



**ИРКУТСКИЙ ПОЛИТЕХ**

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

# **АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ХИМИИ, БИОТЕХНОЛОГИИ И СФЕРЫ УСЛУГ**

**МАТЕРИАЛЫ  
VIII ВСЕРОССИЙСКОЙ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ**

**25-26 апреля 2024**



**ИНСТИТУТ  
ВЫСОКИХ  
ТЕХНОЛОГИЙ**

**ИРКУТСК  
2024**

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ



**ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**приоритет2030<sup>+</sup>**  
лидерами становятся

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ХИМИИ, БИОТЕХНОЛОГИИ  
И СФЕРЫ УСЛУГ**

Материалы  
VIII Всероссийской научно-практической конференции  
с международным участием

(г. Иркутск, 25–26 апреля 2024 г.)



**ИЗДАТЕЛЬСТВО**  
**Иркутского национального исследовательского**  
**технического университета**  
**2024**



**УДК 66.0+574/577**

**ББК 35.11+28.0**

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом ИРНИТУ

**Актуальные проблемы химии, биотехнологии и сферы услуг** : материалы VIII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (г. Иркутск, 25–26 апреля 2024 г.). – Иркутск : Изд-во ИРНИТУ, 2024. – 196 с.

Представлены материалы, посвященные актуальным проблемам прикладной химии, биотехнологии, химии биологически активных веществ растительного сырья, экологическим проблемам промышленности.

*Главный редактор:*

Анциферов Е.А. – канд. хим. наук, директор Института высоких технологий ФГБОУ ВО «ИРНИТУ»;

*Ответственный редактор:*

Филатова Е.Г. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры химии и биотехнологии имени В.В. Тутуриной Института высоких технологий ФГБОУ ВО «ИРНИТУ»;

*Технический редактор:*

Степанова М.В. – специалист по учебно-методической работе кафедры химии и биотехнологии имени В.В. Тутуриной Института высоких технологий ФГБОУ ВО «ИРНИТУ»

*Авторы статей несут ответственность  
за достоверность и полноту сведений, изложенных в своих публикациях.  
За достоверность и полноту сведений, изложенных в публикациях,  
редакция и издатель ответственности не несет*

*Издается с файлов, предоставленных авторами*

ISBN 978-5-8038-1925-7

© ФГБОУ ВО «ИРНИТУ», 2024

## СОДЕРЖАНИЕ

### СЕКЦИЯ № 1 ПРИКЛАДНАЯ И ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ ХИМИЯ

<b>Волков С., Михаленко И. И.</b> Извлечение анионных красителей и дихромат-ионов из водных растворов нанопорошками алюмоциркониевых композитов .....	7
<b>Былков В. А., Раскулова Т. В.</b> Анализ российского рынка катализаторов процесса каталитического крекинга .....	10
<b>Аббасова М.С., Ярош Н.О., Жилицкая Л.В.</b> Синтез и свойства кремнийорганических производных на основе 3-меркапто-1,2,4-триазола .....	15
<b>Коконова Ю.И., Дударев Д.И., Лиховид Л.Д., Меркушина А.Д., Дударев В.И.</b> Изучение взаимодействия ионов меди(II) с углеродными сорбентами .....	18
<b>Степанов М.А., Сипкина Е.И.</b> Пеногасители и методы их получения .....	21
<b>Соболев И.А., Соболева В.Г.</b> Исследование физико-химических свойств эмульсии дизельного топлива .....	25
<b>Шилова А.Н., Яковлева А.А., Кондрашов Е.В.</b> Региоселективность циклоприсоединения нитрилоксидов к хлоралкенам .....	28
<b>Бабенко И.А., Павлова А.А., Небогин С.А., Вильмс А.И., Чертовских Е.О., Титов И.Д., Безбородов В.А.</b> Изучение возможности получения гидроксида магния из поликомпонентного гидроминерального сырья хлор-кальциевого типагазообразным аммиаком .....	31
<b>Чернигова П.О., Анциферов Е.А.</b> Невалентные взаимодействия в металлокомплексах .....	36
<b>Петрова А. Н., Бегунова Л.А.</b> Анализ синтезов пирролопирозинов ...	40

### СЕКЦИЯ 2. ПРИКЛАДНАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ И ХИМИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

<b>Чхенкели В.А., Чхенкели Г.Д.</b> Разработка методов контроля ветеринарного препарата траметин плюс .....	46
<b>Иванова К.Р., Привалова Е.А.</b> Влияние обработки грушевого сула адсорбентами на содержание микроорганизмов .....	49
<b>Амракулова А.А., Ахматгалиева К.И., Фомина Е.С., Тигунцева Н.П., Евстафьев С.Н.</b> Биомасло процесса этерификации шелухи сои	

лимонной кислотой .....	53
<b>Ахматгалиева К.И., Амракулова А.А., Тигунцева Н.П., Евстафьев С.Н.</b> Экстрактивные вещества соевой шелухи .....	58
<b>Шашкина С.С., Евстафьев С.Н.</b> Выделение технической целлюлозы из соломы при термообработке в среде хлорид холин / щавелевая кислота .....	62
<b>Посёлкина А.О., Верхотурова В.В., Хмель М.И., Александрова Т.И., Лозовая Т.С.</b> Методы получения моноклональных антител .....	65
<b>Носова Е.Р., Бегунова Л.А.</b> Актуальные методики идентификации метаболитов наркотических средств группы каннабиноидов из биологического материала .....	74
<b>Лузгина Н.А., Тигунцева Н.П.</b> Выделение пектинового концентрата из соевой шелухи .....	80
<b>Наумов И.К., Сипкина Е.И.</b> Соевая шелуха – перспективное сырье для получения ценных веществ .....	86

### **СЕКЦИЯ 3. КАЧЕСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ. ПИЩЕВАЯ ИНЖЕНЕРИЯ**

<b>Сиденова Т.И., Гусакова Г.С.</b> Обоснование выбора моркови как источника растительного сырья для получения функциональных напитков .....	89
<b>Чернышева К.А., Кучинская С.М.,</b> Использование нетрадиционного сырья в пивоваренной и ликероводочной промышленности .....	97
<b>Камленок И.С., Михалев Д.А., Столбанов Е.Ю.</b> Нетрадиционные виды сырья в пивоварении .....	101
<b>Стрельцова Е.И., Куприна О.В.</b> Обогащение хлеба белком .....	105
<b>Хамируева С.А., Тигунцева Н.П.</b> Безалкогольные напитки из нетрадиционного растительного сырья .....	110
<b>Белик Н. Ю., Григорьева В. А.</b> Использование нетрадиционного сырья при производстве бисквитных полуфабрикатов .....	114
<b>Каушева Е.И.</b> Крафтовое пиво в России .....	118
<b>Степанова М.В., Гусакова Г.С.</b> Функциональный напиток на основе морковного сока .....	121
<b>Бадмаева К.А., Чеснокова А.Н.</b> Применение нетрадиционного сырья в технологии мучных кондитерских изделий .....	127
<b>Кодачигов А.Д., Привалова Е.А.</b> Особенности производства	131

кислого пива .....	
<b>Муратова Д.А., Чеснокова А.Н.</b> Сырье для производства мучных кондитерских изделий лечебно-профилактического назначения для диабетиков .....	135
<b>Василенко А.С., Чудинова В.К.</b> Джин: история и современность .....	139

