатами аммония, полученными из (S)-(–)- и (R)-(+)-ментолов.



Реакции триметилсилиловых производных на основе (S)-(–)-ментола, (R)-(+)-ментола, (R,S)-ментола, (1S)-эндо-(–)-борнеола и (1R)-(–)-нопола с 2,4-диорганил-1,3,2,4-дитиадифосфетан-2,4-дисульфидами открывают путь к новым хиральным S-триметилсилиловым эфирам дитиофосфоновых кислот. Ранее неизвестные S-триметилсилилдитиофосфонаты с фармакофорными O-ароматическими заместителями образуются в результате дитиофосфорилирования триметилсилиловых эфиров, полученных из тимола и карвакрола, под действием 1,3,2,4-дитиадифосфетан-2,4-дисульфидов.



Ортоэфиры реагируют в мягких условиях с разрывом одной из трёх связей O–C с хиральными S-триметилсилилдитиофосфатами и S-триметилсилилдитиофосфонатами, полученными из (S)-(–)- и (R)-(+)-ментола, (1S)-эндо-(–)-борнеола, карвакрола и тимола с образованием S-органических эфиров, обладающих антимикробной активностью, умеренной токсичностью и невысокой генотоксичностью в отношении *Salmonella typhimurium* TA 100.



## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОТВЕРЖДЕНИЯ ЭПОКСИДНЫХ СМОЛ КАРДАНОЛСОДЕРЖАЩИМ ОСНОВАНИЕМ МАННИХА – ПЕРСПЕКТИВНОГО АДГЕЗИВА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ДРЕВЕСНОКОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

**Тесленко А.Ю., Шишлов О.Ф.**

*ПАО «Уралхимпласт»  
622012, г. Нижний Тагил, Северное шоссе, 21; e-mail: usr@usr.ru*

Древеснослоистый пластик (ДСП) – древеснокомпозиционный материал, получаемый прессованием под высоким давлением и температурой листов шпона, пропитанных бакелитовым лаком (БЛ).

Недостатками применения БЛ в производстве ДСП являются высокая токсичность сырья (БЛ содержит свободный фенол), высокая стоимость и испарение растворителя в течение всего технологического процесса получения ДСП.

Альтернативой данному процессу служит получение ДСП с использованием в качестве адгезива эпоксидная смола:отвердитель [1–4].

Кардамин Д-1 производят на предприятии ПАО «Уралхимпласт» (ТУ 20.59.59.-1686-55778270-2018) по реакции Манниха из диэтилентриамин, формальдегида и карданоло. Карданол – C<sub>15</sub> алкилфенол, выделяемый дистилляцией из жидкости скорлупы орехов кешью, является возобновляемым сырьем растительного происхождения.

Кардамин Д-1 относится к классу фенолкаминов, которые являются отвердителями «холодного типа», т.е. процесс отверждения идет при температурах от 25°C до 0°C.

Для изучения влияния температуры на скорость гелеобразования эпоксидной смолы ЭД-20 с Кардамином Д-1 было измерено время гелеобразования в соответствии с ГОСТ 4559-2017. Результаты исследования приведены в таблице.

Зависимость времени гелеобразования от температуры.  
Соотношение в м.ч. (ЭД-20:Кардамин Д-1, 100:40)

№ п/п	Температура, °С	Время, мин
1	25	120
2	50	40
3	100	3
4	150	0.5

На основании полученных результатов был сделан вывод о том, что отвердитель Кардамин Д-1 может быть использован в качестве отвердителя «горячего типа», т.е. он может применяться для производства ДСП.

### *Список литературы*

1. Патент DE3923555(A1). Федеративная Республика Германия. 1990-02-01.
2. Патент DE4110640(A1). Федеративная Республика Германия. 1991-10-10.
3. Патент US4686251(A). Соединенные Штаты Америки. 1984-08-11.
4. Патент US2005124441(A1). Соединенные Штаты Америки. 2005-07-09.

## УПРАВЛЕНИЕ БИОСИНТЕЗОМ И НАКОПЛЕНИЕМ ЭКДИСТЕРОИДОВ *RHARONTICUM CARTHAMOIDES* ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ

Тимофеев Н.П.

Крестьянское хозяйство «БИО»  
165650, г. Коряжма; e-mail: sciens@leuzea.ru

*Rharonticum carthamoides*, или левзея сафлоровидная, остается единственным экдистероид синтезирующим растением-адаптогеном, включенным в Госфармакопеи СССР и России IX–XIV изданий (1961–2018 гг.) [1]. Действующие вещества содержат комплекс из 65 фитоэкдистероидов (ФЭС) уникальной биологической активности, которые не могут быть синтезированы химическим способом ни в одной из лабораторий мира. Использование – биотехнология, фармацевтика, медицина, агропромышленный комплекс, спорт. Культивируемые агроценозы вида имеют важное значение в реализации задач прорывного научно-технологического и социально-экономического развития России, изложенных в нацпроектах Наука, Здравоохранение, Демография, Экспорт (с/х продукции), и исходящих из Указа Президента РФ от 7 мая 2018 г. № 204.

Надземные части (листья) левзеи официально разрешены, и в сравнении с подземными, являются ежегодно возобновляемым ресурсом: ФЭС в них содержится на порядок больше, а комплексная активность в четыре раза выше. Одновременно, ФЭС находятся в листьях в транспортной форме, не требуют экстракции спиртом и легкодоступны для организма при высокой сохранности действующих веществ (93–98%) в водных и кислотнo-щелочных растворах (рН 2–12) в диапазоне температур от –10 до +100°C [2].

Преимущества натуральных субстанций *R. carthamoides* по сравнению с высокоочищенными: а) рыночная стоимость ФЭС, изолированных от неактивных и слабоактивных примесей, чрезвычайно дорог – фирмы США (Sigma-Aldrich) предлагают 25 мг субстанции (20-hydroxyecdysone) 93% чистоты в России за 100 тыс. руб., что в перерасчете составляет около 4 млрд. руб. за 1 кг; б) очищенные ФЭС при пероральном введении быстро разрушаются и инактивируются микрофлорой желудочно-кишечного тракта, поэтому требуется внутримышечное или внутривенное их введение, а дозировки высоки (5–20 мг/кг), что неприемлемо на практике.

Проблема заключается в том, что несмотря на вековую историю культивирования (первые посевы в СССР датируются от 1926 г.), не удается обеспечить длительную хозяйственную эксплуатацию вида. Если в природе на субальпийских лугах онтогенез длится от 50–75 до 120 и более лет, то в культуре он сокращается до 5–6 лет, где длительность хозяйственной эксплуатации обычно не превышает 3–4 года.

Наши длительные изыскания указывают на следующие главные факторы, влияющие на эффективное управление биосинтезом и накоплением ФЭС в агропопуляциях вида, – обеспечение правильного соотношения между вегетативным и семенным размножением, а также между степенью и кратностью отчуждения фитомассы. Поскольку наблюдается положительная коррелятивная связь между параметрами развития, продуктивностью и накоплением ФЭС за период 1–28 лет. Взаимозависимость между параметрами высокая, начиная с генеративного возраста ( $r = 0.78-0.81$ ;  $\rho = 0.99$ ).

При оптимизации технологии культивирования были достигнуты самые высокие показатели биосинтеза экдистероидов и их накопление в листьях: ФЭС = 0.56–0.62% [3], при нормативе 0.1% [1]. Коррелятивные параметры особей: длина розеточных листьев – 100.3–119.1 см; высота генеративных побегов – 140.3–142.8 см; продуктивность сухой фитомассы – 295.8–351.7 г; доля розеточных листьев в структуре – 84.6–93.9%.

### Список литературы

1. Фармстатья 2.5.0091.18, Госфармакопея РФ, 14 изд. М., ФЭМБ, 2018, 4. С. 6360–6368.
2. Тимофеев Н.П. // Новые и нетр. растения и перспективы их исп. 2017. № S12. С. 301–304.
3. Биндасова Т., Тимофеев Н.П. // Персп. развития и пробл. совр. ботаники. 2018. С. 43–46.

## ВИДОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ ХИМСОСТАВА *RHAPONTICUM SCARIOSUM* В УСЛОВИЯХ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА

Тимофеев Н.П.<sup>1</sup>, Пунегов В.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Крестьянское хозяйство «БИО»

165650, г. Коряжма; e-mail: sciens@leuzea.ru

<sup>2</sup>Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

167982, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 28

Растения рода *Rhaponticum* (сем. *Asteraceae*) перспективны и значимы для интродукционного изучения и возделывания в культуре, в частности, как промышленные источники фармакологически активных действующих веществ – фитостероидов (ФЭС). В новую фармакопею РФ XIV издания, введенного с 01.11.2018, включен лишь один вид – *Rhaponticum carthamoides* (левзея сафлоровидная), фармстатья ФС.2.5.0091.18. В китайской фармакологии присутствует другой вид *Rhaponticum uniflorum* (рапонтикум одноцветковый), распространенный на Дальнем Востоке и в Китае.

*R. carthamoides* образует плотные заросли с высокой облиственностью и способен к возделыванию в агроценозе; недостатками являются медленный рост и развитие, длительное восстановление после отчуждения (цикличность изъятия корней – один раз в 15 лет, надземных частей – один раз в четыре года). Содержание ФЭС в корнях низкое – 0.013–0.101% [1], а в листьях незначительное (0.2–0.3%, по данным анализа методом ВЭЖХ). Недостатки *R. uniflorum* – одиночное произрастание (не образует зарослей), не способен к культивированию, очень низкая продуктивность и низкая облиственность, низкое содержание ФЭС в корнях и надземных органах – 0.03–0.04% (ВЭЖХ) [2].

В связи с вышеизложенным, наше внимание привлек третий вид – *Rhaponticum scariosum* (рапонтикум пленчатый), растение с крупными и плотными листьями (длиной около 80–90 см), вегетирующими даже после выпадения снега, и образующий плотные заросли. Расширенных исследований его химсостава за последние 35 лет не проводилось. В статье 1983 г. из Ботсада АН БССР (г. Минск) приводятся оценочные сведения на присутствие ФЭС методом спектрофотометрии на приборе VSU-2P [3], который, однако, не разрешен для количественной оценки ФЭС в лекарственном сырье. Поскольку при применении методов ТСХ и УФ-спектрофотометрии вместо экистероидов в растительном сырье определяются флавоноиды, которые искажают результат, повышая истинное содержание ФЭС в препаратах и экстрактах в десятки и даже в сотни раз [1].

Оригинальные семена *R. scariosum* (Lam.) присланы доктором Alfred Kump из гор Восточных Альп (высота 1700 м над ур.м.). В дальнейшем высевали местными семенами одну–две репродукции, в подзоне средней тайги (Архангельская обл.). Содержание ФЭС в сухих образцах растений первого и 10 годов жизни определяли методом ОФ-ВЭЖХ с использованием стандартного образца 98.5% чистоты.

Обычно для экистероид-синтезирующих растений (*R. carthamoides*, *Serratula coronata*, *Ajuga reptans*) характерна возрастозависимая закономерность накопления ФЭС, согласующаяся с процессом формирования побегов, при котором происходит отток и перераспределение экистероидов от взрослых листьев и частей в молодые листья и верхушечные части стеблей. Для *R. scariosum* же обнаружена иная закономерность – ФЭС продолжает накапливаться во взрослых листьях, и концентрация его на первом году жизни достигла 0.44%, а на десятом – 0.82%. При этом в экстрактивных веществах не происходит накопления слабоактивного экидизона

(0.01%), и экстракт не требует очистки от его примеси. Таким образом, *R. scariosum* является перспективным источником эдистероид содержащего растительного сырья на Севере.

#### **Список литературы**

1. Тимофеев Н.П., Пунегов В.В. // Химия и техн. раст. веществ. Казань, 2017. С. 290–291.
2. Зарембо Е.В., Соколова Л.И., Горовой Л.Г. // Раст. ресурсы. 2001. Т. 37(3). С. 59–64.
3. Вересковский В.В., Чекалинская И.И., Пашина Г.В. // Раст. ресурсы. 1983. Т. 19(1). С. 60–65.

СОДЕРЖАНИЕ ЭКДИСТЕРОИДОВ В МИКОРИЗЕ *SERRATULA CORONATA*Тимофеев Н.П.<sup>1</sup>, Пунегов В.В.<sup>2</sup><sup>1</sup>Крестьянское хозяйство «БИО»

165650, г. Коржма; e-mail: sciens@leuzea.ru

<sup>2</sup>Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

167982, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 28

Серпуха венценосная (*Serratula coronata* L.) – многолетнее растение в виде куста из прямостоячих или полуразвалившихся стеблей высотой 150–180 см; с листьями длиной 7–40 см и шириной 5–18 см. Достаточно хорошо исследовано содержание экдистероидов (ЭС) в надземных органах, которые накапливаются вначале в отрастающих листьях, затем концентрируются в поздно отрастающих кончиках стеблей генеративных побегов и в бутонах. После цветения ЭС перестает накапливаться, а пул распределяется по боковым побегам второго–третьего порядков ветвления и в семена. Среднее содержание ЭС (бутонизация–цветение) составляет 0.8–1.2%, в том числе 0.6–1.0% экдистерона (20-гидроксиэкдизона). Найдено, что средняя концентрация ЭС в корнях составляет 0.2% [1].

Про сам процесс биосинтеза ЭС ничего не известно. Все наши попытки увеличить его у ЭС-синтезирующих растений через органические и минеральные удобрения, фитогормоны оказались несущественными – в лучшем случае методы агротехники влияли на перераспределение ЭС в пределах надземных органов. В худшем случае синтез ЭС резко снижался; к примеру, использование органики тормозило его в четыре–шесть раз [2]. И наоборот, во время активной вегетации, при низких дневных температурах с заморозками до –6°C, когда прекращался рост надземных органов, содержание ЭС в листьях увеличивалось на 33%, а при ночных от –7 до –10°C валовый синтез ЭС возрос на 61% [3].

Последние факты явно указывают на процесс синтеза ЭС в подземных органах и их транспортировку в надземные части. По современным представлениям, биосинтез метаболитов происходит при участии симбиотической микоризы, включаемой в работу после интеграции генных систем растения-хозяина и эндофитных грибов семейства *Glomeraceae*, обитающих в клеточных полостях неодревесневших корней первичного строения [4]. Цель работы – изучение содержания ЭС в микоризе *S. coronata* по основным фазам развития растений во время вегетационного периода.

Микоризу взрослогенеративных растений идентифицировали наличием везикул на гифах грибов (после мацерации и делигнификации 16% КОН при 100°C, последующей окраски лактофенолом голубым в молочной кислоте). Концентрацию ФЭС в сухих образцах микоризы исследовали методом обращенно-фазовой ВЭЖХ.

Микориза у *S. coronata* представлена сезонными, мягкими и упругими неодревесневшими волосовидными корнями в слое почвы 1–10 см, отходящими от зимующих придаточных корней. Они разветвлены на два–четыре порядка (длиной от 0.2–0.5 до 12–15 см) и пронизывают слой подстилки и прошлогоднего опада. Отличается от корней тем, что после высушивания полностью распадается на отдельные членики длиной 0.4–2.2 мм и диаметром 20–300 мкм (размер зависит от возраста и порядка ветвления).

Содержание экдистероидов в симбиотических органах *S. coronata* оказалась синхронизировано с накоплением продукции органического вещества корневой системы и составило по фазам развития: покой – 0.12%; отрастание – 0.27%; стебление – 0.41%; бутонизация – 0.63%; цветение – 0.62%; плодоношение – 0.58%; отмирание наземной массы – 0.56%. Доля микоризы от общей массы корней в эти фазы меняется следующим образом: 8–18–25–38–57–38–17%.

***Список литературы***

1. Чадин И.Ф., Колегова Н.А., Володин В.В. // Сиб. экологич. журнал. 2003. № 1. С. 49–53.
2. Тимофеев Н.П., Пунегов В.В., Сычев Р.Л. // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. 2009. №. 2. С. 510–513.
3. Тимофеев Н.П. // Сельскохозяйственная биология. 2010. № 5. С. 98–105.
4. Тихонович И.А., Андронов Е.Е., Борисов А.Ю., Долгих Е.А., Жернаков А.И., Жуков В.А., Проворов Н.А., Румянцева М.Л., Симаров Б.В. // Генетика. 2015. Т. 51. № 9. С. 973–990.

**ФЕНОЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ КОРНЕЙ *EUPHORBIA FERGANENSIS*****Тожибоев М.М.<sup>1</sup>, Ботиров Э.Х.<sup>2</sup>**<sup>1</sup>*Андижанский государственный медицинский институт  
Республика Узбекистан, 710015, г. Андижан, ул. Ю. Отабекова, 1;  
e-mail: dr.tojiboev@mail.ru*<sup>2</sup>*Сургутский государственный университет  
628412, г. Сургут, ул. Ленина, 1; e-mail: botirov-nepi@mail.ru*

Представители семейства *Euphorbiaceae* в последние десятилетия широко изучаются как растения традиционной медицины и источники комплексов биологически активных соединений, включающих алкалоиды, антрахиноны, кумарины, цианогенные гликозиды, флавоноиды, смолы, воска, терпеноиды [1]. В Узбекистане произрастают 33 вида *Euphorbia*. Отвар из надземной части *Euphorbia ferganensis* В. Fedisch. (молочай ферганский) в народной медицине используется в качестве слабительного, противоревматического, возбуждающего аппетит средства, а также как болеутоляющее средство при лечении ран и чесотке [1, 2].

Из этанольного экстракта корней *E. ferganensis*, собранных на территории Андижанской области Республики Узбекистан, выделили фенольные соединения **1–6**, которые идентифицировали на основании изучения ИК-, УФ-, ЯМР-спектров и данных масс-спектрометрии.

Галловая кислота (**1**),  $C_7H_6O_5$ ,  $M^+$  170, т.пл. 220–222°C (из воды),  $\lambda_{max}$ , нм (EtOH): 208, 247.

Этилгаллат (**2**),  $C_9H_{10}O_8$ ,  $M^+$  198, т.пл. 158–160°C,  $\lambda_{max}$ , нм (EtOH): 219, 277. При щелочном гидролизе вещества **2** получили галловую кислоту.

Эллаговая кислота (**3**),  $C_{14}H_6O_8$ ,  $M^+$  302, т.пл. >320°C (разл.),  $\lambda_{max}$ , нм (EtOH): 254, 350 (пер.), 363 нм. Идентифицирована непосредственным сравнением с известным образцом.

3-*O*-Метилэллаговая кислота (**4**),  $C_{15}H_8O_8$ ,  $M^+$  316, т.пл. >300°C,  $\lambda_{max}$ , нм (EtOH): 254, 358 (пер.), 372 нм. В спектрах ЯМР  $^1H$  и  $^{13}C$  вещества **4** проявляются сигналы Ar-OCH<sub>3</sub> группы ( $\delta_H$  4.08;  $\delta_C$  60.8 м.д.). Ацелированием вещества **4** было получено триацетильное производное, а метилирование эфирным раствором diazometana ведет к получению тетраметилового эфира эллаговой кислоты состава  $C_{18}H_{14}O_8$ , т.пл. 343–344°C (разл.),  $M^+$  358 [3, 4].

3,3'-Ди-*O*-метилэллаговая кислота (**5**),  $C_{16}H_{10}O_8$ ,  $M^+$  330, т.пл. 328–330°C;  $\lambda_{max}$ , нм (EtOH): 250, 352, 370 нм ( $I_{\epsilon}$  3.53; 3.86; 3.92) при метилировании diazometanom образует тетраметильный эфир эллаговой кислоты. Месторасположение двух метоксильных групп установлено на основании данных спектроскопии ЯМР  $^{13}C$ .

Скополетин (**6**),  $C_{10}H_8O_4$ ,  $M^+$  192 (100), т.пл. 203–204°C,  $\lambda_{max}$ , нм (EtOH): 230, 255\*, 300\*, 355 нм. Идентифицирован непосредственным сравнением с известным образцом [5].

**Список литературы**

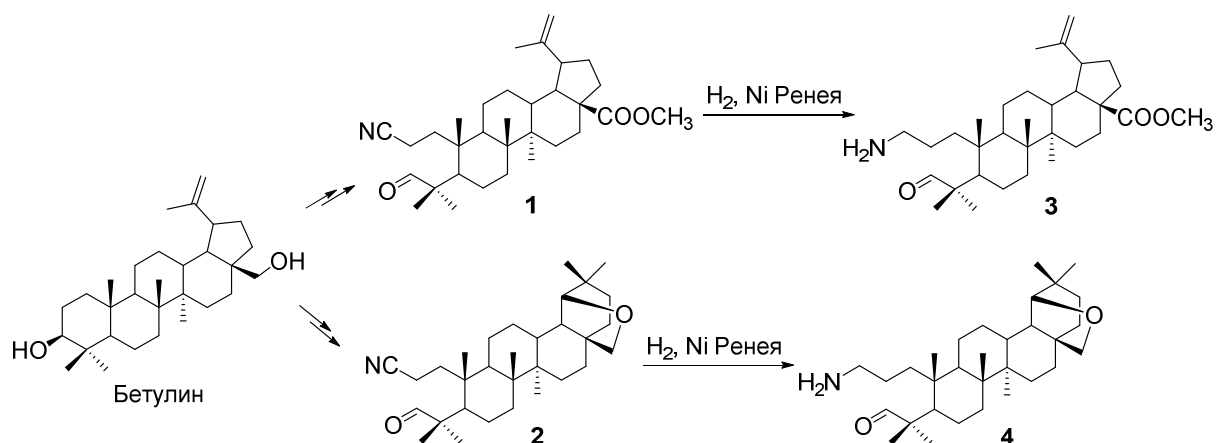
1. Rizk A.-F.M. // Bot. J. Linn. Soc. 1987. Vol. 94. P. 293–326.
2. Растительные ресурсы СССР. Цветковые растения, их химический состав, использование. Семейства *Raeoniaceae* – *Thymelaeaceae*. Л.: Наука, 1986. С. 202.
3. Chatterjee A., Chakrabarty M., Ghosh A.K. // Indian J.Chem. 1977. Vol. 15B(6). P. 564–565.
4. Bindra R.S., Satti N.K., Suri O.P. // Phytochemistry. 1988. Vol. 27(7). P. 2313–2315.
5. Юлдашев М.П., Маликов В.М., Ботиров Э.Х. // Химия природ. соедин. 1980. № 2. С. 168–172.

## СИНТЕЗ НОВЫХ 2,3-СЕКОТРИТЕРПЕНОИДОВ

Толмачева И.А., Гришко В.В.

Институт технической химии УрО РАН, Пермский ФИЦ УрО РАН  
614013, г. Пермь, ул. ак. Королева, 3; e-mail: tolmaid@gmail.com

Ранее на основе бетулина нами предложен способ получения тритерпеноидов 2,3-секолупанового и 2,3-секо-18 $\alpha$ Н-олеананового типов, включающий стадию расщепления  $\alpha$ -гидроксиоксимов по Бекману [1]. Для расширения возможности модификации/функционализации 2,3-секотритерпеновых структур получены 3-аминопроизводные **3**, **4** путем восстановления базовых 2,3-секоальдегидов **1**, **2** с использованием никеля Ренея.



Работа выполнена при финансовой поддержке комплексной программы УрО РАН (№ 18-7-3-4).

## Список литературы

1. Tolmacheva I.A., Nazarov A.V., Maiorova O.A., Grishko V.V. Synthesis of lupane and 19 $\beta$ ,28-epoxy-18 $\alpha$ -oleanane 2,3-*seco*-derivatives based on betulin // Chemistry of Natural Compounds. 2008. Vol. 44(5). P. 606–611.