#### СЕКЦИЯ 4. ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ И БИОТЕХНОЛОГИЯ

<b>Миндубаев А.З., Кобелев А.В.</b> Влияние на морфологию грибов <i>Aspergillus Niger</i> F-4815d и F-4816d углеводного компонента среды. Сравнение лектиновой активности этих штаммов .....	143
<b>Кузьминская А.М., Бузаева М.В.</b> Улучшение экологических и эксплуатационных характеристик бензина при введении поверхностно-активных присадок .....	146
<b>Зелинская Е.В., Филатова Е.Г., Монхороева Л.М., Петрова А.Р.</b> Сорбционное извлечение ионов стронция из пластовых рассолов .....	149
<b>Посёлкина А.О., Закарчевский С.А., Чеснокова А.Н., Жданова Г. О.</b> Изучение генерации электрического тока микробиологическим препаратом «Доктор Робик 109» в микробных топливных элементах ...	152
<b>Чугунов А.Д., Филатова Е.Г., Соболев И.А.</b> Десорбция ионов никеля(II) с поверхности цеолита .....	155
<b>Галиулин Д.Р., Лозовая Т.С.</b> Использование сверчковой муки как источника азота при культивировании <i>Bacillus subtilis</i> .....	158
<b>Матиенко О.И., Климова А.А.</b> Изучение устойчивости эмульсий нефтепродуктов в воде .....	164
<b>Коваль Е.Т., Закарчевский С.А., Чеснокова А.Н., Жданова Г. О.</b> Изучение электрохимических характеристик при использовании ацидофильных бактерий в качестве катодного биоагента в микробных топливных элементах .....	167
<b>Соболев И.А., Соболева В.Г.</b> Извлечение нефтепродуктов из водных растворов сорбционными методами .....	170
<b>Верхотурова С.А., Говорин А.С.</b> Исследование отработанного фритюрного масла .....	174
<b>Нелюбина П.Е., Швецова Н.А., Павличенко В.В., Протопопова М.В.</b> Генетическая структура биотехнологически перспективного вида растений <i>Anemone Altaica</i> в Южном Прибайкалье .....	177

<b>Бессольцев В.В., Луцкий В.И., Куприна О.В.</b> Глубокое гидрирование смесей растительных масел в лабораторных условиях и сравнение свойств стеаринов разного состава .....	181
<b>Полонникова Е. А., Евстафьева О.А.</b> Основные ошибки при проведении анализа опасных факторов .....	184
<b>Бессольцев В.В., Куприна О.В.</b> Способность к аэрации коммерческих маргаринов и лабораторных переэтерифицированных жиров .....	191

## СЕКЦИЯ ПРИКЛАДНАЯ И ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ ХИМИЯ

УДК 544.723.212

### ИЗВЛЕЧЕНИЕ АНИОННЫХ КРАСИТЕЛЕЙ И ДИХРОМАТ-ИОНОВ ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ НАНОПОРОШКАМИ АЛЮМОЦИРКОНИЕВЫХ КОМПОЗИТОВ

**Волков С. (Республика Молдова)**

студент 4-курса

Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы  
117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6

e-mail: 1032205274@rudn.ru

**Михаленко И. И.**

д.х.н., профессор

Российский университет дружбы народов им. П. Лумумбы  
117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6

e-mail: mikhalenko\_ii@pfur.ru

**АННОТАЦИЯ:** Установлено, что адсорбционная способность мультиоксидных порошков  $50\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Zr}[\text{Yb},\text{Sm}]\text{O}_2$  в отношении анионных красителей метилоранжа, индигокармина и дихромат ионов зависит от присутствия оксида щелочноземельного элемента (Sr, Ca) и УФ облучения адсорбционных систем.

**Ключевые слова:** алюмоциркониевый сорбент, метилоранж, индигокармин, дихромат-ион, степень извлечения, изотермы сорбции, ультрафиолетовое облучение

### REMOVAL OF DYE ANIONS AND DICHROMATE IONS FROM AQUEOUS SOLUTIONS USING NANO POWDERS OF ALUMINA-ZIRCONIA COMPOSITES

**Volkov S.**

Student

Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia

e-mail: 1032205274@rudn.ru

**Mikhalenko I.I.**

Dr. Chem. Sci., professor

Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia

117198, Moscow, Miklukho-Maklay, 6

e-mail: mikhalenko\_ii@pfur.ru

**ABSTRACT:** It was found that the adsorption capacity of  $50\text{Al}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2[\text{Yb},\text{Sm}]$  multioxide powders with respect to anionic dyes of Methyl Orange, Indigo Carmine and Dichromate ions depends on the presence of alkaline earth element oxide (Sr, Ca) and UV irradiation of adsorbate-adsorbent systems.

Keywords: alumina-zirconia sorbent, methyl orange, indigo carmine, dichromate ion, removal degree, sorption isotherm, ultraviolet irradiation

В условиях возрастающего загрязнения окружающей среды адсорбционный способ очистки воды от вредных веществ разной природы остается наиболее востребованным. Оксид алюминия давно используется как сорбент с большой удельной поверхностью. Бинарная оксидная система металлов разной валентности  $Al^{+3} - Zr^{+4}$  является основой алюмоциркониевой (AZ) керамики. Её прекурсорами являются наноразмерные порошки, полученные простым, дешевым и экологически чистым золь-гель синтезом (ЗГС). Физико-химические свойства ЗГ-порошков зависят от параметров синтеза (исходные вещества, температура, pH, длительность), вводимых добавок, сушки и температуры прокаливания.

Объектами исследования данной работы были AZ нанопорошки состава в мольных процентах  $50Al_2O_3 - (50-n)[ZrA]O_2 - mB$ , с модифицирующими добавками редкоземельного металла ( $A = Yb^{+3}$  или  $Sm^{+3}$ ) в количестве 3% и оксидом щелочноземельного металла  $B = Sr^{+2}$  или  $Ca^{+2}$  с  $m = 0-3$ . Для краткости используем обозначения AZYb, AZSm ( $m = 0$ ) и AZYbSr и AZYbCa. Добавление A стабилизирует тетрагональную модификацию  $ZrO_2$ , а присутствие оксида B улучшает прочностные характеристики керамики, в том числе и для медицинского применения.

Цель работы – определить влияние вводимых функциональных добавок на сорбционные свойства порошков AZ-композитов для анионных красителей и токсичных анионов хрома (VI), а также УФ облучения для увеличения сорбции.

В разработанной ИМЕТ РАН методике обратного золь-гель синтеза ( $25^\circ C$ , 1 ч) прекурсоры A и B в виде солей-нитратов вводились в водный раствор нитрата алюминия и оксохлорида циркония, в раствор осадителя  $NH_4OH$  добавляли структурообразующий полимер – поливинилпирролидон в количестве 1% [1]. Полученные после прокаливания при  $950^\circ C$  порошки были аттестованы методами РФА, БЭТ/БДХ и СЭМ. Удельные поверхности сорбентов приводятся в таблице 1, диаметры частиц составляют 23-25 и 26-34 нм у образцов с Yb и Sm.

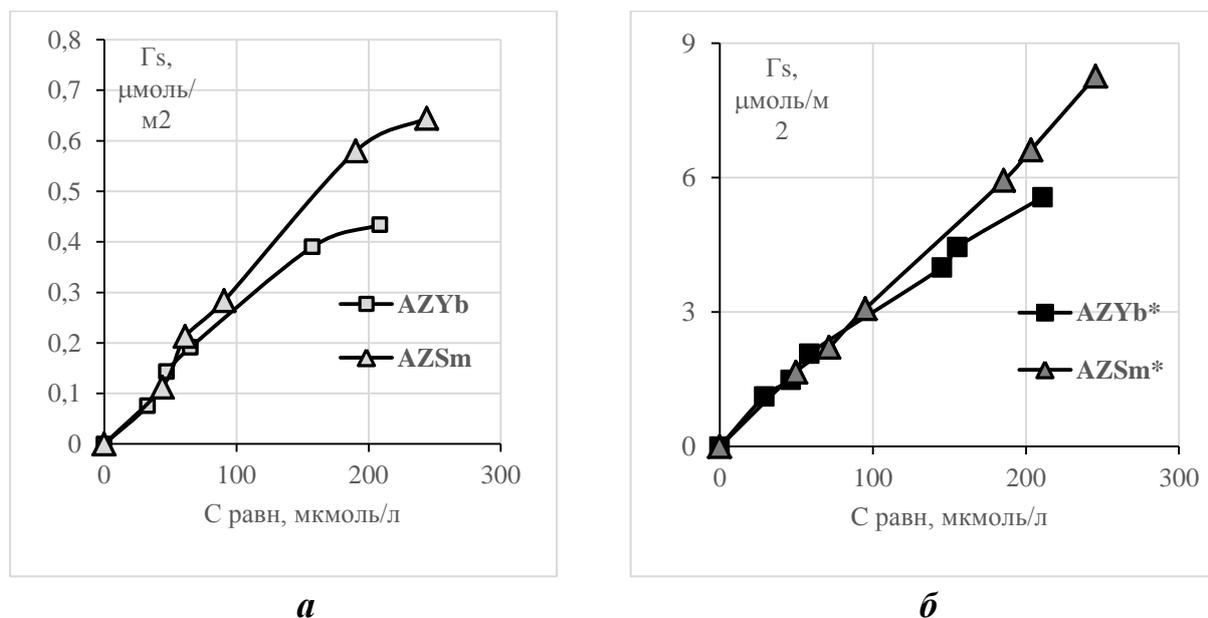
Адсорбтивы – х.ч. метилоранж (МО) и индигокармин (IC). Индигокармин является опасным красителем, кроме того, возможна его фотодegradация в гетерогенной системе с полупроводниковым оксидом [2].

Адсорбцию изучали методом спектрофотометрии (Escoiw УФ1200). Аналитические полосы поглощения – 360 (дихромат-ион), 465 (метилоранж) и 610 нм (индигокармин). Оксид циркония занимает промежуточное положение между изолятором и полупроводником, поэтому возможна фотоактивация сорбции в присутствии AZ порошковых материалов [3].

В работе облучение широкополосной УФ (УФО) лампой длительно-стью 10 мин проводили в трех вариантах: для адсорбционных систем после длительной сорбции (вариант 1), для порошков сорбентов (вариант 2) в сравнении с прогревом порошков на воздухе в течение 10 мин при 60°C для проверки влияние температурного фактора, присутствующего при УФО. В варианте 3 адсорбционные системы и растворы сравнения сразу облучались и сорбцию определяли через 2 суток. Степень извлечения ИС у всех образцов выше 90% и после УФО-3 она увеличивается на 2-3%. Рост извлечения МО составляет 10 и 14% и только в случае порошков AZYb и AZYbSr .

На рис.1 представлены изотермы сорбции дихромат-ионов (25 °С, в темноте) на образцах без стронция. Видно, что замена иттербия на самарий не имеет существенного значения для удельной адсорбционной способности, а УФО облучение равновесных систем приводит к дополнительному 10-кратному росту сорбции. Причиной активирования сорбции может быть как влияние УФО на состояние адсорбента, так и раствора адсорбатов. Экстинкция калибровочных растворов дихромата калия после облучения немного изменяется, что учитывалось в расчете равновесных концентраций.

На степень извлечения ( $\beta$ ) дихромат-ионов и метилоранжа существенно влияет присутствие иона щелочноземельного металла: значения  $\beta$  резко снижаются (табл.1) при этом УФО-1 нивелирует это снижение: многократный рост сорбции после УФО-1 есть только у образцов со Sr и Ca, необходимых в составе AZ композитов.



**Рисунок 1.** Изотермы сорбции дихромат-ионов без облучения (а) и после облучения адсорбционных систем с длительностью сорбции 2 суток (б)

Таблица 1

**Влияние щелочноземельного элемента на степень  
извлечения метилоранжа**

Образец	50AZYb	1% Sr	3% Sr	3% Sr	50AZSm	1% Sr	1% Ca
<i>Суд, м<sup>2</sup>/г</i>	52	49	53	51	35	43	45
$\beta$ , % 2 суток	78	22	7	2	23	13	8
$\beta$ , % 7 суток	75	19	4	1	22	13	8
$\beta^*$ , % 7 суток	46	28	<b>24</b>	<b>21</b>	<b>39</b>	<b>24</b>	<b>32</b>

Таблица 2

**Сравнение удельной сорбции метилоранжа после УФО и  
термообработки порошков. За единицу принята величина  
0,012 мкмоль/м<sup>2</sup> образца 50AZYb**

Образец	50AZYb		49AZYb-1Sr		50AZSm		49AZSm-1Sr	
<i>Время выдерживания, дни</i>	2	7	2	7	2	7	2	7
УФ облучение порошка	<b>1</b>	1.1	1.9	1.4	1.9	2.1	0.2	0.5
Прогрев порошка	<b>4.3</b>	<b>3.4</b>	1.7	1.5	1.7	1.8	1.4	1.5

Использование УФО-2 (табл.2) увеличивает в 2 раза сорбцию МО порошком AZSm по сравнению с AZYb, однако альтернативный прогрев AZSm более эффективен в сравнении с УФ обработкой. Присутствие стронция повышает отклик на «засветку» порошка AZYb, но для порошков AZYSm эффект обратный. Повышение длительности сорбции до 7 суток не влияет на извлечение вещества как после прогрева, так и менее эффективного УФ облучения исходных порошков. Этот результат показывает стабильность (устойчивость к адсорбционной деформации) структуры 50AZ с модификаторами, полученной после прокаливания при 950 С.

Таким образом, можно рекомендовать для повышения сорбции УФ облучение равновесных сорбционных систем 50AZYbSr и термообработку порошка 50AZYb.

Библиографический список:

1. Л.И. Подзорова, А.А. Ильичева., О.И. Пенькова и др. Неорганические материалы. 2021, Т. 57. № 2, С. 203-207. DOI: 10.31857/S0002337X2102010X.
2. K. Abderrazek, A.Uheida и др. Clay Minerals. 2015. V.50, P.185–197.
3. Вахрушев Н.Е., Михаленко И.И., Подзорова Л.И. Известия ВУЗов. Химия и химическая технология. 2023. Т. 66. № 6, С. 61-68. DOI: 10.6060/ivkkt.20236606.6744.

УДК 662.75

**АНАЛИЗ РОССИЙСКОГО РЫНКА КАТАЛИЗАТОРОВ ПРОЦЕССА  
КАТАЛИТИЧЕСКОГО КРЕКИНГА**

**Былков В. А.**  
студент гр. ХТ-23-1  
Ангарский Государственный  
Технический Университет  
665835, г. Ангарск, кв-л 85А, д. 5  
e-mail: danilkrabovv@gmail.com

**Раскулова Т. В.**  
д.х.н., доцент, зав. каф. «Химическая технология топлива»  
Ангарский Государственный Технический Университет  
665835, г. Ангарск, кв-л 85А, д. 5  
e-mail: raskulova@list.ru

**АННОТАЦИЯ:** В статье проанализированы основные принципы процессов каталитического крекинга и описаны наиболее распространенные типы катализаторов, применяемых для его проведения. Сделан вывод, что современные предприятия нефтепереработки используют микросферические цеолитсодержащие катализаторы, модифицированные введением различных промотирующих добавок. Российский рынок имеет дефицит катализаторов каталитического крекинга.

**Ключевые слова:** Каталитический крекинг, микросферические цеолитсодержащие катализаторы, матрица, промотор.

## **ANALYSIS OF THE RUSSIAN MARKET OF CATALYTIC CRACKING PROCESS CATALYSTS**

**Bylkov V. A.**  
Student  
Angarsk State Technical University  
6658355, Angarsk, quarter 85A, h.5  
e-mail: danilkrabovv@gmail.com

**Raskulova T. V.**  
Associate Professor  
Angarsk State Technical University  
6658355, Angarsk, quarter 85A, h.5  
e-mail: raskulova@list.ru

**ABSTRACT:** The article analyzes the basic principles of catalytic cracking processes and describes the most common types of catalysts used for its implementation. It is concluded that modern oil refining enterprises use microspherical zeolite-containing catalysts modified by the introduction of various promoting additives. The Russian market has a shortage of catalytic cracking catalysts.

**Keywords:** Catalytic cracking, microspherical zeolite-holding catalysts, matrix, promoter.

Глубина переработки нефти – один из важнейших показателей работы нефтеперерабатывающих предприятий. Он позволяет оценить эффективность нефтепереработки и степень использования сырья. Увеличение глубины переработки является единственным вариантом сохранения конкурентоспособности на современном рынке нефтепродуктов [1]. Одним из базовых процессов нефтепереработки, позволяющем повысить значение этого показателя, является каталитический крекинг. Общее углубление переработки нефти на установках каталитического крекинга составляет от 20 до 40% [2]. Процесс каталитического крекинга направлен на переработку тяжелых фракций в светлые нефтепродукты (стабильный бензин, легкий газойль и тяжелый газойль), а также на получение химического сырья (пропан-пропиленовой и бутан-бутиленовой фракций).