## ПОЛИСАХАРИДНЫЕ НАНОКРИСТАЛЛЫ ТИПА «ЯДРО/ОБОЛОЧКА»: ПОЛУЧЕНИЕ, ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ МОДИФИКАЦИИ И КОЛЛОИДНО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

**Торлопов М.А., Ситников П.А., Мартаков И.С., Михайлов В.И., Удоратина Е.В.**

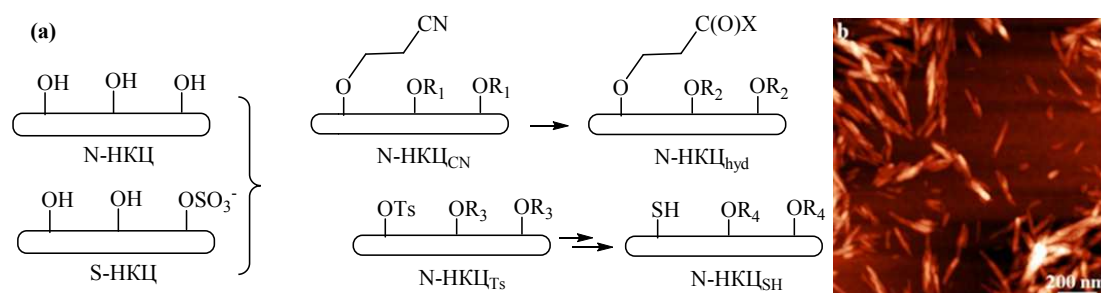
*Институт химии Коми НЦ УрО РАН*

*167000, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 48; e-mail: tanlan799@gmail.com*

Полисахаридные нанокристаллы обладают существенным потенциалом применения при создании новых материалов. Наноматериалы на основе целлюлозы и хитина – волокна и нанокристаллы – представляют особый интерес для развития технологии получения наполненных композитов, гелей, эмульсий, загустителей, основы для создания биосовместимых имплантов, систем релиза лекарственных средств, сенсоров и компонентов конструкций.

Тенденции в химии полисахаридных наноматериалов связаны с поиском новых эффективных путей и концепций модификации поверхности с целью создания частиц с новыми, необычными свойствами, расширения приложений и получения специализированных материалов.

Нами разработаны новые методы синтеза нанокристаллических частиц хитина (НКХ) и целлюлозы (НКЦ) с различным составом функциональных групп на поверхности – цианэтильных [1], карбоксильных, серосодержащих.



Функционализированные производные НКЦ, схема (а),  
микрофотография АСМ частиц НКЦ (б).

Модификации (рис. а, на примере НКЦ) подвергнуты частицы с составом поверхности, близким к природной целлюлозе (N-НКЦ), и частицы с сульфатированной поверхностью (S-НКЦ) с сохранением химического состава и надмолекулярной структуры ядра частиц. Частицы с химически изменённой оболочкой охарактеризованы методами элементного анализа, атомно-силовой и проникающей электронной микроскопией, рентгенофазового анализа и иными методами. Показано, что в равных условиях синтеза для N-НКЦ может быть достигнута более высокая степень функционализации. Морфология (рис. б) и кристаллическая структура исходных наночастиц хитина и целлюлозы сохранены. Методом потенциометрического титрования установлены кислотно-основные свойства поверхности исходных и модифицированных частиц; в совокупности с методами оптической спектроскопии и светорассеяния установлена агрегативная устойчивость модифицированных частиц.

*Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ (проект № 18-33-20230).*

### Список литературы

1. Torlopov M.A., Martakov I.S., Mikhaylov V.I., Legki P.V., Golubev Y.A., Krivoshapkina E.F., Tracey C., Sitnikov P.A., Udoratina E.V. // Eur. Polymer J. 2019. Vol. 115. P. 225–233.

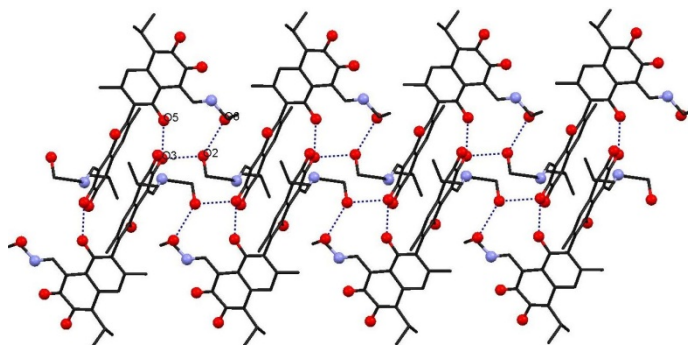
**КЛАТРАТЫ БИС-МОНОЭТАНОЛАМИНГОССИПОЛА****Тошев Х.С., Хаитбаев А.Х.**

*Национальный университет Узбекистана  
Республика Узбекистан, 100174, г. Ташкент, ул. Университетская, 4;  
e-mail: polyphenol-10@yandex.ru*

Многие растения в своем составе содержат фенольные соединения. Было выявлено, что биологическая активность растений может зависеть от количественного состава фенольных соединений. Одним из таких фенольных соединений растений является госсипол.

Как молекула-хозяин госсипол, а также многие его производные обладают способностью образовывать кристаллические соединения-включения со многими органическими растворителями [1, 2].

В связи с этим нами было синтезировано производное госсипола с моноэтаноломином. Для получения монокристаллов клатрата бис-моноэтанололамингоссипола с этилацетатом кристаллические порошки данного вещества были растворены при нагревании до 50–60°C в 2 мл соответствующего растворителя до насыщения под воздействием ультразвука. Кристаллы выращены при стоянии растворов в течение 2–4 суток.



Клатрат бис-моноэтанололамингоссипола с этилацетатом.

Строение клатрата бис-моноэтанололамингоссипола с этилацетатом характеризуется присутствием типичных centrosymmetric димеров, которые наблюдались во многих кристаллических структурах с участием молекул госсипола или дианилиногоссипола (рисунок). Молекулы хозяина Н-связями O(5)-H...O(3) формируют centrosymmetric димеры; геометрические параметры этой связи следующие: O5...O3 – 2.627 Å, O5-H5 – 0.82 Å, H5...O3 – 2.05 Å, угол водородной связи – 127°. Более слабая Н-связь O4-H4...O5 с геометрическими параметрами O4...O5 – 3.186 Å, O4-H – 0.82 Å, O5...H – 2.38 Å, угол водородной связи – 168° и стеклинг взаимодействия между первыми половинками этих молекул делают прочными образованные centrosymmetric димеры.

**Список литературы**

1. Przybylski P., Pyta K., Wicher B., Gdaniec M., Brzezinski B. Structure of a new Schiff base of gossypol with 1-(3-aminopropyl)-2-pyrrolidinone studied by the X-ray, FT-IR, NMR, ESI-MS and PM5 methods // J. Mol. Struct. 2008. Vol. 889. P. 332–343.
2. Ibragimov B.T., Talipov S.A., Zorky P.M. Inclusion complexes of natural product gossypol // Supramol. Chem. 1994. Vol. 3. P. 147–165.

## РЕАКЦИЯ КРОСС-ЦИКЛОМАГНИРОВАНИЯ 1,2-ДИЕНОВ В СИНТЕЗЕ ПРИРОДНОГО ЧАТЕНАУТРИЕНА-1

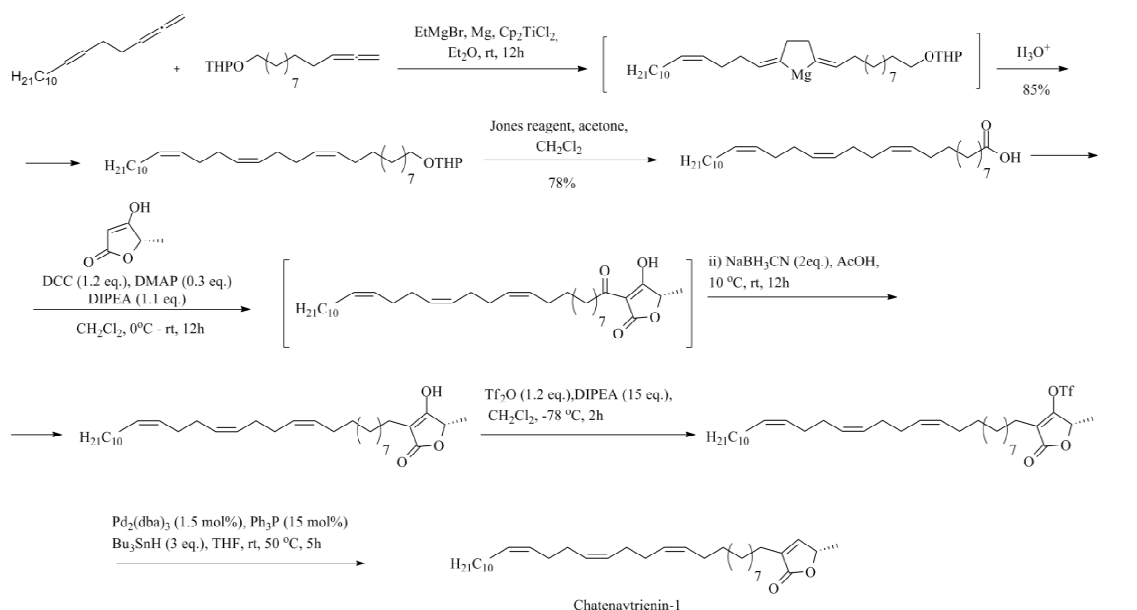
**Туктарова Р.А., Ишмухаметова С.Р., Дьяконов В.А., Джемилев У.М.**

*Институт нефтехимии и катализа РАН*

450075, г. Уфа, просп. Октября, 141; e-mail: regina-tuktarova@yandex.ru

Чатенаутриен-1, выделенный в 1998 г. Gleye и его сотрудниками из *Annona muricata*, является природным триеновым биопреdecessором *Annonaceous* ацетогенинов с бисили трис- тетрагидрофурановыми фрагментами [1]. *Annonaceous* ацетогенины – уникальный класс длинноцепочечных производных жирных кислот, обладающих широким спектром биологических активностей, обусловленных наличием в молекулах реактивных гидроксильных, эпоксидных, тетрагидрофурановых и тетрагидропирановых групп, а также терминального  $\gamma$ -лактонного фрагмента [2].

В настоящем докладе приводятся сведения по разработке оригинального метода синтеза чатенаутриена-1, который предполагает последовательно стереоселективный синтез (11*Z*,15*Z*,19*Z*)-триаконта-11,15,19-триеновой кислоты с последующим формированием терминального  $\alpha$ -замещенного бутенолида, включающего перегруппировку Фриса на завершающей стадии синтеза.



### Общая схема синтеза чатенаутриена-1.

Ключевой синтон, (11*Z*,15*Z*,19*Z*)-триаконта-11,15,19-триеновая кислота, был синтезирован с применением Ti-катализируемого кросс-цикломагнирования алифатических и O-содержащих 1,2-диенов с помощью реактива Гриньяра [3].

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ № 18-33-20058, а также гранта Президента РФ для поддержки ведущих научных школ (НШ-5240.2018.3).

### Список литературы

1. Gleye C., Duret P., Laurens A., Hocquemiller R., Cavé A. // J. Nat. Prod. 1998. Vol. 61. P. 576–579.
2. Liaw C.C., Liou J.R., Wu T.Y., Chang F.R., Wu Y.C. // Prog. Chem. Org. Nat. Prod. 2016. Vol. 101. P. 113–230.
3. D'yakonov V.A., Makarov A.A., Dzhemileva L.U., Dzhemilev U.M. // Chem. Commun. 2013. Vol. 49. P. 8401–8403.

## СУММАРНОЕ СОДЕРЖАНИЕ САЙКОСАПОНИНОВ В НЕКОТОРЫХ РАСТЕНИЯХ РОДА *VUPLEURUM* L.

**Тыхеев Ж.А.<sup>1,2</sup>, Тараскин В.В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Байкальский институт природопользования СО РАН  
670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6; e-mail: gagarin199313@gmail.com*

<sup>2</sup>*Бурятский государственный университет им. Доржи Банзарова  
670000, г. Улан-Удэ, ул. Смолина, 24а*

Среди биологически активных веществ растительного происхождения важное место занимает группа тритерпеновых сапонинов олеанового типа. Особый интерес ученых вызывают сайкосапонины (SS), являющиеся одной из основных групп БАВ корней володушек, проявляющие основные фармакологические активности сырья, включая антиэпилептическую, антидепрессантную, снижающую нейропатические боли, противораковую, иммуномодулирующую, противовоспалительную, противовирусную активности [1]. Нами определено суммарное содержание SS в корнях растений рода володушка по методике, описанной в работе [2]. Полученные результаты показывают, что наибольшее суммарное содержание SS обнаружено в корнях володушки двустебельной (таблица). Меньшее содержание SS в корнях *B. scorzonerifolium*, по сравнению с другими видами володушек, может быть объяснено генетическими особенностями данного вида флоры Бурятии [3].

Суммарное содержание сайкосапонинов в растениях рода *Vupleurum* L.

№	Место сбора	Суммарное содержание SS (%)*
<i>B. scorzonerifolium</i>		
1	Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, окр. пос. Южный, 2018	1.20
2	Республика Бурятия, Еравнинский район, окр. с. Ширинга, 2017	0.80
3	Республика Бурятия, Хоринский район, в 10 км до Хоринска, 2016	0.61
4	Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, Железнодорожный район, 2018	0.97
<i>B. bicaule</i>		
5	Республика Бурятия, Еравнинский район, окр. с. Сосновоозерск, 2016	2.53
6	Республика Бурятия, Мухоршибирский район, окр. с. Кусаты, 2018	2.86
<i>B. chinense</i>		
7	Китайская народная республика, провинция Цинхай, в 49 км к северо-востоку от г. Синин, 2015	1.36
8	Китайская народная республика, провинция Цинхай, г. Синин, 2016. Китайское аптечное сырье	1.50

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-34-00515.*

### Список литературы

- Li X.-Q., Song Y.-N., Wang S.-J., Rahman K., Zhu J.-Y., Zhang H. Saikosaponins: a review of pharmacological effects // J. Asian Nat. Prod. Res. 2018. Vol. 20(5). P. 399–411.
- Tan L.-L., Cai X., Hu Z.-H., Ni X.-L. Localization and dynamic change of saikosaponins in root of *Vupleurum chinense* // J. Integr. Plant Biol. 2008. Vol. 50(8). P. 951–957.
- Xu J., Wu S.-R., Xu Y.-H., Ge Z.-Y., Sui C., Wei J.-H. Overexpression of BcbZIP134 negatively regulates the biosynthesis of saikosaponins // Plant Cell Tissue Organ Cult. 2019. Vol. 137(2). P. 297–308.

## АМИНОСОДЕРЖАЩИЕ ПРОИЗВОДНЫЕ ПОЛИСАХАРИДОВ КАК ОСНОВА БИОМАТЕРИАЛОВ И ОЦЕНКА ИХ СОВМЕСТИМОСТИ С КРОВЬЮ

**Удоратина Е.В.<sup>1</sup>, Торлопов М.А.<sup>1</sup>, Дрозд Н.Н.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Институт химии Коми НЦ УрО РАН

167000, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 48; e-mail: udoratina-ev@chemi.komisc.ru

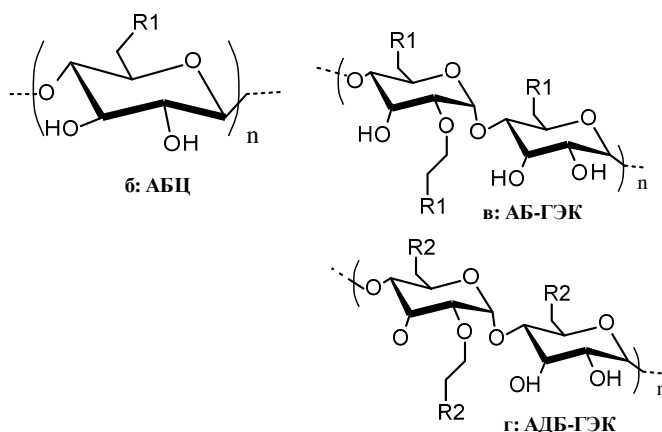
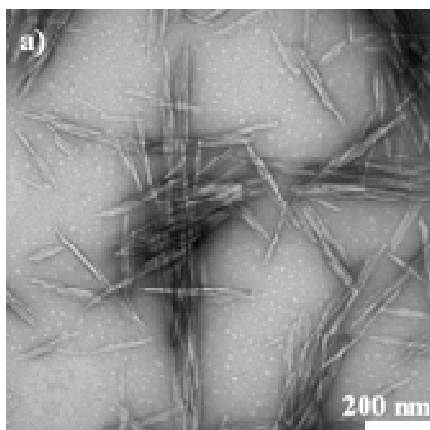
<sup>1</sup>«Национальный медицинский исследовательский центр гематологии»

Минздрава России

125167, г. Москва, Новый Зыковский проезд, 4

Научный и практический интерес среди природных и полусинтетических полисахаридов представляют хитин, хитозан, аминоксодержащие производные целлюлозы и крахмала. В интересах регенеративной медицины на их основе могут быть созданы антиагрегантные средства, системы доставки лекарств, составы с антибактериальными и ранозаживляющими свойствами [1, 2]. При разработке новых биоматериалов необходима оценка их совместимости с кровью. Компоненты и конструкции не должны: активировать систему комплемента, а также свертывающую и фибринолитическую системы крови; негативно влиять на форменные элементы и белки крови; способствовать появлению тромбов; обладать токсическим действием.

Нами выделены нанокристаллы хитина (НКХ), а также синтезированы водорастворимые аминоксодерivative производные целлюлозы (АБЦ) и гидроксиэтилкрахмала (АБ-, ДБА-ГЭК) (рисунк). Стержнеобразные НКХ (а) со средними размерами длины и диаметра  $200 \pm 70$  и  $7 \pm 3$  нм соответственно, получены контролируемым кислотнокаталитическим гидролизом. Аминобутил- и аминоксидобутил дезоксипроизводные целлюлозы (б) и ГЭК (в, г) синтезированы методом нуклеофильного замещения соответствующих тозилатов и бромдезоксипроизводных. Достигнутая степень замещения 0.9.



ПЭМ микрофотография частиц НКХ (а); аминоксидобутил- и аминоксидобутил дезоксипроизводные целлюлозы и НЕС(б–г).  $R_1 = \text{OH}$ ,  $\text{BuNH} \cdot \text{HCl}$ ;  $R_2 = \text{OH}$ ,  $(\text{Bu})_2\text{NH} \cdot \text{HCl}$ .

Проведена оценка влияния аминоксидобутил- и аминоксидобутил дезоксипроизводных полисахаридов в фармакологически приемлемой солевой форме гидрохлоридов и НКХ на наиболее значимые составляющие анализа гемосовместимости: коагуляцию плазмы, агрегацию тромбоцитов и гемолиз эритроцитов человека в опытах *in vitro*.

Работа выполнена в рамках научно-исследовательских работ темы государственного задания Института химии Коми НЦ УрО РАН (рег. № АААА-А18-118012390189-3) и «НМИЦ гематологии» МЗ России (рег. № АААА-А18-118012490217-2).

***Список литературы***

1. Skorik Y.A., Kritchikov A.S., Moskalenko Y.E., Golyshev A.A., Raik S.V., Whaley A.K., Vasina L.V., Sonin D.L. Synthesis of *N*-succinyl- and *N*-glutaryl-chitosan derivatives and their antioxidant, antiplatelet, and anticoagulant activity // *Carbohydrate Polymers*. 2017. Vol. 166. P. 166–172.
2. Zhao K., Li D., Xu W., Ding J., Jiang W., Li M., Wang C., Chen X. Targeted hydroxyethyl starch prodrug for inhibiting the growth and metastasis of prostate cancer // *Biomaterials*. 2017. Vol. 116. P. 82–94.

## КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ЭФИРНОГО МАСЛА САПОЖНИКОВИИ РАСТОПЫРЕННОЙ ТРАВЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФАЗЫ РАЗВИТИЯ

**Урбагарова Б.М., Тараскин В.В., Раднаева Л.Д.**

*Байкальский институт природопользования СО РАН  
670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6; e-mail: info@binm.ru*

Семейство Зонтичные (*Ariaceae*) включает большое количество эфирноносных видов растений, имеющих широкое практическое применение. Одним из представителей семейства Зонтичные является *Saposhnikovia divaricata* (Turcz.) Schischkin. В медицине используются корни в качестве эффективного противовоспалительного средства, действие которого обусловлено наличием хромонов и кумаринов [1]. Известно, что эфирное масло корней богато фалькаринолом, а травы – моно- и сесквитерпеноидами [2]. Более детальное изучение компонентного состава эфирного масла позволит выявить закономерности изменения состава. Цель исследования – изучение компонентного состава эфирного масла сапожниковии растопыренной травы в зависимости от фазы развития растения.

В качестве объектов исследования послужили образцы сапожниковии растопыренной травы, собранные в фазы вегетации, цветения и плодоношения в 2018 г. на территории с. Тарбагатай Тарбагатайского района Республики Бурятия Российской Федерации. Эфирное масло выделяли методом гидродистилляции с водяным паром. Выход составил 0.33–0.56% в пересчете на в.с.с. Компонентный состав исследовали методом газо-хромато-масс-спектрометрии на газовом хроматографе «Agilent 6890» с квадрупольным масс-спектрометром «MSD 5973N» в качестве детектора.

В ходе анализа полученных данных идентифицировано до 50 соединений терпеновой и полиацетиленовой природы. Доминирующими компонентами эфирного масла сапожниковии растопыренной травы, собранной в фазу вегетации, являются  $\Delta$ -кадинен (25.95%), спатуленол (13.17%),  $\gamma$ -мууролен (10.21%). В образце, собранном в фазу цветения, основными компонентами являются гермакрен D (12.48%),  $\beta$ -пинен (12.29%),  $\Delta$ -кадинен (7.88%). Эфирное масло, выделенное из объекта, заготовленного в фазу плодоношения, богато гермакреном D (20.46%),  $\Delta$ -кадином (9.64%), кариофилленом (7.59%). Объект, собранный в фазу цветения, характеризуется накоплением монотерпеноидов до 41.48%, в то время как в эфирном масле травы фазы вегетации и плодоношения наблюдается значительное накопление сесквитерпеноидов 96.85 и 85.99% соответственно. Возможно, данное наблюдение объясняется тем, что в фазу цветения растение накапливает легколетучие компоненты эфирного масла (монотерпены) для привлечения насекомых. В эфирных маслах из травы, собранной в фазу цветения и плодоношения, наблюдается наличие полиацетиленового соединения – фалькаринола (панаксинола) в количестве до 1.03%.

Таким образом, нами изучена изменчивость химического состава эфирного масла сапожниковии растопыренной травы в зависимости от фазы развития.

### Список литературы

1. Kreiner J., Pang E., Lenon G.B., Yang A.W.H. *Saposhnikovia divaricata*: a phytochemical, pharmacological, and pharmacokinetic review // Chin. J. Nat. Med. 2017. Vol. 15(4). P. 255–264.
2. Тараскин В.В., Урбагарова Б.М., Тыхеев Ж.А., Раднаева Л.Д. Исследование компонентного состава эфирных масел *Saposhnikovia divaricata* (Turcz.) Schischkin и *Vupleurum scorzonerifolium* Willd. как перспективных для введения в отечественную Фармакопею видов // Научное обозрение. 2016. № 5. С. 134–142.