Сущность процесса каталитического крекинга заключается в разложении углеводородов, входящих в состав сырья, под воздействием температуры в присутствии катализатора. Наряду с основными реакциями крекинга, дегидрирования, ароматизации протекают и побочные реакции, такие как: коксование, продукты конденсации. На основании анализа образующихся продуктов качественно можно выделить следующие реакции (таблица 1).

Таблица 1

**Основные и вторичные реакции каталитического крекинга**

Основные реакции		Вторичные реакции	
Реакция	Продукты	Реакция	Продукты
Крекинг парафинов	Парафин + олефин	Перенос водорода	Арены + алкан
Крекинг олефинов	Олефин + олефин	Изомеризация	Изоалкан
Деалкилирование ароматических углеводородов	Арены более простого строения	Перенос алкильных групп	Бензол + Толуол
Крекинг нафтенев	Олефины	Конденсация ароматических соединений	Многоядерные арены

Катализаторы являются определяющим элементом процесса. Катализатор – это вещество, которое ускоряет химическую реакцию, но, когда реакция заканчивается, катализатор остается в неизменном виде. Другими словами, он не изменяется химически, но заставляет другие вещества реагировать друг с другом [3].

Выделяют три основных типа катализаторов крекинга:

- таблетированные на основе природных глин (установки со стационарным слоем катализатора);
- шариковые синтетические алюмосиликаты (установки с подвиж-

ным слоем катализатора);

– микросферические алюмосиликаты (установки с псевдоожиженным или «кипящим» слоем катализатора), в том числе цеолитсодержащие катализаторы.

На сегодняшний день наиболее эффективными и широко применяемыми в нефтеперерабатывающей промышленности являются микросферические цеолитсодержащие катализаторы, модифицированные введением различных промотирующих добавок. По экспертной оценке, внутрироссийская потребность в микросферических катализаторах крекинга в 2015 году составляла 9–9,5 тыс. т/год, в 2020 году – 13,6 тыс. т/год, к 2030 году ожидается рост до 15 тыс. т/год [4]. Преобладающую часть микросферических катализаторов крекинга состоит из матрицы, активного компонента и промотора (добавки).

В современных катализаторах матрица представляет собой искусственный алюмосиликат, содержащий 30-45% оксида алюминия ( $Al_2O_3$ ), в качестве стабилизатора используют каолин ( $Al_2O_3 \times 2SiO_2 \times 2H_2O$ ) [4].

Основное назначение матрицы – транспорт сырья и продуктов реакции. Матрица обеспечивает механическую прочность гранул катализатора, сохранение каталитических свойств цеолита и защиту от воздействия каталитических ядов. Матрица может быть активной и неактивной. На активной осуществляется первичный крекинг крупных молекул сырья, неактивная выполняет в основном транспортную функцию, обеспечивая подвод углеводородов к активным центрам.

Основным активным компонентом катализатора является цеолит. Он обеспечивает вторичное превращение молекул сырья. В данный момент наиболее широко применимые в каталитическом крекинге цеолиты – фожазит FAU (Y) и Mobil five (MFI) ZSM-5 [4].

Третьим компонентом катализатора каталитического крекинга является промотор, который улучшает определенные характеристики катализатора. На катализатор могут негативно повлиять соединения никеля, железа, меди, кобальта и ванадия. Эти соединения, оседая на катализаторе, забивают поры матрицы и тем самым уменьшают эффективность катализатора и увеличивают выход кокса. Для пассивации металлов вводят добавки, состоящие из соединений сурьмы, магния, олова. Обычно пассивацию металлов осуществляют путем диспергирования соответствующего соединения непосредственно в реакторе каталитического крекинга или в подаваемом сырье. Так же промоторы позволяют «обезопасить» дымовые газы при регенерации катализатора, путем дожига оксида углерода (II) в углекислый газ. После этого дымовые газы практически не подвергают «прогару» оборудование, дезактивацию катализатор и снижает выбросы в атмосферу. В настоящее время практически на всех установках каталитического крекинга, как в России, так и за рубежом широко внедрены в промыш-

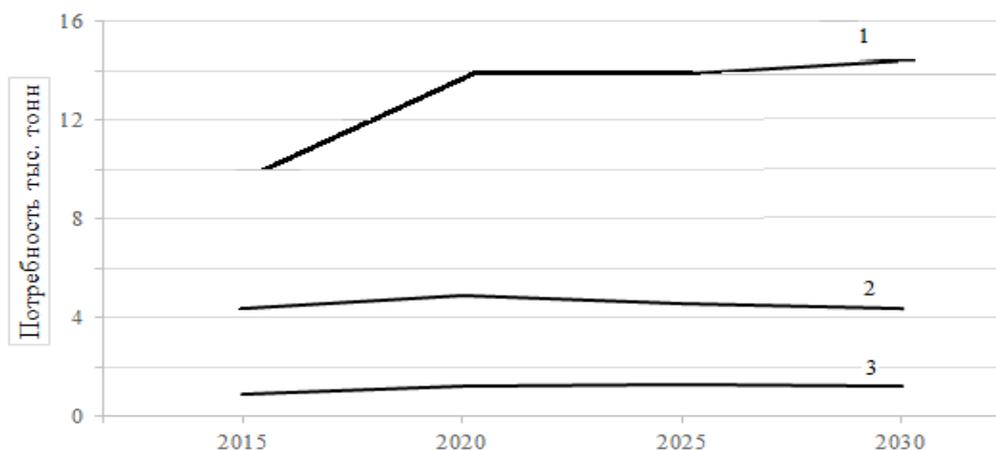
ленную практику промоторы дожига оксида углерода [4]. При каталитическом крекинге негидроочищенного сырья в регенераторе образуются оксиды серы. Чтобы от них избавиться, в состав катализатора вводят твердый промотор на основе оксида магния или оксида кальция (MgO или CaO). Катализатор увеличивает скорость превращения оксидов серы в сероводород, который на выходе вместе с продуктами можно извлечь аминной очисткой. Промотор (например, на основе цеолита ZSM-5 [4]) может повышать октановое число бензиновых фракций и увеличивать выход легких олефинов. Это происходит вследствие того, что линейные олефины C<sub>7</sub>–C<sub>10</sub> подвергаются реакции гидрогенолиза с разрывом связей C–C и превращаются в легкие олефины C<sub>3</sub>–C<sub>5</sub>. Линейные низкооктановые олефины подвергаются реакции изомеризации и превращаются в олефины с разветвленными цепочками.

Основными производителями добавок к катализаторам крекинга являются компании Johnson Matthey (Великобритания), Grace Catalysts Technologies (США), BASF Catalyst (Германия), (особенно после того, как в ее состав вошла Engelhard Co (США), являющаяся одной из ведущих фирм по разработке и производству катализаторов крекинга и добавок к ним), Sinoprec Catalyst Company (Китай), и другие [4].

Российские предприятия уделяют большое внимание увеличению глубины переработки сырья, которая невозможна без катализаторов [5]. Однако рынок российских катализаторов пока менее развит, чем зарубежный. ПАО «Газпром нефть» выпускает катализаторы крекинга на собственной площадке в Омске. Задачи по импортозамещению катализаторов нефтепереработки решаются и на предприятиях ПАО НК «Роснефть» («Ангарский завод катализаторов и органического синтеза», «Новокуйбышевский завод катализаторов», ООО «РН-Кат» и др.) Аналитики полагают, что производство ПАО «Газпромнефть» удовлетворит потребности российских НПЗ в данном виде катализаторов в ближайшей перспективе [6].

Оценка потребности НПЗ РФ в катализаторах (рисунок 1) позволяет сделать вывод, что производительность катализаторов крекинга, по оценкам экспертов, с 2019 по 2030 годы изменится незначительно, так как объемы производства катализаторов и развития технологий каталитического крекинга будут соизмеримы [4].

Таким образом, на сегодняшний день зависимость Российских технологий от импортных катализаторов крекинга составляет 80%. Что бы уменьшить степень импортозависимости, еще в 2019 году Министерством энергетики РФ была создана рабочая группа по анализу возможности импортозамещения в условиях санкций в области нефтепереработки и нефтехимии [7].



**Рисунок 1.** Оценка потребности нефтеперерабатывающих заводов РФ в катализаторах: 1 – катализаторы гидрокрекинга; 2 – катализаторы гидроочистки и гидродепарафинизации; 3 – катализаторы крекинга

#### Библиографический список

1. Нефтепереработка, газопереработка и нефтехимия в РФ 2019-2035 гг: 26-е изд. М.: Инфо ТЭК КОНСАЛТ, 2020. 27 с.

2. Российский рынок катализаторов для Нефтеперерабатывающей отрасли. М.: Информационно-аналитический центр RUPEC, 2021. 23 с.

3. Уильям Л. Леффлер. Переработка нефти. М.: Изд-во «Олимп-Бизнес», 2019. 224 с.

4. <https://ect-center.com/blog/katalizatory-v-neftepererabotke>, дата обращения 10.01.2024.

5. <https://nprom.online/market/kataleezatori-nuzhdayutsya-v-uskoryeneyee/>, дата обращения 01.02.2024.

6. <https://dprom.online/oilngas/kataleezatori-nuzhdayutsya-v-uskoryeneyee/>, дата обращения 03.02.2024.

7. Абатаева А.У., Алангираева Х.Д. Импортзамещение – приоритетное направление развития катализаторной промышленности // Вестник магистратуры. 2022. № 10-3. С. 8-11.

УДК 547.245;547.781.1

### **СИНТЕЗ И СВОЙСТВА КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДНЫХ НА ОСНОВЕ 3-МЕРКАПТО-1,2,4-ТРИАЗОЛА**

**Аббасова М.С.**

студентка гр. ХТОБ-21-1

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: marinaabbasova2003@gmail.com

**Ярош Н.О.**

к.х.н., ст.н.с.

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

**Жилицкая Л.В.**

к.х.н.

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

**АННОТАЦИЯ:** Реакцией 3-меркапто-1,2,4-триазола с 1-(иодметил)диме-тил(фенил)силаном в присутствии основания получен 3-(диметилфенил-силилметилтио)-1,2,4-триазол. Его взаимодействие с  $\alpha$ -иодкетонем в отсутствие основания и катализаторов без растворителя приводит к новому типу кремнийорганических солей – трииодидов на основе триазолиевых катионов.

Ключевые слова: 3-меркапто-1,2,4-триазол, алкилирование, трииодиды

## **SYNTHESIS AND PROPERTIES OF ORGANOSILICON DERIVATIVES BASED ON 3-MERCAPTO-1,2,4-TRIAZOLE**

**Abbasova M.S.**

Student

Irkutsk National Research Technical University  
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83  
e-mail: marinaabbasova2003@gmail.com

**Yarosh N.O.**

Doctor

A.E. Favorsky Irkutsk Institute of Chemistry  
Siberian Branch of Russian Academy of Sciences  
664033, Irkutsk, st. Favorsky, 1  
e-mail: yarosh.nina@irioch.irk.ru

**Zhilitskaya L.V.**

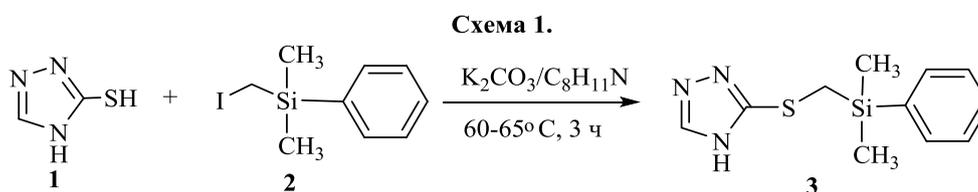
A.E. Favorsky Irkutsk Institute of Chemistry  
Siberian Branch of Russian Academy of Sciences  
664033, Irkutsk, st. Favorsky, 1  
e-mail: lara\_zhilitskaya@irioch.irk.ru

**ABSTRACT:** The reaction of 3-mercapto-1,2,4-triazole with 1-(iodomethyl)-dimethyl(phenyl)silane in the presence of a base gave 3-(dimethylphenylsilyl-methylthio)-1,2,4-triazole. Its interaction with  $\alpha$ -iodoketone in the absence of a base and catalysts without a solvent leads to a new type of organosilicon salts – triiodides based on triazolium cations.

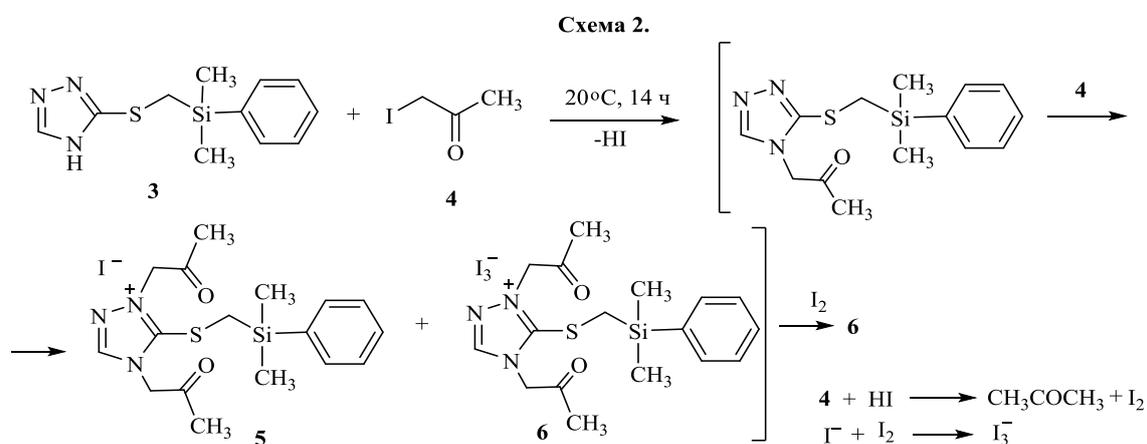
Keywords: 3-mercapto-1,2,4-triazole, alkylation, triiodides

Интерес к производным 3-меркапто-1,2,4-триазола обусловлен их практически полезными свойствами. Они обладают широким спектром биологической активности [1]. Их кремнийорганические производные также являются ценными реагентами в органическом и элементоорганическом синтезе [2]. Основной метод синтеза кремнийорганических производных 3-меркапто-1,2,4-триазола основан на реакции каталитического S-алкилирования 3-меркапто-1,2,4-триазола или его S-натриевых солей триорганил(хлорметил)силанами в системе бензол/ДМФА [3].

Нами разрабатываются «one pot», некаталитические, в отсутствие растворителей подходы к получению таких производных. Для этого был синтезирован 3-(диметилфенилсилилметилтио)-1,2,4-триазол **3** из коммерчески доступного 3-меркапто-1,2,4-триазола **1** с 1-(иодметил)ди-метил(фенил)силаном **2** [4] в присутствии  $K_2CO_3$  или мягкого основания (2,4,6-триметилпиридина) без растворителя за 3 часа (схема 1). Роль растворителя выполнял кремнийорганический алкилирующий агент.



Взаимодействие синтезированного соединения **3** с 1-иод-пропан-2-оном **4** в соотношении 1:2 в отсутствие растворителя и основания при комнатной температуре протекает по обоим атомам азота и приводит к образованию трудноразделимой смеси моно- и трийодидов кремнийорганических производных на основе катионов триазолия **5** и **6** в одну препаративную стадию (схема 2). Трийодид анион соли **6** формируется из иодид аниона соли **5** и молекулярного иода, генерируемого в реакционной смеси *in situ* при частичном восстановлении исходного иодметилкетона выделившимся в процессе алкилирования иодоводородом. Для увеличения выхода новой ионной жидкости смесь соединений **5** и **6** была обработана молекулярным иодом (схема 2).



Триодид **6** можно отнести к новому типу кремнийорганических ионных жидкостей на основе триазолиевых катионов, которые могут найти применение в качестве ПАВ, растворителей органических, биоорганических и неорганических веществ.

Библиографический список:

1. Riyadh S. M., Gomh S. M. // RSC Adv. 2020. Vol. 10. P. 24994-25012.
2. Ярош Н.О., Жилицкая Л.В., Шагун Л.Г., Дорофеев И.А. // ЖОрХ. 2020. Т. 56. С. 789-796.
3. Гребнева Е.А., Болгова Ю.Я., Трофимова О.М., Альбанов А.И., Бородина Т.Н. // ХГС. 2019. Т.55. С. 762-767.
4. Ярош Н.О., Жилицкая Л.В., Шагун Л.Г., Дорофеев И.А., Ларина Л.И. // ЖОрХ. 2017. Т. 53. С. 413-417.