## ИРИДОИДЫ РАСТЕНИЯ РОДА *PHLOMIS SP.* И ИХ БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ

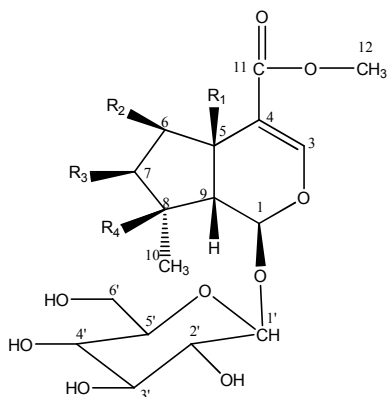
**Усманов Д.А., Юсупова У.Ю., Рамазанов Н.Ш.**

*Институт химии растительных веществ им. ак. С.Ю. Юнусова АН РУз  
Республика Узбекистан, 100170, г. Ташкент, ул. М. Улугбек, 77;  
e-mail: plant\_inst@icps.org.uz*

Среди разнообразных низкомолекулярных биологически активных веществ, синтезируемых растениями, заметное место занимают иридоиды, представляющие собой однородную группу монотерпеновых соединений [1–3]. Они характеризуются циклопентанпирановой структурой кольца. В настоящее время становится ясным, что соединения данного типа широко распространены в растительном мире. Наличие у них ряда ценных биологических свойств – противоопухолевой, антимикробной и других активностей делают весьма перспективным с практической точки зрения их дальнейшее изучение.

С целью выделения биологически активных веществ мы выбрали растение рода *Phlomis sp.* (сем. *Lamiaceae*), произрастающее в Ташкентской области Узбекистана.

Высушенную и измельченную надземную часть *Phlomis sp.* экстрагировали шесть раз метанолом. Экстракт концентрировали и разбавляли равным объемом воды. Полученный осадок удаляли фильтрацией и упаривали метанол. Водную часть последовательно экстрагировали хлороформом, бутанолом-1. После упаривания растворителей под вакуумом была получена бутанольная фракция, которую разделяли на хроматографической колонке с силикагелем, элюируя системами хлороформ–метанол 15:1, 9:1, 4:1, 2:1. Выделили метиловый эфир шанцизида (1), и в очищенных фракциях сравнением с подлинными образцами обнаружили пулчеллозид (2), а также несколько неидентифицированных соединений.



$R_1 = H, R_2 = OH, R_3 = H, R_4 = OH$  (1);  $R_1 = OH, R_2 = OH, R_3 = OH, R_4 = H$  (2).

Сумма иридоидов, полученных из растения *Phlomis sp.*, в дозах 5–10–25 мг/кг при однократном пероральном применении, обладает ноотропной активностью в тесте «распознавания нового объекта», увеличивая коэффициент дискриминации.

Таким образом, было доказано, что растения рода *Phlomis sp.* содержат иридоиды. Выделенные иридоиды в этом растении обнаружены впервые, и сумма иридоидов обладает ноотропной активностью.

### Список литературы

1. El-Naggar L.J., Beal S.L. // *J. Nat. Prod.* 1980. Vol. 43(6). P. 649.
2. Мнацаканян В.А. Иридоидные гликозиды. Ереван, 1986. 186 с.
3. Бакуридзе А.Д., Даргаева Т.Д., Николаева Г.Г., Патудин А.В., Бругко Л.И. // *Химия природ. соедин.* 1987. № 1. С. 3.



## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ СТРОЕНИЯ ДИОКСАНЛИГНИНОВ СЕМЕЙСТВА СОСНОВЫЕ (*PINACEAE*) МЕТОДОМ 2D-ЯМР

**Фалёва А.В., Шестаков С.Л., Кожевников А.Ю., Шаврина И.С.**

*Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова  
163002, г. Архангельск, наб. Северной Двины, 17; e-mail:maryann2608@mail.ru*

Цель работы – определение особенностей строения малоизмененных лигнинов, выделенных из различных видов хвойных пород древесины.

В качестве объектов исследования были выбраны диоксанлигнины хвойных пород, относящихся к семейству сосновые – ель (*Picea abies*), лиственница (*Larix sibirica*) и два вида сосны (*Pinus sylvestris* и *Pinus cembra*).

Образцы древесины очищали от коры, размалывали до однородного порошка в ножевой мельнице и экстрагировали ацетоном в течение 48 ч в аппарате Сокслета для максимально полного удаления экстрактивных веществ. Препарат малоизмененного диоксанлигнина выделяли по методу Пеппера [1].

Методом двумерной ЯМР-спектроскопии были определены общие закономерности химического строения. Двумерные спектры ЯМР регистрировали на спектрометре «Bruker AVANCE III 600» с рабочей частотой для протонов 600 МГц. Около 50 мг лигнина растворяли в 0.6 мл DMSO-*d*<sub>6</sub> и помещали раствор в ампулу внешним диаметром 5 мм. Регистрировались спектры HSQC (Heteronuclear Single Quantum Correlation) и HMBC (Heteronuclear Multiple Quantum Coherence). Параметры экспериментов выбирались в соответствии с литературными данными [2] с небольшими изменениями. Спектры регистрировались при температуре 298 К.

Первичная интерпретация спектров осуществлялась по литературным данным [3]. Наиболее точное отнесение сигналов осуществлялось путем предсказания спектров для отдельных структур с использованием программного пакета «ACD/Labs®» и сравнением полученных значений с экспериментальными данными.

Показано, что изучаемые лигнины построены из гваяцильных фрагментов, соединенных преимущественно β-O-4 и α-O-4/β-5 связью. В структуре диоксанлигнинов сосны также обнаружены сигналы, относящиеся к *n*-оксифенильным единицам.

В результате работы выявлено отличие строения лигнина лиственницы от строения лигнинов других изученных хвойных растений. Обнаружено, что лигнин лиственницы содержит структуру флавонового типа, что следует из наличия в спектре HSQC диоксанлигнина лиственницы ряда сигналов в диапазоне δ<sub>C</sub>/δ<sub>H</sub> 71.0–96.0/6.0–4.4 м.д. В литературных источниках данные сигналы не встречаются. Наличие в лигнине лиственницы структур флавонового типа также подтверждается спектром HMBC, в котором нами исследованы корреляции <sup>1</sup>H–<sup>13</sup>C на больших расстояниях (через две–три химические связи). Установлено, что структура флавонового фрагмента является трицином (4',5,7-тригидрокси-3'-метокси-дигидрофлавонол).

### Список литературы

1. Pepper J.M., Baylis P.E.T., Adler E. // Can. J. Chem. 1959. Vol. 37(8). P. 1241–1248.
2. Nishimura H., Kamiya A., Nagata T., Katahira M., Watanabe T. Direct evidence for α ether linkage between lignin and carbohydrates in wood cell walls // Sci Rep. 2018. Vol. 8. 6538.
3. Constant S., Wienk H.L.J., Frissen A.E., de Peinder P., Boelens R., van Es D.S., Grisel R.J.H., Weckhuysen B.M., Huijgen W.J.J., Gosselink R.J.A., Bruijninx P.C.A. // Green Chem. 2016. Vol. 18. P. 2651–2665.

**СИНТЕЗ АНАЛОГОВ ПРИРОДНЫХ ПРЕНИЛФЕНОЛОВ****Федорова И.В., Чукичева И.Ю., Кучин А.В.***Институт химии Коми НЦ УрО РАН**167000, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 48; e-mail: fedorova-iv@chemi.komisc.ru*

Высокая биологическая активность природных пренилфенолов и хроманов [1–4] стимулирует разработку методов синтеза их аналогов.

В работе изучено алкилирование одно- и двухатомных фенолов природным аллильным спиртом – пренолом (3-метил-2-бутен-1-олом). Использованы каталитические и эквимольные количества органоалюминиевых соединений (фенолятов алюминия  $(\text{PhO})_3\text{Al}$  и  $(4\text{-Me-PhO})_3\text{Al}$ , изопропилата алюминия  $(i\text{-PrO})_3\text{Al}$ ) и ряд гетерогенных кислотных катализаторов (цеолиты Ц-10, Ц-100 и ZSM, монтмориллонит KSF, сульфокатиониты Фибан К-1 и Amberlist 36 Dry). В ходе исследования пренилирования варьировали температуру реакционной смеси, время проведения реакции и количество исходного пренола.

Селективным способом получения *орто*-пренилфенолов является использование каталитических количеств  $(\text{PhO})_3\text{Al}$  или  $(i\text{-PrO})_3\text{Al}$ . Показано, что алкилирование фенолята алюминия пренолом приводит к образованию диарилалканов, в структуру которых входит хромановый фрагмент. При алкилировании гидрохинона пренолом реагентные количества  $(i\text{-PrO})_3\text{Al}$  способствуют образованию хроманов с преобладанием моноэфиров хроманового типа [5]. Селективным способом получения хроманов пирокатехина и резорцина является алкилирование при 160°C в присутствии каталитических количеств  $(i\text{-PrO})_3\text{Al}$ . Кроме того, определены условия для селективного получения 3-пренил-1,2-дигидроксibenзола (выход 68%) [6]. Эффективным способом получения 4-метил-2-пренилфенола является алкилирование *пара*-крезола пренолом в присутствии глины KSF при 40°C; 2,6-дипренил-4-метилфенол получен с хорошим выходом при действии  $(i\text{-PrO})_3\text{Al}$ ; 3,4-дигидро-2,2,6-триметил-2*H*-хроман селективно образуется в присутствии каталитических количеств  $(4\text{-MePhO})_3\text{Al}$  при 160°C и сульфокатионитов Amberlist 36 Dry и Фибан К-1 при 100°C.

Основные продукты алкилирования охарактеризованы с использованием спектральных методов исследования. Проведена первичная оценка токсичности, мембранопротекторной и антиоксидантной активности некоторых синтезированных соединений с использованием в качестве тест-объекта эритроцитов крови лабораторных мышей [6].

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-03-00950\_а.*

**Список литературы**

1. Soto M., Espinoza L., Chávez M.I., Díaz K., Olea A.F., Taborga L. // Int. J. Mol. Sci. 2016. Vol. 17. 840.
2. Schmidt B., Riemer M., Schilde U. // Eur. J. Org. Chem. 2015. P. 7602–7611.
3. Yuan Y., Qiu X., Nikolicr D., Chen S.-N., Huang K., Li G., Pauli G.F., van Breemen R.B. // Eur. J. Pharm. Sci. 2014. Vol. 53. P. 55–61.
4. Varghese S., Anand C., Dhawale D., Mane G.P., Wahab M.A., Mano A., Raj G.A.G., Nagarajan S., Vinu A. // ChemCatChem. 2013. Vol. 5. P. 899–902.
5. Чукичева И.Ю., Федорова И.В., Королева А.А., Кучин А.В. // ХПС. 2018. № 1. С. 5–9.
6. Чукичева И.Ю., Федорова И.В., Низовцев Н.А., Королева А.А., Кучин А.В. // ХПС. 2018. № 5. С. 743–749.

## ИССЛЕДОВАНИЕ РОСТОСТИМУЛИРУЮЩИХ СВОЙСТВ ТОРФА, ОБРАБОТАННОГО ПО МЕТОДУ ВЗРЫВНОГО АВТОГИДРОЛИЗА, НА ПРИМЕРЕ ПШЕНИЦЫ СОРТА ОМСКАЯ 36

Феллер Е.Ю.<sup>1</sup>, Копылова О.И.<sup>1</sup>, Авдеева Д.А.<sup>1</sup>, Афаньков А.Н.<sup>1</sup>,  
Коньшин В.В.<sup>1</sup>, Ефанов М.В.<sup>2</sup>

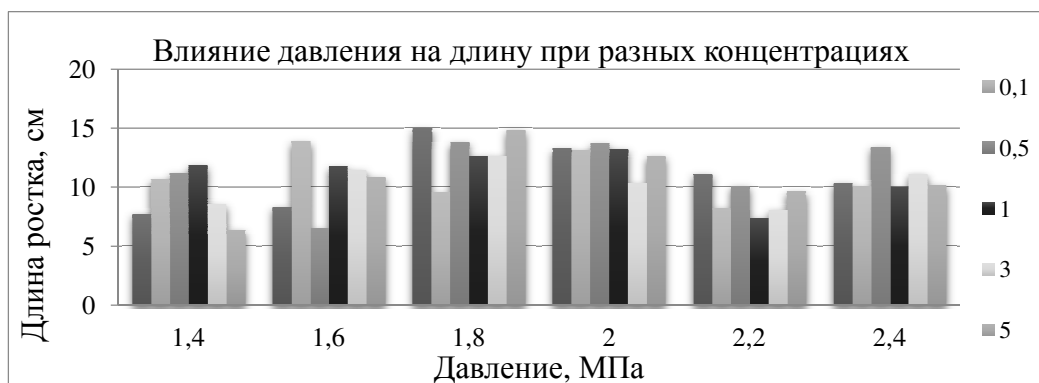
<sup>1</sup>Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова  
656038, г. Барнаул, просп. Ленина, 46; e-mail: vadandral@mail.ru

<sup>2</sup>ООО МИП «Югра-Биотехнологии»  
628111, г. Ханты-Мансийск, ул. Студенческая, 27

В данном исследовании для получения стимуляторов роста использовали образцы верхового торфа, обработанные по методу взрывного автогидролиза на установке периодического действия при давлении насыщенного водяного пара 1.4–2.2 МПа [1].

Из полученного сырья готовили водные растворы с содержанием обработанного торфа 0.1, 0.5, 1.0, 3.0, 5.0 г/л и оставляли их на сутки. В качестве эталонного образца выступала дистиллированная вода. Измерение всхожести проводили согласно ГОСТ 12038-84 [2].

В ходе работы выяснилось, что все концентрации оказали влияние на длину побега. Наибольший эффект ростостимулирующих свойств наблюдался при использовании водных растворов торфа, обработанных под давлением 1.8–2 МПа и концентрации 0.1–1 г/л. Результаты исследований влияния препаратов из торфа на длину побегов ростков пшеницы приведены на рисунке.



Влияние торфа, обработанного по методу ВАГ на длину побега пшеницы сорта Омская 36.

Результаты работы показали, что максимальная длина побега достигается при использовании раствора торфа с концентрацией 0.1, 0.5 и 1 г/л, обработанного по методу ВАГ при давлении 2.0 МПа. Дальнейшее увеличение концентрации препарата приводит к ингибированию роста стебля пшеницы.

### Список литературы

1. Коньшин В.В., Протопопов А.В., Ефрюшин Д.Д. Химическая переработка биомассы растительного сырья // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. 2017. Т. 43. № 3. С. 63–66.
2. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести (с Изменениями № 1, 2, с Поправкой). М.: ИПК Издательство стандартов, 2004.

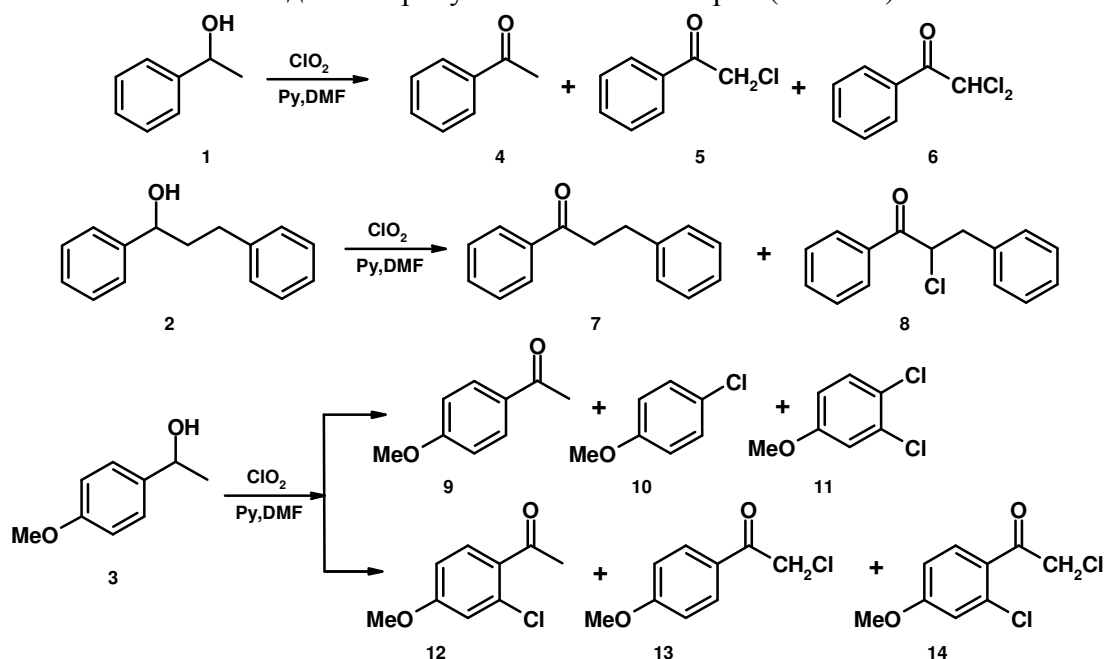
## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ НЕКОТОРЫХ ВТОРИЧНЫХ БЕНЗИЛЬНЫХ СПИРТОВ С ДИОКСИДОМ ХЛОРА

Фролова Л.Л., Попов А.В., Алексеев И.Н., Набиуллина Л.В.

*Институт химии Коми НЦ УрО РАН*

*167000, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 48; e-mail: frolova-ll@chemi.komisc.ru*

Как мы показали ранее, одним из одностадийных методов получения терпеновых  $\alpha$ -хлоркетонов является окислительное хлорирование соответствующих спиртов диоксидом хлора в диметилформамиде без или в присутствии катализаторов ( $\text{MoCl}_5$ ,  $\text{VO}(\text{acac})_2$  и др.) [1]. В данной работе приведены результаты взаимодействия  $\text{ClO}_2$  со вторичными бензильными спиртами – фенолэтанолом-1 (**1**), 1,3-дифенилпропанолом-1 (**2**) и 4-метоксифенолэтанолом-1 (**3**). Первые два соединения окисляются в пиридине до соответствующих кетонов довольно быстро (2–3 ч) с селективностью до 100%. При использовании в качестве растворителя ДМФА и в присутствии катализаторов в случае фенолэтанола-1, как и ожидается, образуется  $\alpha$ -хлоркетон (**5**) (79–87%, время реакции – 24 ч). При проведении реакции в течении 48 ч продукты реакции содержат до 45% дихлорированного соединения **6**. Окислительное хлорирование **2** в ДМФА идет с низкой селективностью даже в присутствии катализаторов (20–23%).



Не совсем обычно протекает взаимодействие метоксифенолэтанола **3** с  $\text{ClO}_2$  как в  $\text{Py}$ , так и в ДМФА. За 30 мин наблюдается образование 4-хлоранизола (**10**) и 3,4-дихлоранизола (**11**) – продуктов отщепления ацетокси группы и последующего хлорирования. В конечном итоге, основными продуктами данной реакции являются хлорсодержащие соединения **12–14**. Структура полученных веществ установлена методами ИК-, ЯМР-спектроскопии и хромато-масс спектрометрии.

### Список литературы

1. Фролова Л.Л., Кучин А.В., Попов А.В. Способ получения терпеновых  $\alpha$ -хлоркетонов или хлоргидроксикетонов // Патент РФ 2569896. 2015.

## РЕГУЛЯЦИЯ ЭКСПРЕССИИ ТРАНСГЕНОВ АНТИМИКРОБНЫХ ПЕПТИДОВ В РАСТЕНИЯХ СТРЕССОВЫМИ ФАКТОРАМИ

**Фурс О.В., Захарченко Н.С., Пиголева С.В., Дьяченко О.В.,  
Шевчук Т.В., Бурьянов Я.И.**

*Институт биоорганической химии им. ак. М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН,  
Пуцинский филиал  
142290, Московская обл., г. Пуцино, просп. Науки, 6; e-mail: zachar@bibch.ru*

При воздействии стрессовых факторов на растения в них возникает ряд биохимических изменений, направленных на преодоление действия этих факторов и перепрограммирования клеточного метаболизма. К стрессовым относятся такие факторы, как влияние пониженной или повышенной температуры, действие фитопатогенов, засоления, тяжелых металлов, антибиотиков и других. При получении трансгенных растений используются селективные маркерные гены устойчивости к антибиотикам, в частности, ген неомицинофосфотрансферазы II (*nptII*). Селективный маркерный ген *nptIII* обеспечивает устойчивость трансгенных растений к канамицину.

Цель работы – определить влияние антибиотика канамицина на экспрессию гена антимикробного пептида цекропина P1 (*cecP1*), экспрессируемого в трансгенных растениях каланхоэ перистого (*Kalanchoe pinnata* L.) под конститутивным промотором 35S РНК вируса мозаики цветной капусты (35S) [1], а также влияние пониженной температуры (+4°C) на способность к регенерации листовых эксплантов каланхоэ.

Трансформированные растения каланхоэ, экспрессирующие ген *cecP1* и селективный ген *nptIII*, выращивали в условиях *in vitro* на среде МС с канамицином и без его добавления. Для сравнения синтезируемого уровня цекропина P1 в растениях, выросших без канамицина и в его присутствии, проводили вестерн-блот-анализ. С помощью метода бисульфитной конверсии исследовано метилирование промотора 35S, контролирующего экспрессию синтетического гена *cecP1*. У исследованных нами растений *K. pinnata* обнаружен низкий уровень метилирования этого промотора в активном состоянии. Снижение уровня метилирования промотора 35S у растений при их росте на канамицине сопровождается увеличением уровня биосинтеза цекропина P1.

Показано, что выдерживание этих растений при пониженной температуре (+4°C) в течение 7–10 дней, способствовало значительному повышению синтеза цекропина P1 и регенерации листовых эксплантов.

Таким образом, с помощью специфических условий культивирования трансгенных растений можно регулировать синтез целевых антимикробных пептидов и повышать эффективность регенерации листовых эксплантов.

*Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ № 19.08.00299, № 19.08.00375, № 18-08-00752.*

### Список литературы

1. Захарченко Н.С., Рукавцова Е.Б., Шевчук Т.В., Фурс О.В., Пиголева С.В., Лебедева А.А., Чулина И.А., Байдакова Л.К., Бурьянов Я.И. Получение и характеристика растений *Kalanchoe pinnata* L., экспрессирующих ген антимикробного пептида цекропина P1 // Прикладная биохимия и микробиология. 2016. Т. 52. С. 1–8.
2. Филатов В.П. Биологические основы тканевой терапии // Известия академии наук СССР. Серия биологическая. 1951. С. 23–59.