УДК 546.56

## **ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ИОНОВ МЕДИ(II) С УГЛЕРОДНЫМИ СОРБЕНТАМИ**

**Коконова Ю.И.**

аспирант гр. аММб-22-1

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

**Дударев Д.И.**

магистрант гр.КСм-22-1

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

**Лиховид Л.Д.**

магистрант гр.ФХм-22-1

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

**Меркушина А.Д.**

магистрант гр.ФХм-22-1

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

**Дударев В.И.**

д.т.н., профессор

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: vdudarev2@istu.edu

**АННОТАЦИЯ:** Исследована возможность очистки воды от ионов меди с помощью углеродных сорбентов. Изучение процесса в статических и динамических режимах показало, что максимальная сорбция катионов меди(II) происходит в слабо-щелочной среде при pH 8,0. Константа скорости сорбции меди(II) составила  $0,034 \text{ с}^{-1}$ . Изотерма адсорбции описывается уравнением Лэнгмюра. Характеристические константы уравнения Лэнгмюра  $A_{\infty} = 1,42 \text{ ммоль/г}$  и  $Kr = 8,1 \cdot 10^3$  при температуре 298 К. Энергия Гиббса при 298 К равна  $-16,0 \text{ кДж/моль}$ .

Ключевые слова: ионы меди, углеродные сорбенты, водные растворы

## **STUDY OF THE INTERACTION OF COPPER(II) IONS WITH CARBON SORBENTS**

**Kokonova U.I.**

Postgraduate

Irkutsk National Research Technical University  
664074, Irkutsk, Street Lermontova, 83

**Dudarev D.I.**

Undergraduate student

Irkutsk National Research Technical University  
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

**Lihovid L.D.**

Undergraduate student

Irkutsk National Research Technical University  
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

**Merkushina A.D.**

Undergraduate student

Irkutsk National Research Technical University  
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

**Dudarev V.I.**

Dr.Sci., Full Professor

Irkutsk National Research Technical University  
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: vdudarev@mail.ru

**ABSTRACT:** The possibility of purifying water from copper ions using carbon sorbents has been investigated. The study of the process in static and dynamic modes has shown that the maximum sorption of copper(II) cations occurs in a slightly alkaline medium at pH 8.0. The copper(II) sorption rate constant was  $0.034 \text{ s}^{-1}$ . The adsorption isotherm is described by the Langmuir equation. The characteristic constants of Langmuir's equation are  $A_{\infty} = 1.42 \text{ mmol/g}$  and  $Kr = 8.1 \cdot 10^3$  at 298 K. Gibbs energy at 298 K is  $-16.0 \text{ kJ/mol}$ .

Keywords: copper ions, carbon sorbents, aqueous solutions

На сегодняшний день разработан ряд технологий удаления меди из водных растворов [1-3]. Преимущественно они базируются на физико-химических процессах осаждения или экстракции [4]. Нами исследована возможность удаления меди из воды с помощью углеродных сорбентов. Адсорбционную активность изучали по отношению к ионам меди(II) в статических и динамических условиях. Характеристики углеродного сорбента отражены в работе [5]. При исследовании адсорбции применяли метод переменных навесок и метод переменных концентраций. По данным кинетических кривых определяли время установления равновесия в системе “сорбент–раствор соли металла”. В качестве сорбатов использовали растворы сульфата меди, квалификации “х.ч”. Концентрацию ионов металла варьировали от 1 до 200 мг/л. Время контактирования сорбента с растворами, содержащими ионы металла составляло до 72 ч. Для определения области рН максимальной адсорбции для изучаемых сорбентов устанавливали зависимости адсорбции от рН в диапазоне от 1 до 11,5. К навеске сорбента 0,1г приливали 50 мл раствора соли меди и буферный раствор. Полученную систему перемешивали в течение 30 мин. После чего определяли остаточную концентрацию ионов меди(II) в растворе по методике [6]. Контролировали результаты атомно-абсорбционным анализом по стандартной методике [7].

Установлено, что на адсорбцию меди(II) оказывает заметное влияние кислотность среды. Максимальная сорбция происходит в слабо-щелочной среде при рН 8,0. Изучение процесса адсорбции катионов меди(II) во времени проводили в течение 7 часов. Навески сорбента массой 0,2; 0,3; 0,5; 0,75; 1,0 и 2,0 г помещали в раствор соли металла объемом 100 мл с исходной концентрацией меди(II) 200 мкг/мл. Затем перемешивали и измеряли концентрацию через равные промежутки времени. Время установления сорбционного равновесия составило 30 мин. По кинетическим данным расчетным и графическим способом были вычислены константы скорости реакции. Для расчета использовали следующее уравнение:  $k = v/\Delta C$ , где  $v$  – скорость изменения концентрации во времени;  $\Delta C$  – изменение концентрации. Процесс сорбции соответствует кинетическому уравнению псевдопервого порядка. Константа скорости сорбции меди (II) равна  $0,034 \text{ с}^{-1}$ . По результатам исследования выявлено, что функциональная зависимость отображается изотермой адсорбции. В целом изотерма описывается уравнением изотермы Лэнгмюра [6], которое адекватно для описания процесса достижения предельного значения сорбции:  $A = A_{\infty} K_p \cdot C / (1 + K_p \cdot C)$ , где  $A$  – текущая величина сорбции, ммоль/г;  $A_{\infty}$  – предельная величина сорбции, ммоль/г;  $K_p$  – константа сорбционного равновесия;  $C$  – равновесная концентрация ионов металла в растворе, ммоль/л. Поделив единицу на левую и правую части выражения, получим уравнение прямой линии в координатах  $1/A = f(1/C)$ :  $1/A = 1/A_{\infty} + (1/A_{\infty} K_p) \cdot 1/C$ , которое позволяет

графическим способом найти постоянные  $A_{\infty}$  и  $Kp$  в уравнении Лэнгмюра. Постоянные уравнения Лэнгмюра  $A_{\infty} = 1,42$  ммоль/г и  $Kp = 8,1 \cdot 10^3$  при температуре 298 К. Энергию Гиббса определяли по формуле:  $\Delta G = -RT \lg Kp$ , где  $\Delta G$  – энергия Гиббса;  $R$  – универсальная газовая постоянная 8,314 Дж/(моль·К);  $T$  – температура реакции, К;  $Kp$  – константа равновесия. Энергия Гиббса при 298 К равна - 16,0 кДж/моль. Численное значение энергии Гиббса свидетельствует о самопроизвольном протекании процесса адсорбции ионов металла. Таким образом, физико-химическое исследование процесса адсорбции углеродным сорбентом показало, что его можно использовать для извлечения ионов меди(II) из водных растворов.

#### Библиографический список:

1. Ястребов К.Л., Дружинина Т.Я., Надршин В.В., Карлина А.И. Подготовка и очистка природных и сточных вод. Иркутск :Изд-во ИрГТУ, 2014. 564с.
2. Altunkaynak Y. Effectively removing Cu(II) and Ni(II) ions from aqueous solutions using chemically non-processed Midyat stone: equivalent, kinetic and thermodynamic studies. // *J. Iran Chem. Soc.* 2022; 19: 3357–3370.
3. Дударева Г.Н., Филатова Е.Г., Дударев В.И. Общая и неорганическая химия. Химия металлов. –Иркутск: Изд-во ИРНТУ, 2018. –100 с. ISBN 978-5-8038-1248-7
4. Филатова Е.Г., Дударев В.И. Оптимизация электрокоагуляционной очистки сточных вод гальванического производства. –Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2013. –140 с. . ISBN 978-5-8038-0856-5
5. Леонов С.В., Елшин В.В., Рандин О.И. и др. Углеродные сорбенты на основе ископаемых углей. –Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2000. –268с. . ISBN 5-8038-0126-7
6. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. – М.: Химия, 1984. –448 с.
7. Марочкина В.В., Буева Е.И., Кулагина Е С. Сравнительный анализ методик определения хрома, ванадия, меди, никеля, марганца в сталях и чугунах методом атомно-абсорбционной спектроскопии с атомизацией в пламени // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2023. Т.89. N 2. С.57-63. <https://doi.org/10.26896/1028-6861-2023-89-2-II-57-64>