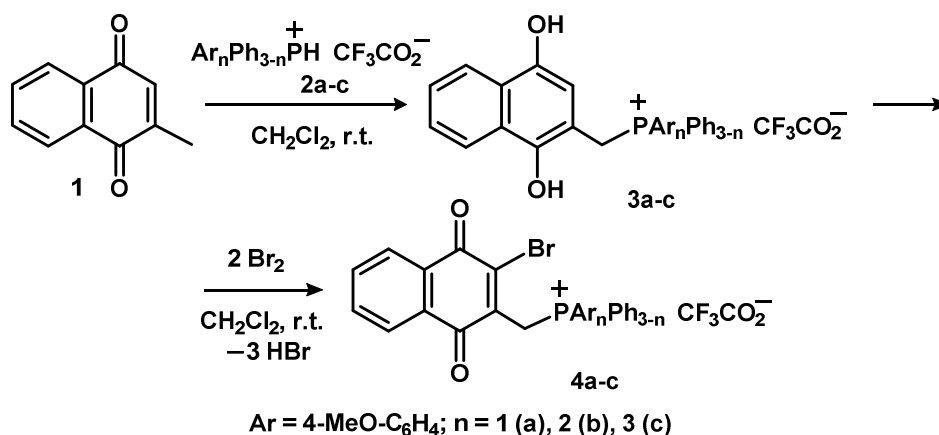
## ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕНАДИОНА С Н-ФОСФОНИЕВЫМИ СОЛЯМИ

**Хасиятуллина Н.Р., Миронов В.Ф., Гумерова С.К.,  
Волошина А.Д., Сапунова А.С.**

*Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова,  
ФИЦ Казанский научный центр РАН  
420088, г. Казань, ул. Арбузова, 8; e-mail: nadya.ksu@mail.ru*

Фосфониевые соли находят широкое применение в химии, биологии и фармакологии. Среди различных способов синтеза фосфониевых солей, особое место занимает развиваемый нами в последние годы подход, основанный на реакциях присоединения легко доступных Н-фосфониевых солей к эпоксидам, 1,4-нафтохинону и его производным [1].

В данной работе нами показано, что введение в реакции с менадионом **1** трифторацетатов фосфония **2** приводит к неожиданному синтетическому результату – образованию новых функционально замещенных фосфониевых солей **3a–c**, в которых атом фосфора вводится не в ароматический фрагмент, а в боковую заместитель исходного хинона. Фосфониевые соли **3** были окислены избытком брома до фосфорилированных 1,4-нафтохинонов **4a–c**.



Оценка антимикробной активности *in vitro* показала, что синтезированные соединения **3a–c** избирательно действуют на тест-штаммы грамположительных бактерий (*Staphylococcus aureus* ATCC 209p, *Bacillus cereus* ATCC 8035). Гемолитическая активность полученных фосфониевых солей в самых высоких бактериостатических и бактерицидных концентрациях не превышает 12%.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 18-33-00224 мол\_а.*

### Список литературы

1. Миронов В.Ф., Карасева А.Н., Низамов И.С., Кедров И.С., Коновалов А.И. // Журн. орг. химии. 2004. Т. 40. С. 946.

## ОЦЕНКА БИОМАССЫ ХЛОРЕЛЛЫ КАК ИСТОЧНИКА ПОРФИРИНОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

**Худяева И.С., Белых Д.В.**

*Институт химии Коми НЦ УрО РАН*

*167000, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 48; e-mail: khudyaeva\_is@mail.ru*

Устойчивое развитие фундаментальных исследований и решение прикладных задач требует надежных источников хлорофиллов и их производных, пригодных для крупномасштабного получения указанных соединений. В связи с этим актуальной задачей является поиск новых источников и совершенствование методов получения порфириновых соединений из хлорофиллсодержащего сырья. Перспективным сырьем для получения производных хлорофилла *a* является биомасса цианобактерии спирулины. В отличие от многих других видов хлорофиллсодержащего сырья, спирулина содержит только хлорофилл *a*, что существенно упрощает получение из нее порфириновых соединений. В качестве источника хлорофиллов и их производных может быть также использована биомасса хлореллы, однако конкретные данные по препаративному получению хлорофиллов или их производных из хлореллы отсутствуют. Следует отметить, что хлорелла как источник хлорофиллов имеет два отличия от спирулины: более низкое содержание хлорофиллов и наличие хлорофиллов *a*- и *b*-рядов. Наличие хлорофилла *b* и образование из него в ходе переработки биомассы хлореллы хлоринов *b*-ряда существенно осложняет выделение целевых продуктов, но позволяет значительно расширить ассортимент получаемых соединений.

В связи с этим в настоящей работе в качестве исходного сырья для получения производных хлорофилла *a*- и *b*-рядов была исследована биомасса хлореллы.

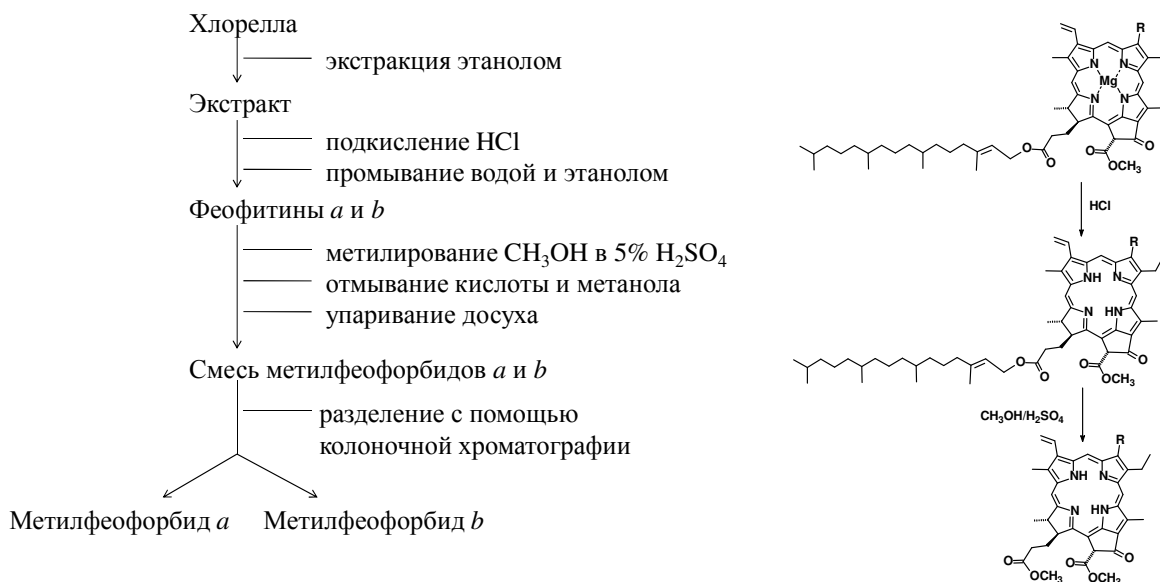


Схема получения метилфеофорбидов *a* ( $\text{R} = \text{CH}_3$ ) и *b* ( $\text{R} = \text{CHO}$ ) из хлореллы.

Показано, что из 1 кг хлореллы может быть получено около 4 г метилфеофорбида *a* и 0.4 г метилфеофорбида *b*, что позволяет считать исследованное сырье перспективным с точки зрения использования для крупномасштабного получения производных хлорофиллов *a* и *b*.

*Работа выполнена с использованием оборудования Центра коллективного пользования «Химия» Института химии Коми НЦ УрО РАН и при финансовой поддержке проекта УрО РАН (№ 18-3-3-27).*

## ЭМУЛЬСИОННАЯ ЭКСТРАКЦИЯ ЛЕКАРСТВЕННОГО СЫРЬЯ

**Хуршкайнен Т.В., Скрипова Н.Н., Королева А.А., Кучин А.В.**

*Институт химии Коми НЦ УрО РАН*

*167000, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 48; e-mail: hurshkainen@chemi.komisc.ru*

В Институте химии Коми НЦ разработана технология комплексной переработки растительного сырья без применения органических растворителей. Новая технология основана на способе эмульсионной экстракции. Преимуществом разработанного способа переработки растительного сырья и извлечения биологически активных веществ является увеличение коэффициента использования природных соединений, высокая ресурсосберегающая эффективность и экологическая безопасность. Эмульсионный способ экстракции позволяет получать природные соединения и применять их в медицине, сельском хозяйстве и т.п. [1].

Растения рода астрагал, используемые в народной медицине, являются перспективным лекарственным сырьем с широким спектром биологически активных веществ. В настоящее время астрагал перепончатый (*Astragalus membranaceus*) применяется в сельском хозяйстве как кормовое растение и как медонос и, следовательно, имеет достаточную сырьевую базу [2].

Основную лекарственную ценность представляет корень астрагала. Установлены иммуностимулирующая, антиоксидантная, кардиотоническая, гепатопротекторная, противодиабетическая, противоопухолевая, антибактериальная, ранозаживляющая активности экстрактов растения. Препараты астрагала получают экстракцией водой или этиловым спиртом [3].

Нами проведены исследования по выделению экстрактивных соединений из корней астрагала методом эмульсионной экстракции. Разработаны оптимальные условия экстракции, проведен анализ выделенных компонентов. Установлено, что выход экстрактивных веществ не уступает экстракции сырья органическими растворителями и составляет 3–4% от веса сухого сырья. При хроматографическом разделении экстрактивных веществ выделены циклоартановые тритерпеноиды, основной компонент – циклосиверсигенин, обладающий иммуностимулирующей, антиоксидантной, противоопухолевой, противовирусной активностями [4].

Семена льна являются богатым источником лигнанов, особенно высоко содержание в них диглюкозида секоизоларицирезинола, обладающего антиоксидантными и противоопухолевыми свойствами.

В настоящее время проводятся исследования по оптимизации условий выделения экстрактивных веществ из семян льна методом эмульсионной экстракции. Секоизоларицирезинол и ангидросекоизоларицирезинол, обладающие антиоксидантной и фитоэстрогенной активностями [5, 6], выделены из семян льна по известной методике для использования в качестве стандартов.

*Работа выполняется при финансовой поддержке проекта УрО РАН № 18-3-3-27.*

### **Список литературы**

1. Хуршкайнен Т.В., Кучин А.В. // Изв. Коми НЦ УрО РАН. 2011. № 1. С. 17–23.
2. Гужва Н.Н. // Химия растительного сырья. 2009. № 3. С. 123–132.
3. Сергалиева М.У., Сомотруева М.А. // Астраханский мед. журн. 2015. № 2. С. 17–31.
4. Sukhina I.A., Agzamova M.A., Imomnazarov B.A., Isaev M.I. // Chem. Nat. Compd. 2000. P. 373–376.



5. Lehraiki A., Attoumbré J., Bienaimé C., Matifat F., Bensaddek L., Nava-Saucedo E., Fliniaux M.-A., Ouadid-Ahidouch H., Baltora-Rosset S. // *J. Med. Food*. 2010. Vol. 13. P. 834–841.
6. Charlet S., Bensaddek L., Raynaud S., Gillet F., Mesnard F., Fliniaux M.-A. // *Plant Physiol. Biochem*. 2002. Vol. 40. P. 225–229.

## БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ СИНТЕЗИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ПРИРОДНЫХ КУМАРИНОВ И ПРОДУКТОВ ИХ МИКОТРАНСФОРМАЦИИ

**Цивилева О.М.<sup>1</sup>, Ибрагимова Д.Н.<sup>2</sup>, Кофтин О.В.<sup>1</sup>, Федотова О.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН  
410049, г. Саратов, просп. Энтузиастов, 13; e-mail: tsivileva\_o@ibppm.ru*

<sup>2</sup>*Саратовский национальный исследовательский государственный университет  
им. Н.Г. Чернышевского  
410012, г. Саратов, ул. Астраханская, 83; e-mail: ichem@info.sgu.ru*

Интерес к производным кумарина обусловлен как их широким практическим применением, так и уникальной реакционной способностью хромен-2-оной системы в структуре молекул, которая может проявлять свойства ароматического кольца, алкена или ненасыщенного лактона. Многие природные и синтетические производные кумарина обладают ярко выраженной физиологической активностью.

Механизмы, регулирующие метаболизм грибных клеток под влиянием внешних факторов, привлекают внимание исследователей. В связи с этим актуален поиск грибных продуцентов вторичных метаболитов, молекулы которых содержат в своем составе кумариновый структурный фрагмент. Исследование условий и продуктов биотрансформации природных и синтетических кумаринов культурами базидиомицетов, известных своей мощной ферментативной системой, представляется своевременной и актуальной задачей поиска материалов для сельскохозяйственных и биомедицинских технологий. Системное исследование серии соединений ряда кумарина в сочетании с базидиомицетами ранее проведено не было. В данной работе в качестве компонента питательных сред грибов изучены синтезированные (каф. органической и биоорганической химии СГУ) производные кумарина.

Основными направлениями наших исследований стали выявление антимикробных и ростостимулирующих свойств метаболитов грибных культур, полученных в условиях выращивания в присутствии соединений кумариновой природы и их комплексов с биогенными металлами(II), характеристика эффекта низкомолекулярных добавок и оценка перспектив биотехнологического использования.

Получены комплексы Cu(II), Mn(II), Zn(II) с 4-гидрокси-3-(3-оксо-1,3-дифенилпропил)-хромен-2-оном и 4-гидрокси-3-(3-оксо-1-(3-нитрофенил)-3-фенилпропил)-хромен-2-оном. Выявлена антибактериальная активность продуктов биотрансформации полученных комплексов базидиомицетами против ряда фитопатогенных бактерий, возможность создания на этой основе новых биопрепаратов – факторов регуляции устойчивости растений к фитопатогенам.

Характеризация антибактериального действия метаболитов культур базидиомицетов, полученных в условиях выращивания в присутствии соединений кумариновой природы, и изучение биотрансформации синтетических кумаринов физико-химическими методами позволили выявить особенности состава биосубстанций с высокой антимикробной активностью у базидиомицетов. Показано, что 4-гидроксикумарины перспективны как биологически активные соединения в решении некоторых проблем культивирования высших грибов и защиты растений.

При исследовании влияния систем, содержащих 4-гидроксикумариновый фрагмент, на плодоношение высших грибов оказалось, что роль индуктора способно играть вещество кумариновой природы.

Таким образом, впервые для грибов на примере ряда культур ксилотрофных базидиомицетов разных экологических ниш изучены биосинтез и экзогенное действие важных биологически активных производных кумарина. Показано, что соединения, молекулы которых содержат катион биометалла и 4-гидрокси-кумариновый фрагмент, способны выступать в качестве эффекторов формирования защитных систем базидиомицетов при различных стрессовых воздействиях.

## КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ЭФИРНОГО МАСЛА ПОЛЫНИ САНТОЛИНОЛИСТНОЙ

**Цыбикова С.З.<sup>1,2</sup>, Рандалова Т.Э.<sup>1</sup>, Жигжитжапова С.В.<sup>2</sup>, Раднаева Л.Д.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Бурятский государственный университет им. Доржи Банзарова  
670000, г. Улан-Удэ, ул. Смолина, 24а

<sup>2</sup>Байкальский институт природопользования СО РАН  
670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6; e-mail: info@binm.ru

Полынь сантолинолистная – *Artemisia santolinifolia* Turcz. ex Bess. (*Asteraceae*) – представляет собой полукустарник с многолетней разветвленной и раскидистой одревесневшей частью стебля, от которой отходят однолетние вегетативные и генеративные побеги. Произрастает на территории Республики Бурятия, встречается в Западной и Средней Сибири, Монголии, Средней Азии [1]. Полынь сантолинолистная является источником биологически активных веществ: сесквитерпеновых лактонов, кумаринов, флавоноидов, дубильных веществ, аминокислот. *A. santolinifolia* применяется в тибетской медицине для лечения воспалений и опухолей. Известно, что эфирное масло обладает бактерицидной активностью, а этанольный экстракт – гепатопротекторной и антиоксидантной [2–4]. Анализ литературы показал, что химический состав эфирного масла данного вида полыни изучен мало, поэтому цель исследования – изучение компонентного состава эфирного масла *A. santolinifolia*.

Материалом для исследования служили цветки, листья, стебли и надземная часть растения, собранного в Окинском районе Республики Бурятия в фазу цветения в 2017 г. Методом гидродистилляции были выделены эфирные масла, представляющие собой легкоподвижные летучие жидкости от желтого до ярко-желтого цвета. Выход масел варьировал от 0.4 (листья, стебли, надземная часть) до 0.7% (цветки) в пересчете на воздушно-сухую массу. Компонентный состав определен методом ГХ-МС на газовом хроматографе «Agilent Packard HP 6890». Доминирующие компоненты масел в основном представлены монотерпеноидами: камфен (0.1–3.6%), 1,8-цинеол (0.8–6.2%), камфора (0.2–26.7%), борнеол (0.1–4.2%), терпинен-4-ол (0.5–4.7%), спатуленол (0.5–10.8%).

Таким образом, нами был изучен компонентный состав эфирных масел цельной и отдельных частей полыни сантолинолистной.

### Список литературы

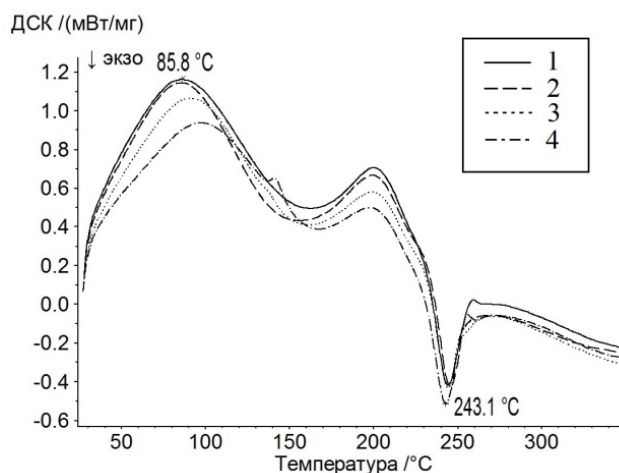
1. Флора Сибири. Т.13: *Asteraceae (Compositae)* / Красноборов И.М., Ломоносов М.Н., Тупицын Н.Н. и др. (ред.): в 14-ти т. Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 1997. 472 с.
2. Jacupovic J., Tan R.X., Bohlmann F., Jia Z.J., Huneck S. Seco- and nor-sesquiterpene lactones with a new carbon skeleton from *Artemisia santolinifolia* // *Phytochemistry*. 1991. Vol. 30(6). P. 1941–1946.
3. Babakhodzhaev A., Kasymov Sh.Z., Sidyakin G.P. Coumarins of *Artemisia santolinifolia* // *Chemistry of Natural Compounds*. 1970. No. 3. P. 363–364.
4. Шалдаева Т.М., Высочина Г.И. Содержание флавоноидов в представителях рода *Artemisia* L. из природных популяций Сибири // *Химия растительного сырья*. 2012. № 2. С. 79–84.

## ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПЛЕКСОВ ПЕКТИНА С НЕСТЕРОИДНЫМИ ПРОТИВОВОСПАЛИТЕЛЬНЫМИ ПРЕПАРАТАМИ

**Чекунков Е.В., Минзанова С.Т., Миронова Л.Г.,  
Хаматгалимов А.Р., Милюков В.А.**

*Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова,  
ФИЦ Казанский научный центр РАН  
420088, г. Казань, ул. Арбузова, 8; e-mail: evchekunkov@gmail.com.*

Термостабильность лекарственных средств – одна из важнейших характеристик, определяющая условия их хранения, что обуславливает актуальность исследований. Разработаны научные основы и технологические аспекты получения водорастворимых комплексов пектиновых полисахаридов с нестероидными противовоспалительными препаратами (аспирин [1], ибупрофен). Изучение термического разложения полученных соединений проводилось методом синхронного термического анализа (термогравиметрия/дифференциальная сканирующая калориметрия с ИК-Фурье спектроскопией (ТГ/ДСК-ИК-Фурье)), которым регистрируется изменение массы образца в зависимости от температуры с соответствующими тепловыми эффектами. ТГ/ДСК-данные комплексов пектина с различным содержанием АСК (рисунок) указывают на наличие эндотермических пиков в диапазоне 85–97°C с потерей массы ~6.8–7.9% (таблица), вторая стадия потери массы ~51–54% при 243–245°C сопровождается экзотермическими пиками.



ДСК кривые комплексов пектина с АСК: 1 – пектин (П, 4 г), 2 – пектин + 0.1 г АСК, 3 – пектин + 0.3 г АСК, 4 – пектин + 0.5 г АСК.

ТГ/ДСК данные для пектина и комплексов пектина с АСК

	Стадии потери массы					
	1			2		
	ДТГ, °С	ΔТГ, %	ДСК, °С	ДТГ, °С	ΔТГ, %	ДСК, °С
Пектин	90.1	7.9	85.8	239.8	51.6	244.4
1а (П + 0.1 г АСК)	91.9	7.2	85.7	240.7	53.2	245.7
1б (П + 0.3 г АСК)	99.6	7.5	91.2	239.7	53.6	244.4
1с (П + 0.5 г АСК)	101.0	6.8	97.1	237.8	54.1	243.1
АСК	–	–	–	231.5	38.8	234.6

***Список литературы***

1. Минзанова С.Т., Миронов В.Ф., Выштакалюк А.Б., Цепяева О.В., Миронова Л.Г., Рыжкина И.С., Муртазина Л.И., Губайдуллин А.Т. Комплексы пектинового полисахарида с ацетилсалициловой кислотой // Докл. АН. 2013. Т. 452. № 2. С. 177–180.

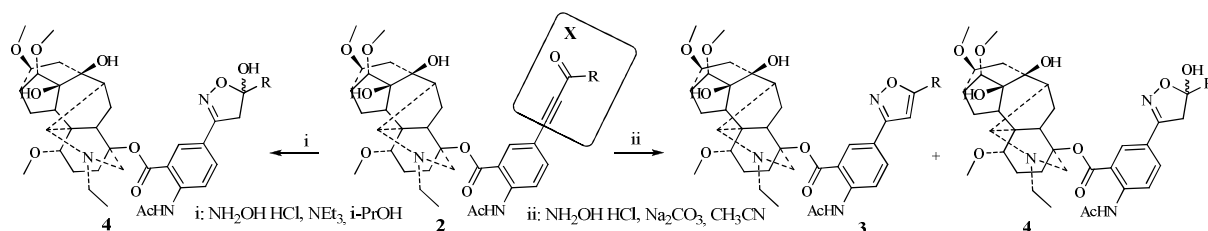
## АЛКИНИЛКЕТОНЫ ЛАППАКОНИТИНА В РЕГИОСЕЛЕКТИВНОМ СИНТЕЗЕ 3,5-ДИЗАМЕЩЕННЫХ ИЗОКСАЗОЛОВ

**Черемных К.П., Савельев В.А., Шульц Э.Э.**

*Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова СО РАН  
630090, г. Новосибирск, просп. ак. Лаврентьева, 9; e-mail: cherem@nioch.nsc.ru*

Дитерпеновый алкалоид лаппаконитин **1** (X=H) обладает ценной биологической активностью [1]. Его применение в медицине осложняется рядом побочных эффектов, прежде всего, высокой токсичностью. В работах [2, 3] показана перспективность модификации лаппаконитина по ароматическому фрагменту для синтеза новых антиаритмических агентов. В настоящей работе мы описываем модификацию лаппаконитина с введением изоксазольного фрагмента. Замещенные изоксазолы привлекают внимание в связи с иммуномодулирующей и противовоспалительной активностью [4].

С целью получения 5'-изоксазолпроизводных **3** изучено взаимодействие алкинилкетониров лаппаконитина **2** [5] с гидроксиламином. В зависимости от условий реакции (растворитель, основание) и от заместителя R в алкинилкетоне **2** состав продуктов различался. При проведении реакции в изопропанол в присутствии триэтиламина получали гидроксидигидроизоксазолы **4** (смесь диастереомеров, R=4-FC<sub>6</sub>H<sub>4</sub>, 4-ClC<sub>6</sub>H<sub>4</sub>, 4-BrC<sub>6</sub>H<sub>4</sub>), которые под действием TsOH в бензоле превращались в соответствующие производные изоксазола **3** с количественным выходом.