УДК 541.64:664.3.098

### **ПЕНОГАСИТЕЛИ И МЕТОДЫ ИХ ПОЛУЧЕНИЯ**

**Степанов М.А.**<sup>1,2</sup>

инженер лаборатории функциональных полимеров,  
магистрант группы БПм-23-1  
e-mail: stepanov.markys@bk.ru

**Сипкина Е.И.<sup>2</sup>**

к.х.н., доцент

e-mail: evgiv84@mail.ru

<sup>1</sup>Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского  
Сибирского отделения РАН  
664033, г. Иркутск, ул. Фаворского, 1

<sup>2</sup>Иркутский национальный исследовательский  
технический университет  
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

**АННОТАЦИЯ:** Обзорная информация по пеногасителям и методам их получения. Явление пенообразования оказывает негативное влияние на такие процессы, как ферментация, брожение, при производстве сульфатной целлюлозы и т.д. Полисилоксаны и их модификации признаны наиболее эффективными пеногасителями. Фторсилоксановые пеногасители обладают лучшими антивспенивающими свойствами за счет низкого поверхностного натяжения, гидрофобности, высокой термостойкости и низкой адгезии.

Ключевые слова: пеногаситель, полисилоксан, полиэфир.

## **DEFOAMERS AND METHODS OF THEIR PRODUCTION**

**Stepanov M.A.**

Engineer of the laboratory of functional polymers,  
master's student

e-mail: stepanov.markys@bk.ru

**E.I. Sipkina**

Assistant professor

e-mail: evgiv84@mail.ru

<sup>1</sup>A.E. Favorsky Irkutsk Institute of Chemistry SB RAS  
1, Favorsky St., Irkutsk, 664033, Russia

<sup>2</sup>Irkutsk National Research Technical University  
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

**ABSTRACT:** Overview information on defoamers and methods of their obtaining. Foaming phenomenon has a negative effect on various processes such as fermentation, fermenting, in the production of kraft pulp, etc. Polysiloxanes and their modifications are recognised as the most effective defoamers. Fluorosiloxane defoaming agents exhibit the best anti-foaming properties due to low surface tension, hydrophobicity, high temperature resistance and low adhesion.

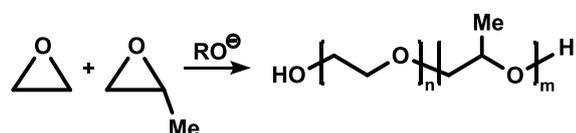
Keywords: defoamer, polysiloxane, polyether.

Явления пенообразования могут быть вызваны изменением поверхностного натяжения, обусловленного температурными градиентами, в свя-

зи с этим, поверхностное натяжение меняется в область больших значений, тем самым оказывая негативное влияние на различные промышленные процессы. Многие промышленные этапы требуют применения антивспенивающих добавок для предотвращения излишнего образования пены. В процессе развития человеческой цивилизации более ста лет назад началось стремительное расширение сферы применения пеногасящих веществ [1]. Области применения весьма разнообразны, включая как традиционные отрасли (производство текстиля, тканей, красок, синтетического каучука, смол и т.д.), так и новые и высокотехнологичные продукты и процессы. Например, пеногасящие вещества используются для интенсификации добычи нефти, газа и угля. Они также находят применение в высокотехнологичных отраслях, таких как микроэлектроника и биотехнология. Например, в процессах ферментации, брожения при производстве этанола и биомедицине [2]. Они также используются при промывке брауншток в производстве сульфатной целлюлозы [3,4]. Все эти примеры являются лишь небольшой частью широкого спектра применения пеногасителей в различных отраслях промышленности.

В промышленности было представлено множество различных типов пеногасителей такие как минеральные масла, полисилоксаны, полиэферы, полиэфирсилоксаны, а также амины, амиды и имины силоксанов.

Полиэфирные пеногасители получают путем ионной сополимеризации этиленоксида и пропиленоксида в присутствии низкомолекулярных спиртов в качестве инициаторов роста цепи (схема 1) [5].

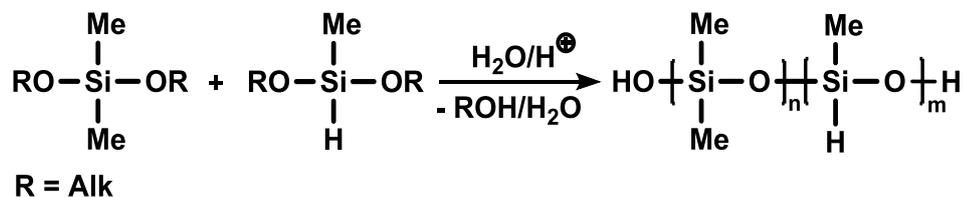


**Схема 1.** Путь синтеза сополимера полиэтиленоксида/полипропиленоксида

Более эффективными и экономичными пеногасителями были признаны полисилоксаны и их модификации благодаря возможности варьирования заместителей полисилоксановой цепи, что позволяет придавать необходимые антивспенивающие свойства для различных целей. Благодаря низкому поверхностному натяжению, высоким антиадгезионным свойствам, гидрофобности и хорошей хемо- и термостойкости в широком диапазоне температур полисилоксановые пеногасители хорошо противостоят пенообразованию и подавляют пену, в отличие от несилоксановых аналогов.

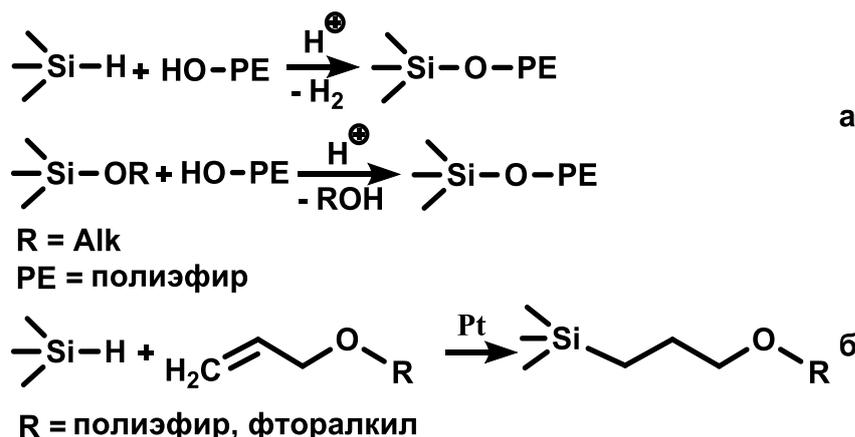
Метилводородный полисилоксан получают путем сополиконденсации диалкоксидиметилсилана и диалкоксиметилгидридсилана в присутствии кислотного катализатора (схема 2). Мягкие условия реакции и про-

стой синтез делают данный метод легко реализуемым и широко применяемым в производстве [6].



**Схема 2.** Путь синтеза сополимера полидиметилсилоксана/ полиметилгидридсилоксана

Полисилоксаны модифицированные полиэфирными или фторалкильными группами [7–9] возможно получить несколькими способами: 1) путем конденсации гидрид- или алкоксисилоксана и гидроксилсодержащего полиэфира (схема 3а); 2) путем гидросилилирования водородсодержащего силоксана и алкенилсодержащего полиэфира или фторалкила в присутствии Pt в качестве катализатора (схема 3б).



**Схема 3.** Пути синтеза модифицированного полисилоксана путем конденсации (а) и гидросилилирования (б).

В виду низкой поляризуемости атомов фтора во фторированных соединениях межмолекулярные Ван-дер-Ваальсовы силы являются крайне слабыми [10]. В связи с этим, такие соединения характеризуются низким поверхностным натяжением, гидро- и олеофобностью и низкой адгезией [11,12]. Это в свою очередь обеспечивает наилучшие антивспенивающие свойства, а также высокую степень инертности, термостойкость и биозащитные свойства [13,14]. Высокая степень инертности обеспечивает безопасность для здоровья человека.

Таким образом, актуальным является получение и изучение свойств новых полисилоксановых пеногасителей, поиск возможностей формирова-

ния на их основе антивспенивающих покрытий, а также изучение их состава, строения и физико-химических свойств.