Проведение реакции в ацетонитриле в присутствии карбоната натрия приводило либо к производному изоксазола **3** (R= 4-OMeC<sub>6</sub>H<sub>4</sub> или 3,4,5-(OMe)<sub>3</sub>C<sub>6</sub>H<sub>2</sub>), либо к смеси **3** и **4** (4-FC<sub>6</sub>H<sub>4</sub>, 4-CF<sub>3</sub>C<sub>6</sub>H<sub>4</sub> или 4-BrC<sub>6</sub>H<sub>4</sub>, соотношение **3**:**4** составило 10:7, 9:7 и 1:3 соответственно). В обоих методах и во всех случаях наблюдался высокий выход целевых продуктов реакции типа **3** (70±5%).

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (грант № 18-13-00361).*

### Список литературы

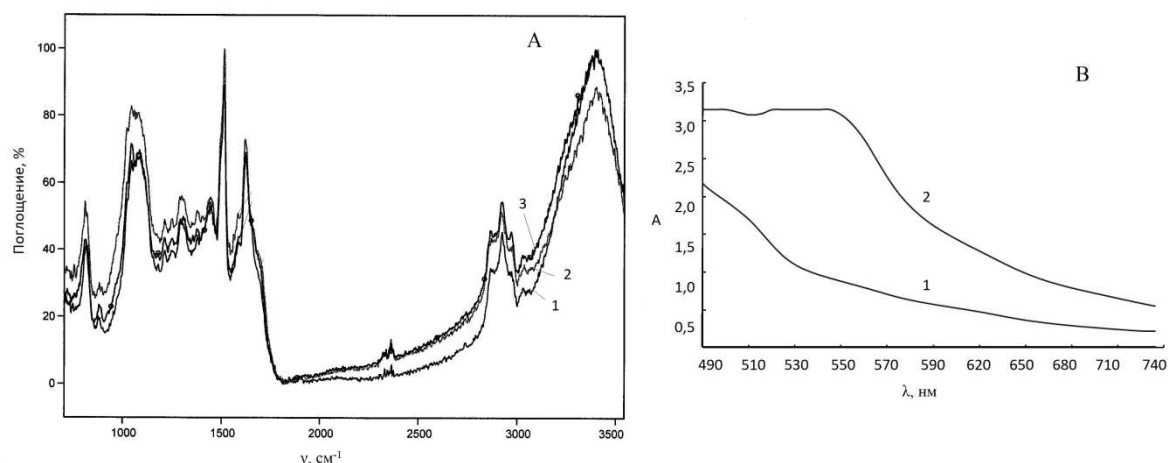
1. Yunusov M.S. // Изв. АН. Сер. хим. 2011. С. 620–624.
2. Bryzgalov A.O., Romanov V.E., Tolstikova T.G., Shults E.E. // Cardiovascular Hematolog. Agents Med. Chem. 2013. Vol. 11. P. 1021–1024.
3. Bryzgalov A.O., Tolstikova T.G., Shults E.E., Petrova K.O. // Mini-Rev. Med. Chem. 2018. Vol. 18. P. 345–362.
4. Agrawal N., Mishra P. // Med. Chem. Res. 2018. Vol. 27. P. 1309–1344.
5. Cheremnykh K.P., Savel'ev V.A., Shkurko O.P., Shults E.E. // Chem. Heterocycl. Compd. 2018. Vol. 54. P. 1131–1138.

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ АДсорбЕНТОВ В СИСТЕМАХ НА ОСНОВЕ УГЛЕВОДОВ

Черепанов И.С., Крюкова П.С.

Удмуртский государственный университет  
426034, г. Ижевск, ул. Университетская, 1; e-mail: cherchem@mail.ru

В последние несколько лет интенсивно развивается область исследований углеводов как субстратов синтезов высокодисперсных материалов, обладающих адсорбционной способностью [1]. Целевыми реакциями в этих случаях являются процессы карбонизации [1, 2], при этом происходит термодеструкция углевода, продукты которой формируют конечную структуру твердых продуктов, адсорбционно-активных в отношении биологически активных веществ [1]. Ранее нами изучены механизмы формирования структуры и оценены характеристики твердых продуктов карбонизации, перспективных в качестве адсорбентов, в системах на основе моносахаридов в присутствии *n*-толуидина [2]. В настоящей работе изучено влияние внешних факторов на протекание реакций карбонизации и строение конечных твердых продуктов. В частности, показано, что увеличение температуры с 70°C [2] до температуры кипения рабочего этанольного раствора практически не изменяет строение продуктов, о чем свидетельствует однотипный профиль полос поглощения их ИК-Фурье спектров (рис. А), аналогичный вывод можно сделать относительно увеличения продолжительности термостатирования.



ИК-Фурье спектры твердых продуктов карбонизации системы *D*-глюкоза–*n*-толуидин (А), электронные спектры поглощения рабочих растворов (В): 1 – термостатирование 1 ч, 70°C; 2 – термостатирование 1 ч,  $t_{\text{кип}}$ ; 3 – термостатирование 2 ч, 70°C.

Данные электронной спектроскопии (рис. В) показывают существенную интенсификацию процессов карбонизации с увеличением температуры (увеличение значений оптической плотности во всем интервале поглощения), при этом выделяемый твердый продукт представляет собой труднофракционируемую вязкую массу. Установлено также, что с ростом продолжительности термостатирования снижается количество низкомолекулярных водорастворимых веществ, отделяемых на стадии промывки продуктов. Таким образом, можно предположить постоянство структуры твердых водонерастворимых продуктов карбонизации в изученных системах при варьировании условий; в настоящее время нами проводятся исследования по оптимизации условий экспериментов в направлении увеличения выхода целевых продуктов.

### Список литературы

1. Bai C.-X., Shen F., Qi X.-H. // Chin. Chem. Lett. 2017. Vol. 28. P. 960–962.
2. Черепанов И.С. // Изв. вузов. Северокавказский регион: Техн. науки. 2018. № 4. С. 118–123.

**КАЧЕСТВЕННЫЙ, КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ  
И АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЛИФЕНОЛОВ  
ЛОЗЫ, ЛИСТЬЕВ, ГРЕБНЕЙ, СЕМЯН, ВЫЖИМКИ  
КРЫМСКОГО ВИНОГРАДА**

**Черноусова И.В., Зайцев Г.П., Гришин Ю.В., Мосолкова В.Е.,  
Жилякова Т.А., Огай Ю.А.**

*Всероссийский национальный научно-исследовательский институт  
виноградарства и виноделия «Магарач» РАН  
298600, Республика Крым, г. Ялта, ул. Кирова, 31; e-mail: enoant@yandex.ru*

Экспериментально оценён технологический запас суммарных полифенолов в выжимке, семенах, гребнях, лозе, листьях, определены качественный и количественный состав фенольного комплекса в 65 образцах виноградного сырья из различных зон произрастания винограда Крыма: западной предгорно-приморской зоны, предгорной зоны, Южного берега Крыма, приморской зоны (восточный Крым). Образцы заготовлены в осенне-зимний период 2017 и 2018 гг. и в период уборки и переработки винограда 2018 г. Лоза винограда получена в период обрезки сортов Рислинг, Каберне Совиньон, Пино нуар (пос. Орловка, г. Севастополь), Цитронный Магарача, Рубиновый Магарача (с. Вилино, ампелографическая коллекция «Магарач»). Зеленые, желтые и красные листья винограда сорта Каберне Совиньон (на ЮБК, Ливадия).

Анализ полученных данных показывает, что в водно-спиртовых экстрактах виноградного сырья представлен весь спектр полифенолов, свойственный красным виноградным винам (антоцианы, флавоны, флаван-3-олы, оксикоричные, оксibenзойные кислоты, стильбены, олигомерные и полимерные процианидины), при этом количественно содержание полифенолов кратно превосходит их концентрацию в вине [1].

Дана косвенная оценка биологической активности полифенолов по показателю антиоксидантной активности в экстрактах виноградного сырья в единицах стандартного антиоксиданта тролокс [2]. Установлено, что этот показатель в экстрактах семян винограда белых и красных сортов составляет от 31.0 до 99.0 г/дм<sup>3</sup>, что превышает аналогичный показатель в экстрактах выжимки в три раза, в экстрактах гребней винограда белых сортов – в 18, в экстрактах гребней винограда красных сортов – в 12, в экстрактах лозы и листьев винограда – в 25 раз.

***Список литературы***

1. Разработать теоретические основы и принципы процессов и технологий производства биологически активных продуктов переработки винограда функциональной направленности. ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН»; рук. Огай Ю.А.; исп. Черноусова И.В. и др. Ялта, 2018. 75 с. № ГР АААА-А17-117011810058-5.
2. ГОСТ Р 54037-2010. Продукты пищевые. Определение содержания водорастворимых антиоксидантов амперометрическим методом в овощах, фруктах, продуктах их переработки, алкогольных и безалкогольных напитках. М., 2011. 7 с.



## КОНФОРМАЦИОННЫЙ ДИЗАЙН КАРБКРАТИОНОВ В КОНТРОЛЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЗАМЕЩЕНИЯ ВОДОРОДА В БЕТУЛИНЕ И ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ

**Чиянов А.А.<sup>1,2,3</sup>, Бодриков И.В.<sup>3</sup>, Субботин А.Ю.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>АО «Управляющая компания Биохимического холдинга ОРГХИМ»  
603950, г. Нижний Новгород, ул. Белинского, 55А; e-mail: a.chyanov@orgkhim.com

<sup>2</sup>Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского  
603950, г. Нижний Новгород, просп. Гагарина, 23; e-mail: trips-25@yandex.ru

<sup>3</sup>Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева  
603950, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24; e-mail: orgchim@nntu.ru

Известно, что такие природные соединения, как бетулин и ряд его производных, содержащие изопрופןильный фрагмент, обладают полифункциональной биологической активностью [1]. При этом модификация бетулина и его производных введением структурных фрагментов с определенными биологическими функциями позволяет целенаправленно варьировать функциональную биоактивность. Такая модификация может быть обеспечена замещением нуклеофильных групп в аллильных производных бетулина, что дает новую возможность его целенаправленной модификации и открывает перспективу эффективного варьирования биологических и прочих характеристик производных терпеноидов и других геминально замещенных алкенов.

Электрофильное замещение водорода в алкенах с четвертичным атомом углерода при двойной связи реализуется при низкой температуре лишь в реакциях с такими сильными электрофилами, как хлор.

Нами впервые показано, что геминально замещенные алкены (такие как бетулин и его производные), один из фрагментов которых обладает большим стерическим радиусом, реагирует с электрофилами по типу замещения независимо от их силы. При этом сила электрофила влияет на соотношение направлений винильного и аллильного замещения [2].

Практически количественное развитие направлений процесса замещения независимо от силы электрофила обеспечивается согласно квантово-химическим расчетам, генерированием в качестве интермедиатов карбкатионов открытой формы.

Расчетами показано, что переход из  $sp^2$ -гибридного состояния в  $sp^3$  запрещено из-за очень высокого репульсивного взаимодействия геминальных заместителей ( $CH_3$ -группы и полициклического фрагмента).

Проведенными квантово-химическими расчетами найдены различные состояния конформеров для электрофилов различной силы (Cl, Br, I). По их соотношениям определена степень развития винильного и аллильного замещения для ряда электрофилов (*N*-хлор-, *N*-бром-, *N*-иодсукцинимид). Полученные данные хорошо согласуются с экспериментально найденными значениями аллильного и винильного замещения для реакций указанных электрофилов с бетулином и диацетилбетулином.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 19-03-00908-а).*

### Список литературы

1. Толстикова Г.А., Флехтер О.Б., Шульц Э.Э., Балтина Л.А., Толстикова А.Г. // Химия в интересах устойчивого развития. 2005. Т. 13. С. 1.
2. Бодриков И.В., Курский Ю.А., Чиянов А.А., Субботин А.Ю. // ЖОрХ. 2018. Т. 54. С. 131.

## АНАЛОГИ ПРИРОДНЫХ ХРОМАНОВ: СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ И СВОЙСТВА

**Чукичева И.Ю., Федорова И.В., Королева А.А., Кучин А.В.**

*Институт химии Коми НЦ УрО РАН*

*167000, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 48; e-mail: chukicheva-iy@chemi.komisc.ru*

Биологически активные соединения с хромановой структурой на протяжении нескольких десятилетий привлекают внимание исследователей. Представителями природных хроманов являются токоферолы, каннабиноиды, флавоноиды, кумарины, антоцианы и др., которые достаточно хорошо изучены и находят применение в медицине, поскольку обладают витаминной, антиоксидантной активностью, оказывают влияние на центральную нервную систему. Несомненная практическая значимость стимулировала поиск синтетических способов получения аналогов природных хроманов, так как экстракционные методы не всегда эффективны для промышленного производства.

Хроманы нередко являются продуктами алкилирования ароматических соединений с участием кислот Льюиса и Бренстеда в гомогенных и гетерогенных условиях. В качестве алкилирующих реагентов используются спирты, галогенпроизводные, алкены различного строения. Особое место среди алкилантов занимают терпеноиды.

Нами разработан метод алкилирования фенолов терпеновыми спиртами в присутствии органоалюминиевых соединений [1]. Фенольные соединения в этих реакциях были представлены фенолом, гидрохиноном, резорцином, пирокатехином и 2-изоборнил-1,4-дигидробензолом; терпеноиды – гераниолом, неролом, пренолом; органоалюминиевые катализаторы – изопропилатом или фенолятом алюминия [2–6]. В ходе реакции варьировалась температура, соотношение реагентов, количество катализатора. В результате получена серия аналогов природных фенольных соединений: эфиры хроманового типа, диарилалканоиды, содержащие в своей молекуле хромановый эфир и фенольный фрагмент, пренилфенолы.

Кроме того, аналоги природных хроманов получены путем алкилирования фенолов монотерпенами [7, 8].

Выполнена первичная оценка токсичности и антиоксидантных, мембранопротекторных и антирадикальных свойств синтезированных нами соединений в различных модельных системах [6].

### **Список литературы**

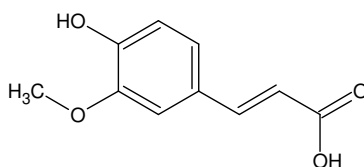
1. Чукичева И.Ю., Тимушева И.В., Королева А.А., Кучин А.В. // Патент РФ № 2341511. Оpubл. 20.12.2008. Бюл. № 35.
2. Чукичева И.Ю., Королева А.А., Федорова И.В., Кучин А.В. // Доклады академии наук. 2010. Т. 434(6). С. 768–770.
3. Чукичева И.Ю., Федорова И.В., Королева А.А., Кучин А.В. // Химия природ. соедин. 2012. № 4. С. 485–489.
4. Чукичева И.Ю., Федорова И.В., Королева А.А., Кучин А.В. // Химия природ. соедин. 2015. № 6. С. 909–911.
5. Чукичева И.Ю., Федорова И.В., Королева А.А., Кучин А.В. // Химия природ. соедин. 2018. № 1. С. 5–9.
6. Чукичева И.Ю., Федорова И.В., Низовцев Н.А., Королева А.А., Шевченко О.Г., Кучин А.В. // Химия природ. соедин. 2018. № 5. С. 743–749.
7. Чукичева И.Ю., Шумова О.А., Кучин А.В. // Химия природ. соедин. 2012. № 1. С. 42–44.
8. Чукичева И.Ю., Федорова И.В., Королева А.А., Кучин А.В. // Химия природ. соедин. 2016. № 1. С. 141–142.

## АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДНЫХ ФЕРУЛОВОЙ КИСЛОТЫ

**Шабалина О.В., Копылов В.В., Баженов Б.Н.**

*Иркутский государственный университет  
664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 126; e-mail: olive1990@inbox.ru*

Цель работы – оценка антиоксидантной активности (АОА) смесей на основе феруловой кислоты (ФК) и ее производных. Феруловая кислота относится к ряду оксикоричных кислот (рисунок) и, обладая выраженными антиоксидантными свойствами, используется в качестве компонента к биологически активным добавкам и косметическим средствам. Чтобы оценить взаимное влияние (синергизм и антагонизм) антиоксидантов в композициях, делают смеси разных соотношений компонентов и измеряют их АОА. В данной работе в качестве второго антиоксиданта был выбран дигидрокверцетин (ДКВ), как соединение с широким спектром биологической активности.



Феруловая кислота.

АОА оценивали спектрофотометрически по способности гашения модельного радикала (ABTS) исследуемыми образцами. Результаты для смесей дигидрокверцетина и феруловой кислоты различного состава приведены в таблице. Расчет концентраций всех анализируемых образцов производили в мкг/мл.

Оценка антиоксидантной активности смесей на основе феруловой кислоты

Соотношение в смесях		Антиоксидантная активность	
Феруловая кислота	Дигидрокверцетин	Экспериментальная	Расчетная
1	0	3.01	–
3	1	2.32	2.57
1	1	2.09	2.13
1	3	1.07	1.69
0	1	1.25	–

Очевидно, что экспериментально измеренные величины антиоксидантной активности смесей практически не отличаются от расчетных значений, полученных исходя из аддитивности их действия. Поэтому о каких-либо синергических или антагонических эффектах для данных смесей говорить не приходится.

Кроме создания композиций была предпринята попытка модификации феруловой кислоты. При взаимодействии феруловой кислоты и дигидрокверцетина получена смесь соединений. Протекание реакции контролировали методом ВЭЖХ с использованием аналитической колонки 150×2 мм, Silasorb 5C<sub>18</sub>, элюирование проводилось системой MeCN–H<sub>2</sub>O–H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> в соотношении 30:70:0.1% при длинах волн 260 и 290 нм. Измерение АОА продуктов показало, что они обладают еще меньшей АОА (0.38), чем исходные соединения.

Таким образом, феруловая кислота и дигидрокверцетин, являясь достаточно сильными антиоксидантами, как индивидуальные соединения, не изменяют свойств, находясь в композициях, но при химическом взаимодействии их активность значительно уменьшается.

**КАЧЕСТВЕННЫЙ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ *NICOTIANA TABACUM L.*****Шамина В.В., Корулькин Д.Ю., Ихсанова Н.М.**

*Казахский национальный университет им. аль-Фараби  
Республика Казахстан, 050048, г. Алматы, просп. аль-Фараби, 71;  
e-mail: victory.shamina@gmail.com*

Листья табака способны проявлять противовоспалительную активность, а также обладают успокаивающим действием. Эти свойства табака обуславливают его применение как в народной медицине, так и в ряде лекарственных препаратов.

Лекарственные формы на основе табака применяются при воспалении геморроидальных узлов и для лечения пораженных лимфатических узлов при туберкулезе. Также известно, что примочки из табака применяются при зудящих дерматозах. По большей степени физиологическая активность табака обусловлена наличием в его составе большого количества алкалоидов пиридинового типа.

Современные табачные производства не занимаются утилизацией собственных отходов. Отходы свозятся на специальные полигоны для длительного хранения, где возможно их самовоспламенение, а также происходит деградация почвы вблизи полигонов, за счет проникновения в нее токсичных алкалоидов табака.

Эти причины обуславливают перспективность изучения возможности использования отходов табачного производства в качестве сырья для производства лекарственных препаратов.

В качестве объекта исследования была использована табачная пыль – основной отход табачного производства, и был изучен ее компонентный состав.

В состав табачной крошки входят следующие группы биологически активных веществ: алкалоиды, аминокислоты, дубильные вещества, кумарины, органические кислоты, сапонины, фенольные соединения и флавоноиды различных типов. Результаты количественного анализа биологически активных веществ табака представлены в таблице.

Результаты количественного анализа биологически активных веществ *Nicotiana tabacum L.*

Структурный тип растительных веществ	Содержание в сырье, %
Алкалоиды	5.32
Дубильные вещества	4.77
Кумарины	1.05
Полисахариды	16.12
Сапонины	0.74
Флавоноиды	1.94
Фенолокислоты	10.56

Исходя из всего вышесказанного, можно сделать вывод о возможности применения отходов табачного производства для создания перспективных лекарственных препаратов.

**ВЛИЯНИЕ СПЕЦИФИЧЕСКИХ ИНГИБИТОРОВ  
СТАРЕНИЕ-АССОЦИИРОВАННЫХ ВНУТРИКЛЕТОЧНЫХ  
СИГНАЛЬНЫХ КАСКАДОВ НА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ  
*DROSOPHILA MELANOGASTER***

**Шапошников М.В., Земская Н.В., Москалев А.А.**

*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН  
167982, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 28;  
e-mail: shaposhnikov@ib.komisc.ru*

Поиск фармакологических регуляторов активности старение-ассоциированных внутриклеточных сигнальных каскадов является одной из важных задач современной биogerонтологии. Мы изучили действие ингибиторов продуктов, связанных со старением генов, которые гомологичны у дрозофилы и млекопитающих.

Цель работы – оценка влияния ингибиторов фосфоинозитол-3-киназы (PI3K), TOR-киназы, индуцибельной синтазы оксида азота (iNOS), транскрипционного фактора (NF-κB) и нестероидных противовоспалительных препаратов (НПВП) на продолжительность жизни, стрессоустойчивость, возрастную динамику локомоторной активности и фертильность *Drosophila melanogaster*.

Мы использовали специфические ингибиторы PI3K (вортманнин), TOR (рапамицин), iNOS (1400 Вт), NF-κB (пирролидин дитиокарбамат, QNZ), НПВП (APNS, NS-398, SC-58125, вальдекоксиб, САУ10404, аспирин, валериал, валерил транс-ресвератрол, SC-560, ликофелон) и комбинации вортманнина, рапамицина и пиртиролин дитиокарбамата.

Полученные результаты показывают, что применение ингибиторов PI3K, TOR, NF-κB, iNOS и НПВП может привести к значительному увеличению продолжительности жизни плодовых мух без неблагоприятного влияния на локомоторную активность и фертильность.

*Исследование выполнено в рамках государственного задания по теме «Разработка геропротекторных и радиопротекторных препаратов», № АААА-А19-119021590022-2.*

**СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПЕКТИНА ИЗ ГРАНАТА ОБЫКНОВЕННОГО****Шахматов Е.Г., Макарова Е.Н.***Институт химии Коми НЦ УрО РАН**167000, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 48; e-mail: shachmatow-eg@ya.ru*

Гранат обыкновенный (лат. *Púnica granátum*) – листопадные деревья из рода Гранат семейства Дербенниковые (*Lythraceae*), в природе достигающие 5–10 м. Гранат потребляется в свежем виде и в виде различных обработанных продуктов, таких как соки, вина, джемы и желе.

Несмотря на широкое распространение и значительный потенциал практического использования, одними из наименее изученных являются пектинсодержащие полисахариды плодов граната. Гранатовые корки – легкодоступное сырье – потенциальный источник для получения пектинсодержащих полисахаридов. Однако целенаправленное использование корок и перегородок плодов граната затрудняется недостатком сведений о составе и строении полисахаридов, входящих в их состав.

Цель работы – комплексное изучение растительных полисахаридных комплексов корок и перегородок плодов граната обыкновенного, экстрагируемых водным раствором оксалата аммония, установление общих закономерностей и структурных особенностей их строения методами ионообменной и гельпроникающей хроматографии, ферментативного гидролиза и, главным образом, методом двумерной спектроскопии ЯМР.

Было показано, что полученная фракция (PG<sub>0</sub>) содержала полимеры различной структуры, среди которых главным компонентом являются пектиновые полисахариды, представленные, главным образом, участками высокометилэтерифицированного и низкоацетилированного 1,4- $\alpha$ -D-галактопиранозилуронана и минорными участками частично 2-*O*- и/или 3-*O*-ацетилированного рамногалактуронана-I. При анализе одно- и двумерных спектров полисахарида PG<sub>0</sub> были также обнаружены сигналы, относящиеся к остаткам терминальной  $\beta$ -D-Galp, 1,4-связанной  $\beta$ -D-Galp, T- $\alpha$ -L-Araf, 1,5- и 1,3-связанной  $\alpha$ -L-Araf, 3,5-ди-*O*-замещенной  $\alpha$ -L-Araf, вероятно, свидетельствующим о наличии 1,5- $\alpha$ -L-арабинана и 1,4- $\beta$ -D-галактана.

В дополнение к доминирующим пектиновым полисахаридам детальный анализ одно- и двумерных спектров также позволил обнаружить сигналы, принадлежащие остаткам 2,4-ди-*O*-замещенной  $\beta$ -D-Xylp и 4-*OMe*- $\alpha$ -D-GlcpA, T- $\alpha$ -Fucp, T- $\alpha$ -Xylp, 1,2-связанной  $\alpha$ -D-Xylp, 1,2-связанной  $\beta$ -D-Galp и 4,6-ди-*O*-замещенной  $\beta$ -D-Glcp, указывающим на присутствие связующих гликанов класса глюкуроноксианов и ксилогликанов, что свидетельствует о тесной связи этих полисахаридов в клеточных стенках.

Можно рекомендовать корки и перегородки плодов граната как источник высокометилэтерифицированных пектиновых полисахаридов. Изученные структурные особенности компонентов корок и перегородок плодов *P. granatum* будут способствовать разработке научных основ их переработки и определению областей применения продуктов на их основе, что в свою очередь может способствовать решению проблемы по использованию этого многотоннажного отхода агроперерабатывающей промышленности.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-33-00779 с использованием оборудования Центра коллективного пользования «Химия» Института химии Коми НЦ УрО РАН.*

## ФОСФОРИЛИРОВАННЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ ЦИКЛИЧЕСКИХ МОНОТЕРПЕНОИДОВ

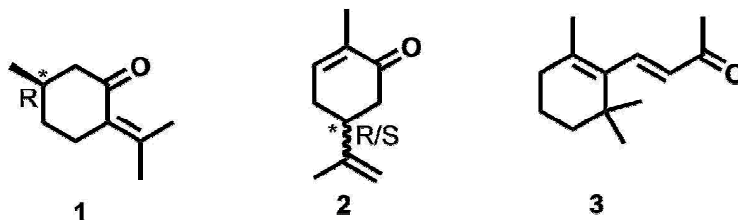
**Шемахина М.Э.<sup>1,2</sup>, Немтарев А.В.<sup>1,2</sup>, Хасиятуллина Н.Р.<sup>2</sup>, Миронов В.Ф.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Казанский (Приволжский) федеральный университет  
420088, г. Казань, ул. Кремлевская, 18; e-mail: masha-shem@mail.ru

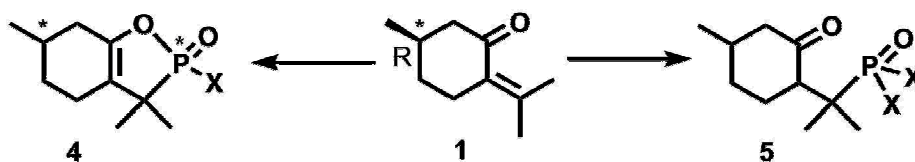
<sup>2</sup>Институт органической и физической химии им. А.Е.Арбузова,  
ФИЦ Казанский научный центр РАН  
420008, г. Казань, ул. Арбузова, 8

Фосфорилированные производные хиральных циклических терпеноидов используются в качестве лигандов в металлокомплексном катализе [1], как промежуточные продукты в органическом синтезе [2], для синтеза физиологически активных веществ [3].

В рамках доклада на примере пулегона (1), *S*-карвона и *R*-карвона (2), β-ионона (3) обсуждается возможность фосфорилирования циклических терпеноидов с семи-, эндо- и экзо-циклическим непредельным кетонным фрагментом соответственно.



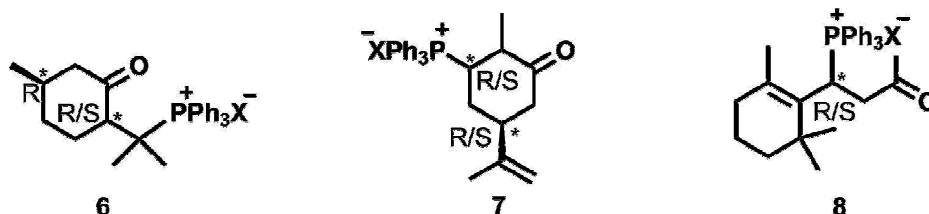
На примере пулегона (1) показано, что циклические монотерпеноиды, содержащие семициклическую двойную связь в α-положении к карбонильной группе, способны образовывать как циклические (4), так и открытоцепные (5) фосфорсодержащие производные.



$X = \text{Cl}, \text{NEt}_2, \text{OEt}_2, \text{OMe}_2$

$X = \text{OH}, \text{OEt}_2, \text{OMe}_2, \text{Ph}$

Показано, что циклические монотерпеноиды, содержащие α,β-непредельный кетонный фрагмент, способны образовывать четвертичные фосфониевые соли.



$X = \text{CF}_3\text{COO}, \text{CF}_3\text{SO}_3$

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ (№ 18-33-00224), а также за счет средств субсидии, выделенной КФУ для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности (4.5151.2017/6.7).

***Список литературы***

1. Wiese B., Knühl G., Flubacher D., Prieß J.W., Ulriksen (nee Laursen) B., Brödner K., Helmchen G. Syntheses of new chiral phosphane ligands by diastereoselective conjugate addition of phosphides to enantiomerically pure acceptor-substituted olefins from the chiral pool // *Eur. J. Org. Chem.* 2005. P. 3246–3262.
2. Harwood L.A., Julia M. A Convenient synthesis of (+)- $\beta$ -pinene from (+)- $\alpha$ -pinene // *Synthesis*. 1980. P. 456–457.
3. Yang P., Yao M., Li J., Li Y., Li A. Total synthesis of rubriflordilactone B // *Angew. Chem. Int. Ed.* 2016. Vol. 55. P. 6964–6968.



## АММОНИЕВЫЕ СОЛИ ДИТИОКИСЛОТ ФОСФОРА НА ОСНОВЕ АМИНОКИСЛОТ И РАЦЕМИЧЕСКИХ СПИРТОВ

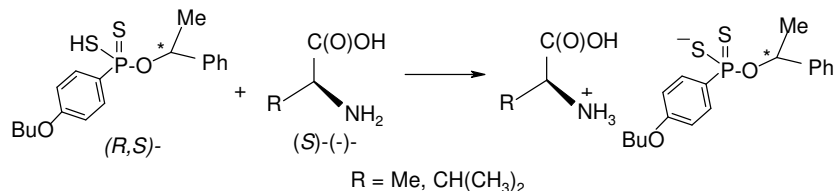
**Шильникова О.В.<sup>1</sup>, Низамов И.Д.<sup>1</sup>, Евсеева А.В.<sup>1</sup>,  
Никитин Е.Н.<sup>2</sup>, Низамов И.С.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Казанский (Приволжский) федеральный университет  
420008, г. Казань, ул. Кремлевская, 18; e-mail: isnizamov@mail.ru

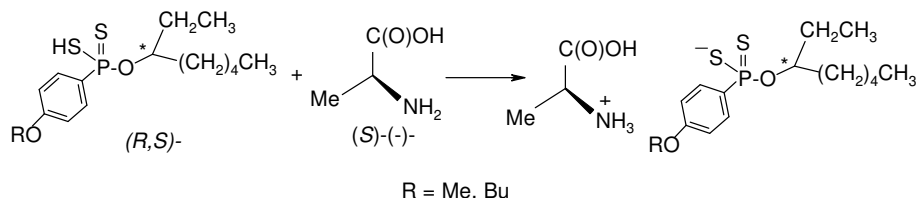
<sup>2</sup>ФИЦ Казанский научный центр РАН  
420111, г. Казань, ул. Лобачевского, 2/31

В научной литературе недостаточное внимание уделялось дитиофосфорилированию синтетических хиральных спиртов, энантиомерные формы которых весьма дороги. Недавно нами в реакции 2,4-диарил-1,3,2,4-дитиадифосфетан-2,4-дисульфидов с (*R,S*)- $\alpha$ -фенилэтанолом получены рацемические *O*-(*R,S*)- $\alpha$ -фенилэтил(арил)дитиофосфоновые кислоты [1]. Эти дитиофосфоновые кислоты способны давать аммониевые соли с аминами, в том числе с хиральными жирноароматическими аминами, такими как (*S*)-(-)- $\alpha$ -фенилэтиламин [1]. В развитии этих исследований мы обратились к протеиногенным аминокислотам, которые содержат асимметрический  $\alpha$ -углеродный атом и  $\alpha$ -аминогруппу, атом азота которой способен повышать координационное число в реакциях с донорами протонов.

Найдено, что *O*-(*R,S*)- $\alpha$ -фенилэтил(4-бутоксифенил)дитиофосфоновая кислота реагирует с (*S*)-(-)-аланином и (*S*)-(-)-лейцином в этаноле при комнатной температуре с образованием алкиламмониевых солей дитиофосфоновой кислоты, которые обладают оптической активностью благодаря использованию энантиомерно чистых аминокислот.



Среди рацемических алифатических спиртов промышленного масштаба одними из наиболее доступных являются 2-этилгексанол и 2-бутанол, которые мы вводили в реакцию с реагентом Лоуссона и его гомологом с 3,5-ди-*трет*-бутил-4-гидроксифенильным заместителем в бензоле при комнатной температуре, что позволило получить соответствующие рацемические арилдитиофосфоновые кислоты. Полученные кислоты при обработке (*S*)-(-)-аланином в этаноле при комнатной температуре образуют оптически активные аланинаммониевые соли.



Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 18-415-160012-р\_а.

### Список литературы

1. Низамов И.С., Мартыянов Е.М., Альметкина Л.А., Криволапов Д.Б., Литвинов И.А., Черкасов Р.А. // Вест. ТГПУ. 2011. № 4(16). С. 30–33.

## СИНТЕЗ И СВОЙСТВА МОДИФИЦИРОВАННОЙ КАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗЫ ДИАМИНОФУРАЗАНОМ

Шипина О.Т., Трескова В.И.

*Казанский национальный исследовательский технологический университет  
420015, г. Казань, ул. К. Маркса, 68; e-mail: veratreskova89@gmail.com*

Одним из ведущих направлений в исследованиях химии природных полимеров последних лет является процесс, связанный с физико-химической модификацией простых и сложных эфиров целлюлозы.

Цель исследования – изучение химического взаимодействия натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы с диаминофуразаном и строения синтезированных продуктов реакции. Согласно анализу опубликованных работ, подобные модификаты, имеющие в своем составе карбоксиметильные и аминогруппы, рекомендуются к применению в качестве сорбентов по отношению к ионам тяжелых металлов, водоудерживающих добавок в составе строительных материалов [1, 2]. Продукты синтеза карбоксиметилцеллюлозы с диаминофуразаном могут быть востребованы за счет новых приобретенных биоцидных свойств, в качестве биологически активной добавки к лакокрашочным материалам и в составе эргонасыщенных материалов.

В качестве исходной Na-КМЦ взят технический образец «Полицелл КМЦ-9 Н». Модифицирующим агентом был выбран диаминофуразан. В результате реакций получены твердые полимерные продукты в виде мелкодисперсного порошка белого цвета. На основании данных элементного анализа видно, что с увеличением времени реакции прямо пропорционально происходило повышение степени замещения карбоксильных групп на фрагмент диаминофуразана. Проведен качественный анализ на определение аминогрупп в синтезированных полимерах. Для изучения структуры полученных полимеров сняты ИК-спектры производных фуразандиаминокарбоксиметил целлюлозы, в которых присутствуют полосы поглощения, характерные для исходной КМЦ, а также появляются новые пики поглощения, характерные для колебания связи С=О («амид-I»); пик  $1363\text{ см}^{-1}$  –деформационные колебания NH-групп, пик в области  $1420\text{ см}^{-1}$ , соответствующий валентным колебаниям С–N группы. Также проведены вискозиметрический, рентгенографический анализы и сделаны микрофотографии. Посредством физико-химических методов анализа установлено, что химическая модификация Н-КМЦ диаминофуразаном происходит за счет одновременного протекания нескольких процессов: замещения карбоксильных групп по нуклеофильному механизму на фрагмент диаминофуразана с образованием фуразандиаминокарбоксиметил целлюлозы, с повышением температуры идет разрыв полимерных цепей по  $\beta$ -гликозидной связи с отщеплением элементарного звена и образование низкомолекулярных соединений в соответствии со схемой реакции. Следовательно, реакции нуклеофильного замещения дают возможность получить новые типы смешанных эфиров целлюлозы, синтез которых другим методом невозможен.

### *Список литературы*

1. Забивалова Н.М., Бочек А.М., Калюжная Л.М. и др. Смешанные эфиры целлюлозы, содержащие карбоксильные и аминогруппы // ЖПХ. 2003. Т. 76. № 12. С. 2048–2052.
2. Тураев А.С., Шомуротов Ш.А., Мухамеджанова М.Ю. и др. Синтез и реологические свойства водных растворов комплексов карбоксиметилцеллюлозы с гидразидом изоникотиновой кислоты // ХРС. 2008. № 4. С. 35–40.

## ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФЛАВОНОИДОВ В ПРИСУТСТВИИ ПРИРОДНЫХ ФОСФОЛИПИДОВ

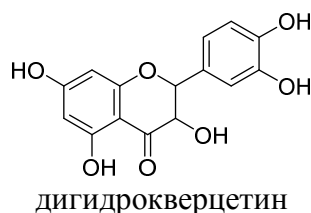
**Шишкина Л.Н., Мазалецкая Л.И., Смирнова А.Н., Шелудченко Н.И.**

*Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН  
119334, г. Москва, ул. Косыгина, 4; e-mail: shishkina@sky.chph.ras.ru*

Использование флавоноидов как лекарственных средств и компонентов биологически активных добавок обусловлено их способностью тормозить процессы окисления вследствие взаимодействия со свободными радикалами. Однако эффективность действия флавоноидов существенно зависит от условий окисления и наличия в реакционной среде фосфолипидов (ФЛ), являющихся одними из основных компонентов биомембран [1, 2].

Цель работы – изучение взаимодействия лецитина с флавоноидами и его влияние на реакционную способность флавоноидов в смесях с лецитином.

Объектами исследования являлись кверцетин, дигидрокверцетин и генистеин, различающихся числом ОН-групп и степенью ненасыщенности. Структурные формулы использованных в работе флавоноидов представлены на рисунке.



Лецитин является смесью природных липидов, из них ФЛ составляют не менее 60%, при этом преобладающей фракцией в ФЛ является фосфатидилхолин, доля которого составляет не менее 70%.

Кинетические параметры взаимодействия флавоноидов и их смесей с лецитином в реакции с пероксирадикалами определяли в процессе инициированного окисления (этилбензол, метилолеат) при 333 К. За ходом окисления следили по поглощению кислорода. Антиоксидантные свойства флавоноидов и их смесей с лецитином оценивали на модели автоокисления метилолеата в тонком слое при 323 К. За ходом окисления следили по накоплению гидропероксидов, концентрацию которых регистрировали йодометрически.

Образование комплексов изученных флавоноидов с лецитином регистрировали с помощью УФ-спектроскопии, используя этанол в качестве растворителя.

Показано, что эффективность ингибирования изученных флавоноидов существенно различается в зависимости от их структуры, добавки лецитина приводят к снижению эффективности ингибирующего действия флавоноидов независимо от условий окисления. Установлено, что флавоноиды взаимодействуют с лецитином с образованием комплексов. Полученные данные обсуждаются с точки зрения влияния комплексообразования на реакционную способность флавоноидов и их биологическую активность.

### Список литературы

1. Мазалецкая Л.И., Шелудченко Н.И., Шишкина Л.Н. // Прикл. биохимия и микробиология. 2010. Т. 46. С. 148–152.
2. Mazaletskaya L.I., Sheludchenko N.I., Shishkina L.N. // Chemistry & Chem. Technology. 2012. Vol. 6. P. 35–41.

## ПОЛУЧЕНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА МЕДЬ-ПЕКТИНОВЫХ ГЕЛЕВЫХ ЧАСТИЦ

Шубаков А.А., Михайлова Е.А.

*Институт физиологии Коми НЦ УрО РАН*

*167982, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 50; e-mail: shubakov@physiol.komisc.ru*

Природные физиологически активные и биodeградируемые пектиновые полисахариды в связи с их способностью к гелеобразованию широко применяются в пищевой и фармацевтической промышленности [1]. Основными коммерческими пектинами с высокой гелеобразующей способностью являются яблочный и цитрусовый пектины [2]. Для образования гелей из низкометоксилированных пектинов наиболее часто в качестве кросс-сшивающего агента используют ионы кальция [2, 3]. Перспективным кросс-сшивающим агентом для получения пектиновых гелевых частиц являются ионы меди [4].

Из водных растворов низкометилэтерифицированного коммерческого яблочного пектина AU701 («Herbstreith & Fox KG», Германия) с использованием в качестве кросс-связывающего агента ионов меди нами были получены медь-пектиновые гелевые частицы по методу ионотропного гелеобразования [5]. Сферические гелевые частицы получали при концентрациях яблочного пектина от 1 до 5% и хлорида меди ( $\text{CuCl}_2$ ) от 1 до 10%. Установлено, что с повышением концентрации яблочного пектина от 1 до 5% диаметр сухих гелевых частиц при всех испытанных концентрациях  $\text{CuCl}_2$  увеличивается от 0.42 до 1.15 мм. Плотность сухих гелевых частиц с повышением концентрации яблочного пектина при всех испытанных концентрациях  $\text{CuCl}_2$  также повышается от 0.65 до 1.65 мг/мм<sup>3</sup>. Таким образом, вне зависимости от используемой концентрации ионов меди наиболее плотные медь-пектиновые гелевые частицы формируются из 5%-ного яблочного пектина, а наименьший диаметр обнаруживается у частиц, образованных из 1%-ного яблочного пектина.

Исследованы набухание и деградация полученных медь-пектиновых гелевых частиц при их последовательной инкубации в искусственной гастроэнтеральной среде: SGF (искусственная гастральная среда), SIF (искусственная среда тонкого кишечника) и SCF (искусственная среда толстого кишечника). Установлено, что наибольшей степенью набухания в SGF обладают гелевые частицы, образованные из 4–5%-ного яблочного пектина и 10%  $\text{CuCl}_2$ . Медь-пектиновые гелевые частицы, в зависимости от концентрации яблочного пектина и ионов меди, в процессе их дальнейшего транзита через искусственную гастроэнтеральную среду деградируют в разных отделах кишечника в SIF или в SCF.

*Работа выполнена в рамках госзадания № ГР АААА-А17-117012310147-8.*

### **Список литературы**

1. Оводов Ю.С. // Биоорг. химия. 2009. Т. 35. С. 293–310.
2. Thakur B.R., Singh R.K., Handa A.K., Rao M.A. // Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 1997. Vol. 37. P. 47–73.
3. Shubakov A.A., Mikhailova E.A., Prosheva V.I., Belyy V.A. // Int. J. Biomed. 2018. Vol. 8. P. 60–64.
4. Seslija S., Veljovic D., Krusic M.K., Stevanovic J., Velickovic S., Popovic I. // New J. Chem. 2016. Vol. 40. P. 1618–1625.
5. Sriamornsak P. // Eur. J. Pharm. Sci. 1999. Vol. 8. P. 221–227.

## СУПРАМОЛЕКУЛЯРНАЯ СТРУКТУРА МЕЖКЛЕТОЧНОГО ПРОСТРАНСТВА ТКАНЕЙ РАСТЕНИЙ

**Шумилина Д.Р.<sup>1</sup>, Ильина А.П.<sup>2</sup>, Курилов Д.В.<sup>3</sup>, Колотыркина Н.Г.<sup>3</sup>,  
Ямскова В.П.<sup>4</sup>, Ямсков И.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева  
125047, г. Москва, Миусская площадь, 9

<sup>2</sup>Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН  
119991, г. Москва, ул. Вавилова, 28

<sup>3</sup>Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН  
119991, г. Москва, Ленинский просп., 47

<sup>4</sup>ООО Институт проблем биорегуляции  
119991, г. Москва, Ленинский просп., 45; e-mail: Yamskova-vp@yandex.ru

В межклеточном пространстве тканей некоторых видов растений – чистотел большой (*Chelidonium majus* L.), алоэ вера (*Aloe vera* L.), пустырник сердечный (*Leonurus cardiaca* L.), лук репчатый (*Allium cepa* L.), подорожник (*Plantago major* L.) – обнаружена супрамолекулярная структура, строение и биологические свойства которой, в основном, были сходны с ранее изученной нами супрамолекулярной структурой межклеточного пространства тканей позвоночных животных. Такая супрамолекулярная структура имеет сложное строение: ее основу составляют пептидно-белковые комплексы (ПБК), присутствием которых, по-видимому, и обусловлена их выраженная биологическая активность. Исследуемую субстанцию экстрагировали из растительных тканей при пониженной температуре (+4°C) водно-солевым раствором, для дальнейшей очистки использовали метод ВЭЖХ. Из состава упомянутых растительных ПБК были выделены индивидуальные органические соединения, которые посредством методов ЯМР и масс-спектрометрии идентифицированы как (E)-3-(4-гидрокси-3-метоксифенил)-2-пропеновая (феруловая) кислота, а также 3-[гидрокси(4-гидрокси-3,5-диметоксифенил)метил]-4-[(7-метокси-1,3-бензодиоксол)-5-ил]метилдигидро-2(3H)-фуранон. Следует отметить, что, по данным мировой литературы, идентифицированные в составе ПБК соединения обладают свойствами антиоксидантов. В отношении биологической активности, проявляемой выделенными из исследованного растительного материала веществами, нами показано, что оба соединения влияют на вязко-упругие свойства клеток млекопитающих, в том числе в низких концентрациях ( $<10^{-9}$  М). Супрамолекулярная структура растительного происхождения оказывает действие на клеточную пролиферацию, дифференцировку, апоптоз клеток млекопитающих и амфибий в экспериментах *in vitro* и *in vivo*, а также стимулирует восстановление и регенерацию в тканях животных, влияет на вязко-упругие свойства клеточных мембран. Кроме того, в рамках настоящего исследования выявлено еще одно важное свойство растительной супрамолекулярной структуры, сближающей её с таковой из тканей животного происхождения, – проявление шапероноподобной активности (IC<sub>50</sub> 26 нМ), причем – в низких концентрациях ( $<10^{-9}$  М). Важно отметить, что биологическая активность растительного ПБК хорошо коррелирует с фармакологическим действием того вида растения, из которого он был выделен. Полученные нами данные указывают на существование общего механизма регуляции, имеющего место в живых организмах, участниками которого, в частности, являются обнаруженные нами супрамолекулярные структуры межклеточного пространства тканей.

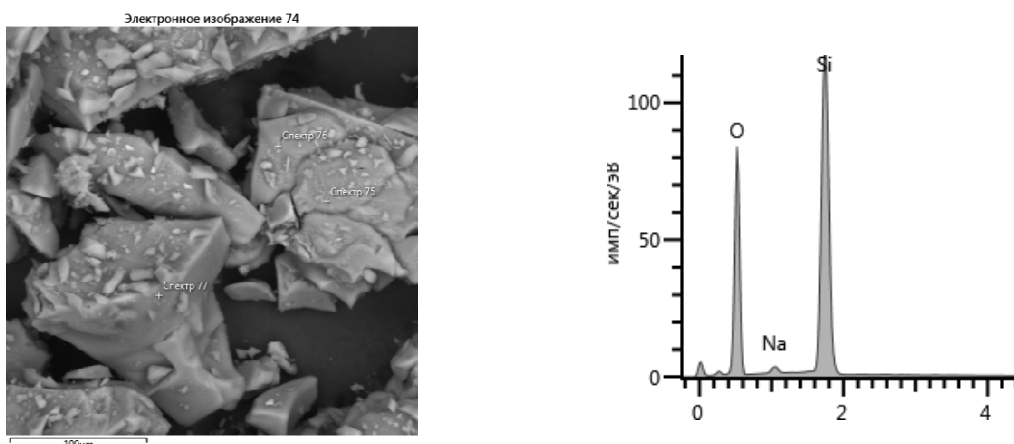
## КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА КРЕМНЕЗЕМСОДЕРЖАЩЕЙ РАСТИТЕЛЬНОЙ БИОМАССЫ

Щербакова Т.П.

*Институт химии Коми НЦ УрО РАН*

*167000, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 48; e-mail: sher.taty@mail.ru*

Исследование направлено на разработку технологии переработки растительной биомассы с содержанием кремнезема не менее 5% с целью выделения кремнезема с сохранением лигно-полисахаридных компонентов. Аморфный кремнезем и кремниевые комплексы являются многоцелевыми материалами и широко используются в фармацевтической, медицинской, химической и биохимической промышленности. Лигноцеллюлозный компонент, являющийся доминирующим в растительной биомассе, используют во всех направлениях целлюлозной промышленности. Методами окислительной минерализации и щелочной экстракции получены образцы кремнезема из растительного сырья различной технологической значимости. Исследованы технологические приемы подготовки растительной массы к озолению с целью получения продуктов с содержанием основного вещества ( $\text{SiO}_2$ ) до 99.9% (рисунок) [1, 2].



Результаты СЭМ и ЭДА кремнезема, полученного методом озоления.

Исследована возможность извлечения кремнезема из растительной матрицы путем выщелачивания и получения кремнийсодержащих продуктов с содержанием целевого компонента до 60%, при сохранении основной биомассы, представляющей собой лигно-целлюлозную матрицу. Предложенный способ позволяет перерабатывать кремнийсодержащую растительную биомассу: отходы сельского хозяйства, растениеводства, травостой, хвойную зелень с максимальным выходом целевых продуктов (порошковой целлюлозы, бионаполненных кремниевых гелей, аморфного кремнезема).

### *Список литературы*

1. Земнухова Л.А., Сергиенко В.И., Каган В.С., Федорищева Г.А. Способ получения аморфного диоксида кремния из рисовой шелухи // Патент RU 2061656. С01В33/12.
2. Виноградов В.В., Былков А.А. Способ подготовки рисовой шелухи для получения высокочистого диоксида кремния // Патент РФ № 2161124. С01В33/12.

**КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ЭФИРНОГО МАСЛА ХВОИ *PINUS PUMILA*****Эрдынеева С.А., Ширеторова В.Г., Раднаева Л.Д.**

*Байкальский институт природопользования СО РАН  
670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6; e-mail: esssa198013@gmail.com*

В настоящее время наблюдается рост популярности натуральных лекарственных средств на основе растительного сырья, увеличение ассортимента которых возможно за счет внедрения в медицинскую практику растений, издревле используемых в народной медицине. Одним из таких растений является кедровый стланик *Pinus pumila* (Pall.) Regel. Это хвойный крупный кустарник, занимающий поверхности горных хребтов на значительных территориях и формирующий верхнюю границу лесов. В России ареал охватывает Дальний Восток и Восточную Сибирь. Хвоя, корни, побеги, семена в виде настоев, отваров, а также смола широко используются в народной медицине.

Эфирные масла хвой кедрового стланика, произрастающего в Японии и на территории Хабаровского края, достаточно подробно изучены [1], по кедровому стланику, произрастающему в Республике Бурятия, подобных исследований ранее не проводилось.

Образцы хвой были отобраны в месте естественного произрастания, в 30 км к северу от г. Улан-Удэ в кедровнике баданово-зеленомошном в 2017 г.

Эфирное масло получали методом гидродистилляции, компонентный состав эфирных масел исследовали методом газовой хромато-масс-спектрометрии. Содержание эфирного масла в хвое составило 2.1% в пересчете на сухое вещество.

В полученном эфирном масле определено 47 компонентов, из них в наибольшей массовой доле представлены:  $\alpha$ -пинен (41–50%), лимонен (11–20%), камфен (2–5%), терпинолен (2–5%). Содержание монотерпенов составило 80–85% от суммы компонентов, сесквитерпенов – 10–15%, кислородсодержащих соединений – 2–5%. При сравнении полученных результатов с литературными данными установлено, что основными компонентами являются одни и те же монотерпеновые углеводороды, однако соотношения некоторых из них различаются в несколько раз, что может быть связано с условиями произрастания. Так, содержание  $\alpha$ -пинена в полученном эфирном масле оказалось выше в два–пять раз. В литературе приводятся такие биологические свойства  $\alpha$ -пинена, как противомикробные, гипотензивные, противовоспалительные, анксиолитические, противоопухолевые [2]. Содержание 3-карена, известного своей высокой аллергической активностью, в исследованных нами образцах было ниже почти в пять раз.

Таким образом, можно полагать, что кедровый стланик, произрастающий в Республике Бурятия, является перспективным источником эфирных масел, с более высокими потребительскими свойствами.

***Список литературы***

1. Стародубов А.В., Домрачев Д.В., Ткачѳв А.В. // Химия растительного сырья. 2010. № 1. С. 81–86.
2. Аляев Ю.Г., Руденко В.И. // Эффективная фармакотерапия. 2016. № 41. С. 10–15.

## МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСЫ ПЕКТИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ СТВОРОК *PHASEOLUS VULGARIS*

**Эшбеков А., Саидходжаева Д.М., Рахманбердыева Р.К., Сыров В.Н.**

*Институт химии растительных веществ им. ак. С.Ю. Юнусова АН РУз  
Республика Узбекистан, 100170, г. Ташкент, ул. М. Улугбека, 77;  
e-mail: azamat.eshbekov@mail.ru*

В организме человека макро- и микроэлементы находятся в виде металлокомплексов, их избыток или недостаток приводят к нарушению нормальных процессов в организме и к болезням. В настоящее время имеются работы по получению и изучению физиологической активности металлокомплексов на основе галактуроновой кислоты и пектиновых веществ [1, 2]. Благодаря особенностям строения, пространственного расположения гидроксильных и карбоксильных групп пектиновые вещества (ПВ) *Phaseolus vulgaris* являются благоприятным лигандом для получения металлокомплексов. В связи с этим цель исследования – разработка получения металлокомплексов на основе ПВ, определение их физико-химических характеристик и выявление биологической активности. Из створок *P. vulgaris* ранее нами был получен высокоэтерифицированный пектин с выходом 10%, СЭ 84.4% и Мм 42 кДа [3].

Для получения металлокомплексов изучены кислотно-основные свойства пектиновых веществ фасоли и равновесия их комплексообразования с ионами калия и магния. Полученный пектат калия был исходным лигандом для синтеза магниевых (ПВ-Mg) и калиево-магниевых (ПВ-КМg) комплексов пектиновых веществ. Металлокомплексы ПВ представляют собой аморфные порошки светло-кремового цвета, растворяются в воде. В ИК-спектрах полученных соединений наблюдались полосы поглощения в области 1633, 1638 см<sup>-1</sup>, соответствующие валентным колебаниям карбоксильных групп (COO<sup>-</sup>). Полоса поглощения в области 1745 см<sup>-1</sup> валентных колебаний карбонила (C=O) карбоксильной группы отсутствует. Содержание калия и магния в полученных металлокомплексах определяли на приборах «EVO MA10» (SEM), также на атомно-эмиссионном спектрометре с индуктивно-связанной плазмой «ICP NexION 2000» (фирма «Perkin Elmer»). Установили, что оно составляет: в ПВ-К К-0.37% (21099.812 мг/л); ПВ-Mg Mg-1.67% (27466.240 мг/л), ПВ-КМg К-1.44% (9566.638 мг/л), Mg-1.27% (8782.835 мг/л).

Фармакологические исследования пектиновых веществ с определенным, экспериментально подобранным оптимальным соотношением пектина и калия у кроликов с атеросклерозом, показали наличие у них гипохолестеринемического действия, а также способствовало повышению до нормы общего и внутриклеточного содержания калия в сердечной мышце, сниженного у животных при воспроизводимой патологии, и восстановлению отношения общего калия к общему натрию. Выявленный оптимизирующий сдвиг в электролитном обмене под влиянием исследуемых металлокомплексом пектиновых веществ позволяет существенно дополнить спектр известного биологического действия этих соединений.

### **Список литературы**

1. Логинова Н.В., Полозов Г.И., Сорокин В.Л., Желдакова Р.А., Шадыро О.И. // Вестник БГУ. Сер. 2. 2006. № 3. С. 3–20.
2. Минзанова С.Т., Миронов В.Ф., Миронова Л.Г., Низамеев И.Р., Холин К.В., Волошина А.Д., Кулик Н.В., Назаров Н.Г., Милуков В.А. // Химия природ.соедин. 2016. № 1. С. 28–32.
3. Эшбеков А.Э., Рахманбердыева Р.К., Маликова М.Х. // Химия природ.соедин. 2019. № 2. С. 207–209.



## АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ЭКСТРАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ЛИСТЬЕВ ЛОФАНТА АНИСОВОГО, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ СВЕРХКРИТИЧЕСКОЙ ФЛЮИДНОЙ CO<sub>2</sub> ЭКСТРАКЦИЕЙ

**Юртаева Е.А.<sup>1</sup>, Ремезова И.П.<sup>1</sup>, Тырков А.Г.<sup>2</sup>, Лужнова С.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Пятигорский медико-фармацевтический институт,  
филиал Волгоградского государственного медицинского университета  
357532, г. Пятигорск, просп. Калинина, 11; e-mail: huitre\_88@mail.ru

<sup>2</sup>Астраханский государственный университет  
414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1; e-mail: tyrkov@rambler.ru

Лекарственные препараты растительного происхождения, наряду с относительной безопасностью и возможностью длительного применения в медицинской практике, характеризуются достаточно высокой эффективностью, обусловленной входящими в их состав ценными биологически активными веществами.

Ранее нами был исследован химический состав эфирного масла, а также комплекс флавоноидов из листьев лопуха анисового [1, 2].

Продолжая развивать исследования в этом направлении, нами методом сверхкритической флюидной экстракции получена серия образцов экстрактивных веществ из листьев лопуха анисового (*Lophanthus anisatum* Benth.) [3], интродуцированного в Астраханской области, изучен его аминокислотный состав. Для определения компонентного состава аминокислот в экстракте использовали метод тонкослойной хроматографии. Количественное определение суммы аминокислот в пересчёте на глутаминовую кислоту проводили методом фотометрии по реакции с 0.2% раствором нингидрина [4]. В результате проведенных хроматографических исследований идентифицированы шесть аминокислот: пролин, орнитин, треонин, глутаминовая кислота, серин, аргинин, количественное содержание аминокислот в экстракте составляет 12%.

### Список литературы

1. Великородов А.В., Тырков А.Г., Ковалев В.Б., Дегтярев О.В. // ХРС. 2010. № 2. С. 143.
2. Чумакова В.В., Попова О.И. // Фармация. 2011. № 3. С. 20.
3. Юртаева Е.А., Ремезова И.П., Лужнова С.А., Тырков А.Г. // Беликовские чтения: Материалы V Всероссийской научно-практической конференции. Пятигорск, 2017. С. 88.
4. Буркина Н.А., Калинин Г.И., Фоминых Л.В., Курдюкова Л.В. // ХРС. 2000. № 1. С. 81.

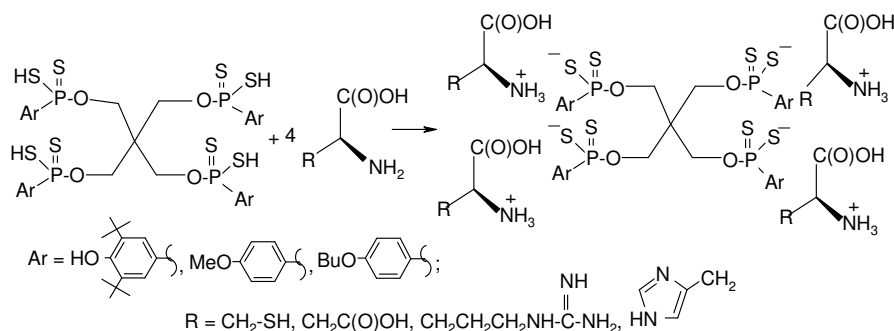
## ТЕТРААММОНИЕВЫЕ СОЛИ ТЕТРАКИСАРИЛДИТИОФОСФОНОВЫХ КИСЛОТ НА ОСНОВЕ АМИНОКИСЛОТ И ГЛУТАТИОНА

**Яковлев А.А.<sup>1</sup>, Теренжев Д.А.<sup>2</sup>, Низамов И.Д.<sup>1</sup>, Никитин Е.Н.<sup>2</sup>, Низамов И.С.<sup>1</sup>**

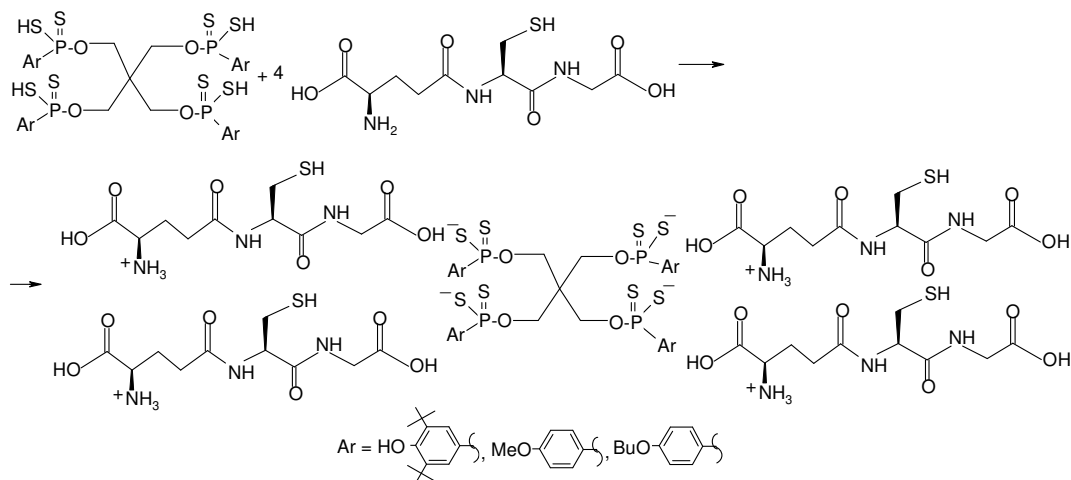
<sup>1</sup>Казанский (Приволжский) федеральный университет  
420008, г. Казань, ул. Кремлевская, 18; e-mail: isnizamov@mail.ru

<sup>2</sup>ФИЦ Казанский научный центр РАН  
420111, г. Казань, ул. Лобачевского, 2/31

Ионные жидкости на основе солей дитиокислот фосфора могут обладать антимикробным действием. Нами поставлена задача – получить новые ионные жидкости на основе низкотоксичных фосфорсеросодержащих соединений. В качестве матрицы для синтеза фосфорорганических соединений нами использован пентаэритрит, содержащий четыре гидроксильные группы. Полученные на основе пентаэритрита тетракасарилдитио-фосфоновые кислоты мы вводили в реакции с природными азотистыми органическими соединениями, такими как аминокислоты и трипептид глутатион. Образование оптически активных тетрааммонийтетракасарилдитиофосфонатов происходит при использовании аминокислот, содержащих функциональные группы и гетероциклические заместители, такие как (*S*)-(-)-цистеин, (*S*)-(-)-аспарагиновая кислота, (*S*)-(-)-аргинин и (*S*)-(-)-гистидин в реакциях с тетракасарилдитиофосфоновыми кислотами.



При замене аминокислот на трипептид глутатион, обладающий антиоксидантными свойствами, получены оптически активные тетрааммонийтетракасарилдитиофосфонаты в реакциях с тетракасарилдитиофосфоновыми кислотами.



Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 18-415-160012-р\_а.

## Авторский указатель

### А

Абдилалимов О. – 169  
 Абдуллин М.Ф. – 29  
 Абдурахманов Ж.М. – 45  
 Абиева А.О. – 31  
 Авдеева Д.А. – 238  
 Агеева М.В. – 123  
 Агзамова М.А. – 94, 107  
 Азаматова А. – 110  
 Азизова Д.М. – 33  
 Азимова Ш.С. – 45  
 Аймаков О.А. – 34  
 Айтказина Р.Р. – 35  
 Аксенов А.В. – 37, 91, 144  
 Аксенова Ю.Б. – 37, 135, 144  
 Алекберова Н.А. – 38  
 Александрова Г.П. – 39, 40  
 Алексеев И.Н. – 239  
 Алимжанова М.Б. – 109  
 Аминина Н.М. – 88  
 Анаников В.П. – 25  
 Ананченко Б.А. – 174  
 Андреев Е.Н. – 41  
 Андреева О.В. – 117  
 Аношенко Б.Ю. – 139  
 Антипин И.С. – 179  
 Апаева А.В. – 195  
 Ардабьевская С.Н. – 83  
 Арэфьева О.Д. – 42, 99  
 Арипова С.Ф. – 169  
 Ариповский А.В. – 98  
 Аристова А.А. – 43  
 Архипова Д.М. – 150, 151  
 Астафьева О.В. – 38, 119, 213  
 Афаньков А.Н. – 238  
 Ахмедова Г.Р. – 44  
 Аширов О.Н. – 45

### Б

Бабкин В.А. – 68, 72  
 Баженов Б.Н. – 254

Базанов А.В. – 186  
 Байбакова О.В. – 46  
 Баканов В.В. – 59  
 Балтина Л.А. – 4  
 Банина О.А. – 47  
 Бей М.П. – 48  
 Бекузарова С.А. – 112  
 Белаш М.Ю. – 49  
 Беленок М.Г. – 117  
 Белов Т.Г. – 50  
 Белоусов М.В. – 54  
 Белых Д.В. – 65, 149, 190, 242  
 Берестецкий А.О. – 74, 84  
 Блинова И.П. – 138  
 Бовина А.Е. – 184  
 Боглаевская Е.О. – 162  
 Боголицын К.Г. – 51  
 Бодриков И.В. – 6, 252  
 Бойцова Т.А. – 93  
 Бондаренко Г.Н. – 49  
 Ботиров Э.Х. – 53, 80, 115, 226  
 Братишко К.А. – 54  
 Бровко О.С. – 93  
 Брусенцева О.И. – 55  
 Будаева В.В. – 46, 66, 118  
 Бузин М.И. – 83  
 Буравлёв Е.В. – 56  
 Бурашева Г.Ш. – 217  
 Бургарт А.А. – 199  
 Бургарт Я.В. – 199  
 Бурьянов Я.И. – 98, 240  
 Бутко И.Ю. – 180  
 Бушкевич Н.В. – 57  
 Бушмелева К.Н. – 58, 64

### В

Вагина Д.С. – 183  
 Василевский С.В. – 37, 91, 144  
 Васина Д.В. – 193  
 Вахитова Ю.В. – 27  
 Ведерников Д.Н. – 59  
 Великородов А.В. – 60

Вендило Н.В. – 62  
 Веприкова Е.В. – 49  
 Вилкова Д.Д. – 119  
 Вишневская Т.И. – 88  
 Волков В.А. – 212  
 Волошина А.Д. – 117, 241  
 Воронова М.И. – 215  
 Вураско А.В. – 205  
 Выдрин В.А. – 14  
 Вышкаталюк А.Б. – 58, 64

## Г

Гайфуллина И.З. – 174  
 Гарабаджиу А.В. – 8  
 Гилева Н.В. – 65  
 Гисматулина Ю.А. – 66  
 Глазунов В.П. – 116  
 Глушков В.А. – 67  
 Гоголь Е.С. – 68  
 Гоготов А.Ф. – 72  
 Голод А.В. – 184  
 Голубина О.А. – 54  
 Голохваст К.С. – 187  
 Горбач В.И. – 116  
 Горшкова Р.М. – 10, 171, 209  
 Горшкова Т.А. – 123, 174  
 Гребёнкина О.Н. – 26, 69, 70, 134  
 Гречкин А.Н. – 166  
 Григорьев М.Е. – 167  
 Григорьева Л.Р. – 179  
 Гринёв В.С. – 146  
 Гришин Ю.В. – 251  
 Гришко В.В. – 160, 227  
 Губайдуллин А.Т. – 150  
 Губаненко Г.А. – 104  
 Гуляев С.М. – 216  
 Гумарова Л.Ф. – 64  
 Гумерова С.К. – 241  
 Гуреев М.А. – 8  
 Гурьева Я.А. – 71  
 Гусакова М.А. – 51, 200  
 Гусакова Н.Н. – 146  
 Гущина О.И. – 147  
 Гыргенова Е.А. – 72

Гырдымова Ю.В. – 26, 73

## Д

Далинова А.А. – 74, 84  
 Данияров А. – 34  
 Дебердеев Р.Я. – 155  
 Дебердеев Т.Р. – 155  
 Дейнека В.И. – 78, 138, 161  
 Демченко Н.В. – 83  
 Денева С.В. – 132  
 Джемилев У.М. – 41, 230  
 Джемилева Л.У. – 41  
 Джуманазарова А.З. – 75  
 Дикусар Е.А. – 77  
 Долмаа Г. – 39  
 Доронин А.Г. – 78  
 Дренин А.А. – 80  
 Дреничев М.С. – 168  
 Дрозд Н.Н. – 81, 232  
 Дроздов Ф.В. – 83  
 Дрюк О.В. – 158  
 Дубовик В.Р. – 74, 84  
 Дыленова Е.П. – 85  
 Дьяконов В.А. – 41, 230  
 Дьяченко О.В. – 98, 240

## Е

Евдокимов А.Н. – 86  
 Евсеева А.В. – 260  
 Евстифеева Р.А. – 87  
 Егорова А.Ю. – 146  
 Елизарова И.Р. – 210  
 Епур Н.В. – 88  
 Еременко О.Н. – 191  
 Ермак И.М. – 116  
 Ефанов М.В. – 238

## Ж

Жауынбаева К.С. – 90  
 Жестовская Е.С. – 91  
 Жигжитжапова С.В. – 85, 246  
 Жидова А.С. – 173  
 Жикишев Е. – 34

Жильцов Д.В. – 93  
 Жилиякова Т.А. – 251  
 Жукова Н.К. – 67  
 Жусупова А.И. – 110  
 Жусупова Г.Е. – 110

### **З**

Заварзин И.В. – 141  
 Зайнуллина К.С. – 211  
 Зайцев Г.П. – 251  
 Закиров И.Ф. – 114  
 Закирова Р.П. – 94, 95  
 Залевская О.А. – 71  
 Захаренко А.М. – 187  
 Захаров А.Г. – 96, 186, 215  
 Захарова С.С. – 97  
 Захарченко Н.С. – 98, 240  
 Земнухова Л.А. – 42, 99, 173  
 Земская Н.В. – 100, 256  
 Зилеева З.З. – 177  
 Злотин С.Г. – 11  
 Зобнина Н.Л. – 101  
 Зокирова У.Т. – 103  
 Золотухин В.Н. – 118  
 Зубарева Н.Д. – 141  
 Зубов И.Н. – 218  
 Зыкова И.Д. – 104  
 Зыкова М.В. – 54

### **И**

Ибрагимов А.А. – 12, 105  
 Ибрагимова Д.Н. – 245  
 Иванов А.Ю. – 84  
 Иванов С.П. – 125  
 Игамбердиева П.К. – 12  
 Измestьев Е.С. – 26, 69, 106  
 Илиясов А.М. – 38  
 Ильина А.П. – 264  
 Ильина Т.М. – 166  
 Ильченко Н.О. – 214  
 Исаев И.М. – 94, 107  
 Исаева Е.В. – 108  
 Исaiкина Н.В. – 54  
 Исламова Ж.И. – 90

Ихсанов Е.С. – 109, 110  
 Ихсанова Н.М. – 111, 255  
 Ишмуратов Г.Ю. – 14  
 Ишмуратова Н.М. – 14  
 Ишмухаметова С.Р. – 230

### **К**

Кабалоев Т.Х. – 112  
 Калмыкова Е.Н. – 113, 172  
 Карабаева Р.Б. – 105  
 Карасева Ю.С. – 114  
 Каримов А.М. – 115  
 Карнаков И.А. – 116  
 Карпенко Е.В. – 164  
 Касымова Д.Т. – 110  
 Катаев В.Е. – 15, 117  
 Качала В.В. – 141  
 Кашеева Е.И. – 118  
 Киселев С.В. – 21  
 Кислякова Л.А. – 208  
 Клепикова А.В. – 119  
 Клименко И.В. – 120, 147  
 Коваль Л.А. – 100, 121  
 Ковальская А.В. – 27, 122, 175, 176, 177  
 Ковехова А.В. – 42, 99  
 Кожевников А.Ю. – 236  
 Козлов В.Н. – 125  
 Козлова Л.В. – 123, 174  
 Колотыркина Н.Г. – 141, 264  
 Комиссарова Н.Г. – 124  
 Конкина И.Г. – 125  
 Кононов Л.О. – 126  
 Коньшин В.В. – 238  
 Копылов В.В. – 254  
 Копылова О.И. – 238  
 Копытько Я.Ф. – 127  
 Королева А.А. – 243, 253  
 Королева А.Е. – 128  
 Королькова И.В. – 49  
 Корулькин Д.Ю. – 111, 129, 156, 157, 255  
 Корчагина А.А. – 66  
 Коршунов А.О. – 130  
 Костенко А.А. – 11

Костыро Я.А. – 68  
Котельникова Н.Е. – 154  
Кофтин О.В. – 245  
Кравчук А. – 152  
Красикова А.А. – 51  
Краюшкина А.В. – 150, 151  
Кривошеков С.В. – 54  
Крымская Ю.В. – 131, 214  
Крюкова П.С. – 250  
Кубик О.С. – 132  
Кувшинова Л.А. – 114, 133  
Кудрявцев К.В. – 16  
Кузиванов И.М. – 134, 196  
Кузнецова О.В. – 37, 135, 144  
Кузнецова Ю.А. – 178  
Кузьменок А.Ю. – 168  
Куковинец О.С. – 137  
Кульченко Я.Ю. – 138  
Купцов Н.С. – 139  
Курзин А.В. – 86, 180  
Курилов Д.В. – 141, 264  
Курис Ю.Е. – 183  
Кусаинова К.М. – 143  
Кутакова Н.А. – 218  
Кучеренко А.С. – 11  
Кучин А.В. – 26, 47, 62, 71, 131, 163, 196, 237, 243, 253

## Л

Лазарев М.А. – 130  
Лазукина К.Г. – 185  
Лапко И.В. – 37, 135, 144  
Ларкина Е.А. – 147  
Латыпов Ш.К. – 151  
Лаунд А. – 172  
Лебедева Е.О. – 215  
Лежнина М.Г. – 178  
Лезина О.М. – 26, 69, 70, 106, 134  
Ленина О.А. – 64  
Лепехова С.А. – 68  
Лесничая М.В. – 39, 145  
Либин Ф.И. – 86  
Линькова Е.И. – 146  
Литвиненко Ю.А. – 143, 217

Лобанов А.В. – 120, 147  
Лобов А.Н. – 175  
Логвинова Л.А. – 54  
Логинова И.В. – 148  
Лоскутов С.Р. – 204  
Лужнова С.А. – 268  
Луцкий В.И. – 128

## М

Мавродиев В.К. – 29  
Мазалецкая Л.И. – 262  
Мазурова Е.В. – 49  
Макангара Дж. – 172  
Макаренко Н.В. – 42  
Макаров А.А. – 41  
Макарова Е.Н. – 257  
Малый С.В. – 60  
Мальшакова М.В. – 149  
Мамарозиков У.Б. – 95  
Мамедов Э.И. – 113  
Маннапова Г.С. – 123  
Мартаков И.С. – 206, 228  
Мартинсон Е.А. – 174  
Микшина П.В. – 123, 174, 201  
Миленин С.А. – 83  
Милославский Д.Г. – 33  
Милюков В.А. – 150, 151, 247  
Минзанова С.Т. – 64, 150, 151, 162, 247  
Мироненко Н.В. – 152, 153  
Миронов А.Ф. – 147  
Миронов В.Ф. – 18, 150, 162, 179, 241, 258  
Миронова Л.Г. – 64, 150, 151, 162, 247  
Михаилиди А.М. – 154  
Михайлов В.И. – 206, 228  
Михайлов С.Н. – 168  
Михайлова Е.А. – 263  
Мозговой О.С. – 195  
Момзякова К.С. – 155  
Москалев А.А. – 20, 100, 121, 256  
Мосолкова В.Е. – 251  
Мударисова Р.Х. – 137  
Музафаров А.М. – 83  
Музычкина Р.А. – 129, 156, 157

Муринов Ю.И. – 125  
 Мусабекова А.А. – 109  
 Мухаметханов И.А. – 33  
 Мухитова Ф.К. – 166  
 Мынбаева Ж.Т. – 158

## Н

Набиуллина Л.В. – 239  
 Назаров М.А. – 160  
 Назаров О.М. – 105  
 Назипова А.Р. – 123  
 Наймушина Л.В. – 104  
 Наурызбаев М.К. – 109  
 Нафикова Е.П. – 29  
 Нгуен Ван Ань – 161  
 Недопёкина Д.А. – 87  
 Некрасов Э.В. – 202  
 Немтарев А.В. – 18, 151, 162, 179, 258  
 Нещадимова Е.А. – 185  
 Низамов И.Д. – 44, 50, 219, 260, 269  
 Низамов И.С. – 44, 50, 219, 260, 269  
 Никитин Е.Н. – 44, 50, 58, 219, 260, 269  
 Никитина Л.Е. – 21  
 Никонова Н.Н. – 163  
 Новик В. – 164  
 Нуркаир А. – 110

## О

Огай Ю.А. – 251  
 Огородникова А.В. – 166  
 Одинокоев В.Н. – 195  
 Ожимкова Е.В. – 167  
 Октябрьский О.Н. – 197  
 Орлов А.В. – 124  
 Ословский В.Е. – 168  
 Остроушко Ю.В. – 115  
 Охунов И.И. – 169

## П

Павлов Д.А. – 180  
 Падерин Н.М. – 170  
 Паламарчук И.А. – 93  
 Панарин Е.Ф. – 10, 22, 209

Панасенко А.Е. – 42  
 Панков С.А. – 171  
 Парфенов А.А. – 64  
 Патова О.А. – 172  
 Патрушева О.В. – 173  
 Первова М.Г. – 199  
 Пермякова Г.В. – 204  
 Пестова С.В. – 26, 106  
 Петрова А.А. – 174  
 Петрова М.О. – 84  
 Петрова П.Р. – 27, 122, 175, 176, 177  
 Пиголева С.В. – 98, 240  
 Пилипенко В.Н. – 60  
 Пилипенко Т.А. – 60  
 Пиякина Г.А. – 45  
 Племенков В.В. – 23  
 Плетнев В.А. – 62  
 Плявина А.С. – 205  
 Подолина Е.А. – 178  
 Полуэктова Е.В. – 74  
 Полякова Н.В. – 99  
 Пономарев Д.В. – 179  
 Пономарев С.Н. – 123  
 Пономарева М.Л. – 123  
 Попляк Е.О. – 59  
 Попов А.В. – 47, 239  
 Попов Е.Г. – 139  
 Попов С.А. – 97, 203  
 Попова Л.М. – 180  
 Попова Н.Р. – 181  
 Попова С.А. – 182  
 Потапов Е.Э. – 43  
 Протопопов А.В. – 183, 184, 185  
 Прочухан Ю.А. – 87  
 Прусов А.Н. – 96, 186  
 Прусова С.М. – 96, 186  
 Пунегов В.В. – 211, 222, 224  
 Пучкова Н.В. – 48  
 Пшеничнюк С.А. – 29  
 Пылина Я.И. – 149

## Р

Радбиль А.Б. – 130  
 Раднаева Л.Д. – 85, 216, 234, 246, 266

Разгонова М.П. – 187  
 Рамазанов Н.Ш. – 24, 141, 235  
 Рандалова Т.Э. – 85, 246  
 Рахимова Д.И. – 44  
 Рахмадиева С.Б. – 31, 35  
 Рахманбердыева Р.К. – 90, 267  
 Рахматуллина А.П. – 43  
 Ремезова И.П. – 268  
 Родин И.А. – 91  
 Родыгин К.С. – 25  
 Романов Г.А. – 168  
 Рочева Т.К. – 190  
 Рублева Н.В. – 215  
 Рубцова С.А. – 26, 69, 70, 73, 106, 131, 148  
 Рэгдэл Д. – 39  
 Рязанова Т.В. – 108, 191, 192

## С

Савельев В.А. – 249  
 Савельева Е.М. – 168  
 Савинова О.С. – 193  
 Савинова Т.С. – 193  
 Савченко Р.Г. – 195  
 Сагитова А.Ф. – 137  
 Садыков Р.А. – 134, 196  
 Саидходжаева Д.М. – 267  
 Сайниев Д.А. – 29  
 Сайфина Л.Ф. – 117  
 Сакович Г.В. – 66  
 Салимова А.Р. – 41  
 Салоутин В.И. – 199  
 Самигуллина А.И. – 150  
 Самойлова З.Ю. – 197  
 Саморукова М.А. – 199  
 Самсонова Н.А. – 200  
 Сапунова А.С. – 117, 241  
 Сасмаков С.А. – 45  
 Сауткина О.В. – 201  
 Сафина Г.Д. – 196  
 Светашев В.И. – 202  
 Сейтимова Г.А. – 143  
 Селеменев В.Ф. – 153  
 Селиванова Н.В. – 51

Селянина С.Б. – 218  
 Семенов В.Э. – 117  
 Семенова М.Д. – 203  
 Семенович А.В. – 204  
 Семеновых М.В. – 199  
 Серебренникова О.В. – 218  
 Симонова Е.И. – 205  
 Ситников П.А. – 206, 228  
 Скиба Е.А. – 46, 118  
 Скорняков Ю.В. – 207  
 Скрипова Н.Н. – 243  
 Скрыпник Л.Н. – 208  
 Слободова Д.А. – 10, 171, 209  
 Слободянюк Д.И. – 210  
 Смирнов С.Н. – 84  
 Смирнова Ал.Н. – 212, 262  
 Смирнова Ан.Н. – 211  
 Смирнова Г.В. – 197  
 Смирнова Е.В. – 167  
 Смусева С.О. – 152, 153  
 Соловьев И.А. – 59  
 Соловьёв И.А. – 100  
 Сольев П.Н. – 193  
 Сотников И.А. – 110  
 Спивак А.Ю. – 87  
 Спирихин Л.В. – 124  
 Ставрианиди А.Н. – 91  
 Старцева В.А. – 21  
 Стеценко Д.С. – 213  
 Субботин А.Ю. – 6, 252  
 Судариков Д.В. – 26, 131, 214  
 Суров О.В. – 215  
 Сухов Б.Г. – 39, 40, 145  
 Сыров В.Н. – 24, 90, 103, 267

## Т

Таранченко В.Ф. – 37, 91, 144  
 Тарасенков А.Н. – 83  
 Тараскин В.В. – 216, 231, 234  
 Тасмагамбетова Г.Е. – 217  
 Татаринцев Д.А. – 18  
 Татаринцева В.Г. – 218  
 Теренжев Д.А. – 58, 219, 269  
 Тесленко А.Ю. – 220



Тимофеев Н.П. – 221, 222, 224  
 Титок В.В. – 139  
 Тожибоев М.М. – 226  
 Толмачева И.А. – 160, 227  
 Торлопов М.А. – 81, 206, 228, 232  
 Торцева Т.В. – 181  
 Тошев Х.С. – 229  
 Трескова В.И. – 261  
 Трибулович В.Г. – 8  
 Трофимов Б.А. – 39, 40, 145  
 Трофимова Н.Н. – 68  
 Туктарова Р.А. – 230  
 Тулаева Л.А. – 65  
 Тупилкина В.А. – 183  
 Туримбетов Ж.К. – 107  
 Тухватшин Р.С. – 11  
 Тырков А.Г. – 268  
 Тыхеев Ж.А. – 216, 231

## У

Удоратина Е.В. – 81, 114, 228, 232  
 Ураков Б.А. – 95  
 Урбагарова Б.М. – 216, 234  
 Уртаев Х.И. – 112  
 Усманов Д.А. – 141, 235

## Ф

Фалёва А.В. – 236  
 Федоров В.С. – 192  
 Федоров Н.И. – 176  
 Федорова И.В. – 237, 253  
 Федорова Т.В. – 193  
 Федотова О.В. – 245  
 Феклистова И.Н. – 164  
 Феллер Е.Ю. – 238  
 Фетисова О.Ю. – 49  
 Флюрик Е.А. – 57  
 Фролова Л.Л. – 47, 62, 69, 239  
 Фурлей И.И. – 29  
 Фурс О.В. – 98, 240

## Х

Хаитбаев А.Х. – 229

Халитова Р.Р. – 87  
 Хаматгалимов А.Р. – 247  
 Хамитов Э.М. – 125  
 Ханина М.А. – 178  
 Харитонов Ю.В. – 55  
 Харьянова Е.В. – 192  
 Хасанов Ш.Ш. – 45  
 Хасиятуллина Н.Р. – 18, 241, 258  
 Хидырова Н.К. – 95, 103  
 Хисамутдинов А.Э. – 114  
 Худяева И.С. – 242  
 Хуршкайнен Т.В. – 163, 164, 243

## Ц

Цапок П.И. – 101  
 Цапаева О.В. – 18, 179  
 Цивилева О.М. – 245  
 Цыбикова С.З. – 246  
 Цыганова М.Е. – 33, 43  
 Цыпышева И.П. – 27, 122, 175, 176, 177  
 Цырлина Е.М. – 29

## Ч

Чекунков Е.В. – 247  
 Черезова Е.Н. – 114  
 Черемных К.П. – 249  
 Черепанов И.С. – 250  
 Черноусова И.В. – 251  
 Чесноков Н.В. – 49  
 Чжэнь Гуань-яо – 97  
 Чиянов А.А. – 6, 252  
 Чудинова К.А. – 181  
 Чукичева И.Ю. – 237, 253  
 Чупрова Н.А. – 192

## Ш

Шабалина О.В. – 254  
 Шаврина И.С. – 236  
 Шамина В.В. – 111, 255  
 Шамрикова Е.В. – 132  
 Шапошников М.В. – 256  
 Шатунова Т.В. – 199  
 Шахматов Е.Г. – 257

Швыдкий В.О. – 212  
Шевченко О.Г. – 56, 131  
Шевчук Т.В. – 98, 240  
Шелудченко Н.И. – 262  
Шемахина М.Э. – 258  
Шемякина Д.А. – 67  
Шестаков С.Л. – 236  
Шильникова О.В. – 260  
Шипина О.Т. – 261  
Ширеторова В.Г. – 266  
Шишкина Л.Н. – 212, 262  
Шишлов О.Ф. – 220  
Шлеина А.Н. – 184  
Шпатов А.В. – 97  
Шпигун О.А. – 91  
Шубаков А.А. – 263  
Шульц Э.Э. – 55, 203, 216, 249  
Шумилина Д.Р. – 264  
Шумилова Е.Ю. – 185

## Щ

Щеголева Е.В. – 100  
Щербакова Т.П. – 265

## Э

Эрдынеева С.А. – 266  
Эшбеков А. – 267

## Ю

Ювченко А.П. – 48  
Юнусов М.С. – 29, 124  
Юртаева Е.А. – 268  
Юсупова С.М. – 103  
Юсупова У.Ю. – 24, 141, 235

## Я

Якимов В.Ю. – 50  
Яковлев А.А. – 269  
Яковлева М.П. – 14  
Ямсков И.А. – 264  
Ямскова В.П. – 264

## **Спонсоры конференции**

**ООО «РЕАТОРГ»**

117587, г. Москва, Варшавское шоссе, 125

Тел: +7 (495) 966-31-40, 8 (800) 775-32-11

Факс: +7 (495) 966-31-40

e-mail: reatorg@reatorg.ru

web: www.reatorg.ru

Компания РЕАТОРГ - современная, прогрессивная, клиентоориентированная компания, специализирующаяся на комплексных решениях в области проектирования и оснащения химических и фармацевтических производств и лабораторий.

Компания РЕАТОРГ осуществляет подбор и поставку химических веществ, субстанций и оборудования надежных европейских, американских и азиатских производителей для новых и действующих химических производств: фармацевтических производств (АФС), производств реактивов и интермедиатов, пигментов, пестицидов, катализаторов и пр.

Постоянная работа компании по расширению ассортимента предлагаемого оборудования, в том числе произведенного под собственным брендом Reatorg Technologies™, предлагаемых услуг, расходных материалов, аксессуаров и сырья призвана защитить инвестиции заказчиков и обеспечить максимальную экономическую эффективность.

«Используя наш опыт и компетенции в проектировании производственных линий и лабораторий, а также подборе постоянно расширяющегося модельного ряда поставляемого оборудования, мы формируем коммерческие предложения с учетом всех предъявляемых заказчиком требований и бюджетных ограничений, гарантируя при этом качество и надежность», - Георгий Хачиян, генеральный директор ООО «РЕАТОРГ».

Сотрудники компании РЕАТОРГ - высококвалифицированные специалисты, имеющие профессиональное химическое и химико-технологическое образование и многолетний опыт работы на химических и фармацевтических производствах, а также в области проектирования данных производств.

Компания РЕАТОРГ аккредитована на всех ведущих электронных торговых площадках.

Клиентами компании РЕАТОРГ являются ведущие фармацевтические и химические компании, которые сотрудничают с нами на постоянной основе.

ООО «РЕАТОРГ» – золотой спонсор конференции.



REATORG, LLC

125, Varshavskoe shosse, Moscow,

Tel: +7 (495) 966-31-40, 8 (800) 775-32-11

Fax: +7 (495) 966-31-40

e-mail: reatorg@reatorg.ru

web: www.reatorg.ru

REATORG is a modern, progressive, client-oriented company specializing in complex solutions in the design and equipping of chemical and pharmaceutical industries and laboratories.

REATORG Company selects and delivers chemicals, substances and equipment from reliable European, American and Asian manufacturers to new and existing chemical industries: pharmaceutical production (APS), reagents and intermediates, pigments, pesticides, catalysts, etc.

The constant work of the company to expand the range of equipment offered, including those produced under its own brand Reatorg Technologies™, offered services, consumables, accessories and raw materials is designed to protect customers investments and ensure maximum economic efficiency.

«Using our experience and competence in the design of production lines and laboratories, as well as the selection of an ever-expanding range of supplied equipment, we form commercial offers taking into account all customer requirements and budget constraints while ensuring quality and reliability», – Georgy Khachiyanyan, CEO of REATORG.

REATORG employees are highly qualified specialists with relevant education and many years of experience in the chemical and pharmaceutical industries, as well as in the design of these industries.

REATORG is accredited at all leading electronic trading platforms.

The clients of REATORG are the leading pharmaceutical and chemical companies that cooperate with us on an ongoing basis.

REATORG is the gold sponsor of the conference.



аналитические приборы  
лабораторное оборудование  
фотореакторы  
лабораторное стекло  
мебель  
химические реактивы  
все для хроматографии  
электросинтез  
проточные реакторы

ООО «ГалаХим» – серебряный спонсор конференции.

# Все для вашей лаборатории!



## Аналитические приборы

- ВЭЖХ и УВЭЖХ Hitachi Chromaster
- Хромато-масс-спектрометры
- Препаративные хроматографы PuriFlash
- Спектрофотометры и спектрофлуориметры

## Все для хроматографии

Колонки для ГХ и ВЭЖХ, растворители, сорбенты, виалы, крышки, шприцевые фильтры

## Лабораторное оборудование и расходные материалы

- Проточные реакторы, мешалки, насосы, сушильные шкафы, центрифуги, испарители
- Лабораторное стекло и пластик

## Реактивы и стандартные образцы

- Реактивы производства Sigma-Aldrich, Merck, ABCR, Alfa-Aesar, ChemPure, Fluorochem, J&K
- Аналитические стандарты Supelco, Dr. Ehrenstorfer
- Фармакопейные стандарты USP, LGC Standarts



## Уникальный прибор для электросинтеза

# IKA® ElectraSyn 2.0



### Три в одном

Потенциостат, аналитическое и перемешивающее устройство

### Разнообразие комплектаций

Широкий выбор электродов, насадок и емкостей для любых задач



**Только в ГалаХим!**





# THALESNano

ThalesNano Nanotechnology Inc.

## ПРОТОЧНЫЕ РЕАКТОРЫ для органического синтеза



- Гидрирование (дейтерирование)
- Окисление
- Кросс-сочетание
- Озонолиз
- Нитрование
- Карбонилирование
- Реакции с магнием и литий-органикой
- Реакции замещения

ГАЛАХИМ

[www.galachem.su](http://www.galachem.su)  
[mailbox@galachem.su](mailto:mailbox@galachem.su)



Научное издание

**ХИМИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ**

(Тезисы докладов XI Всероссийской научной конференции  
с международным участием и школой молодых ученых)

Рекомендовано к печати

Ученым советом Института химии Коми НЦ УрО РАН

Оригинал-макет – И.Ю. Чукичева, Е.В. Буравлёв, И.А. Дворникова

Фото на обложке – И.С. Соколов

Компьютерный набор. Подписано в печать 30.04.2019 г.

Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Усл. печ. л. 33,48. Уч.-изд. л. 33.

Тираж 300 экз. Заказ 19-3964.

---

Редакционно-издательский отдел Коми НЦ УрО РАН  
167982, ГСП-2, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 24.

ISBN 978-5-89606-584-5



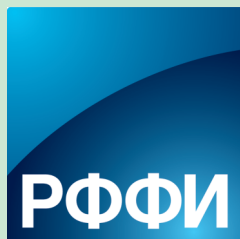
Отпечатано в ООО «Коми республиканская типография».

167982, Республика Коми, г. Сыктывкар, ул. Савина, 81.

Тел. 28-46-71, 28-46-72. E-mail: opb@komitip.ru



Конференция проходит при поддержке:



**reatorg**

ПРОЕКТИРОВАНИЕ  
ОСНАЩЕНИЕ • СЫРЬЕ