Библиографический список:

1. Pelton R., Flaherty T. Defoamers: linking fundamentals to formulations // *Polym. Int.* 2003. Vol. 52, № 4. P. 479–485.
2. Bryant J. Chapter VII Anti-Foam Agents. 1970. P. 187–203.
3. Msagati T.A.M. The chemistry of food additives and preservatives. John Wiley. 2012. 315 p.
4. Patterson R.E. Influence of silica properties on performance of antifoams in pulp and paper applications 2. In-situ hydrophobing // *Colloids Surfaces A Physicochem. Eng. Asp.* 1993. Vol. 74, № 1. P. 115–126.
5. Han S.S., Xu J., Zheng G., Sun Y. A Dissertation on Polysiloxane-Antifoaming-Agents: Antifoaming Principles, Synthesis and Compound // *Adv. Mater. Res.* 2011. Vol. 301–303. P. 26–30.
6. El-Nahhal I.M., El-Ashgar N.M. A review on polysiloxane-immobilized ligand systems: Synthesis, characterization and applications // *J. Organomet. Chem.* 2007. Vol. 692, № 14. P. 2861–2886.
7. Lan X., Huang W., Yu Y. Synthesis, characterization and properties of the polysiloxane-based episulfide resin // *Eur. Polym. J.* 2010. Vol. 46, № 7. P. 1545–1556.
8. Wu F., Cai C., Yi W-B., Cao Z-P., Wang Y. Antifoaming performance of polysiloxanes modified with fluoroalkyls and polyethers // *J. Appl. Polym. Sci.* 2008. Vol. 109, № 3. P. 1950–1954.
9. Kobayashi H., Owen M.J. Antifoam effect of highly fluorinated polysiloxanes // *Polym. Adv. Technol.* 1993. Vol. 4, № 5. P. 355–360.
10. Попкова, В. Я. Органическая химия фтора. Энциклопедия. Современное естествознание. Москва, Магистр-пр., 2000. 78–83 с.
11. Исикава Н. Новое в технологии соединений фтора: Пер. с яп. Москва, Мир. 1984. 8–12 с.
12. Исикава, Н., Нобаяси Ё. Химия и применение: Пер. с яп. М.:Мир. 1982. 280 с.
13. Пономаренко В.А., А. И.М. Химия фторкремнийорганических соединений. М.: Наука. 1979. 192 с.
14. Nishino T., Meguro M., Nakamae K., Matsushita M., Ueda Y. The Lowest Surface Free Energy Based on  $-CF_3$  Alignment // *Langmuir.* 1999. Vol. 15, № 13. P. 4321–4323.

УДК 543.318

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ  
ЭМУЛЬСИИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА**

**Соболев И.А.**  
студент гр. АД-23-1  
Иркутский национальный исследовательский  
технический университет  
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83  
e-mail: ig.sobolek5@gmail.com

**Соболева В.Г.**  
к.т.н., доцент  
Иркутский национальный исследовательский  
технический университет  
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

**АННОТАЦИЯ:** В данной работе проводилось определение плотности и вязкости эмульсии дизельного топлива при стандартной температуре. Получены уравнения регрессии зависимости плотности и вязкости растворов от концентрации нефтепродукта с достаточно высокими коэффициентами корреляции.

Ключевые слова: плотность, вязкость, эмульсия дизельного топлива

## **INVESTIGATION OF THE PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF DIESEL FUEL EMULSION**

Sobolev I.A.  
student  
Irkutsk National Research Technical University  
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83  
e-mail: ig.sobolek5@gmail.com

Soboleva V.G.  
assistant professor  
Irkutsk National Research Technical University  
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

**ABSTRACT:** In this work, the density and viscosity of the diesel fuel emulsion were determined at a standard temperature. Regression equations for the dependence of the density and viscosity of solutions on the concentration of petroleum products with sufficiently high correlation coefficients are obtained.

Keywords: density, viscosity, diesel fuel emulsion

Для того чтобы управлять физическими и физико-химическими процессами, лежащими в основе переработки нефти и нефтепродуктов необходимо иметь данные по физико-химическим свойствам нефтяных эмульсий.

Физико-химические свойства эмульсий, такие как плотность и вязкость, зависят от химической природы входящих в нее веществ, фракционного состава, количества смолистых веществ, количества растворенных газов.

Плотность позволяет в совокупности с другими константами оценить химический и фракционный состав нефти и нефтепродуктов. Вязкость позволяет определить, как нефть будет прокачиваться по трубопроводам, как будут проходить топлива в системе питания, а также характеризует поведение масел в узлах трения механизмов.

Известно, что плотность, и вязкость нефти, нефтепродуктов и их эмульсий сильно зависят от концентрации [1]. Для точного определения объема нефтедобычи при изменчивых внешних условиях необходимы исчерпывающие сведения по концентрационным зависимостям плотности и вязкости нефтепродуктов и их эмульсий.

Целью работы явилось изучение плотности и вязкости эмульсий вода-дизельное топливо при стандартной температуре.

Исследование плотности и вязкости эмульсий осуществляли по известным методикам [2,3,4]. Измерение плотности проводили пикнометрическим методом, основанным на взвешивании испытуемого вещества, занимающего в пикнометре известный объем. Этот способ является наиболее точным с весьма малой погрешностью (до  $\pm 0,0001$  %), что обусловлено применением высокоточных весов. Определение динамической вязкости выполняли с помощью капиллярного вискозиметра ВПЖ-4 с подвешенным уровнем.

Изучена зависимость плотности и вязкости эмульсий от концентрации дизельного топлива при температуре 25 °С (табл. 1).

Таблица 1

**Зависимость плотности эмульсий от концентрации  
дизельного топлива**

Концентрация дизельного топли- ва, С % масс	Плотность эмульсии, $\rho \cdot 10^{-3}$ кг/м <sup>3</sup>	Динамическая вязкость эмульсии, $\eta \cdot 10^{-3}$ Па·с
25	0,9329	3,8056
50	0,9049	2,613
75	0,8700	2,088
100	0,8138	1,9176

Как видно, из представленных данных с увеличением концентрации дизельного топлива плотность и динамическая вязкость эмульсии уменьшаются.

Полученные зависимости можно описать типовыми эмпирическими уравнениями, позволяющими проводить расчеты с достаточной для практических целей точностью.

Так плотность эмульсий ( $\rho$ ) может быть определена по уравнению типа:

$$\rho = - 0,0016 \cdot C + 0,9785 \quad (1)$$

где  $\rho$  – плотность раствора, кг/м<sup>3</sup>;  $C$  – концентрация дизельного топлива, масс.%; -0,0016 и 0,9785 – эмпирические коэффициенты, зависящие от природы системы и концентрации.

Рассчитанные по уравнениям регрессии значения плотности удовлетворительно совпадают с экспериментальными данными, при этом погрешность не превышает 1,3 %. Коэффициент корреляции 0,9735

Вязкость растворов может быть определена по уравнению типа:

$$\eta = 0,0004C^2 + 0,0759C + 5,431$$

где  $\eta$  – вязкость раствора, Па·с;  $C$  – концентрация дизельного топлива, масс. %; 0,0004; 0,0759; 5,431 – эмпирические коэффициенты, зависящие от природы системы и концентрации.

Полученные уравнения позволяют рассчитать динамическую вязкость эмульсий для заданных концентраций с погрешностью, не превышающей 4,8 %. При этом коэффициент корреляции составляет 0,9978

#### Библиографический список:

1. Новый справочник химика технолога. Основные свойства неорганических, органических и элементоорганических соединений / Д.А. де Векки, А.В. Москвина, М.Л. Петрова и др. Санкт-Петербург, 2007. – 1271 с.
2. Латышенко К.П. Технические измерения и приборы в 2 т. Том 1 в 2 кн. Книга 2 : учебник для среднего профессионального образования / К. П. Латышенко. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2024. – 259 с.
3. Голяк, И. С. Определение динамической вязкости жидкости с помощью вискозиметра с падающим шариком : методические указания / И. С. Голяк, И. Л. Фуфурин, А. О. Шишанин. – Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. – 24 с.
4. Гаджиев, Г. М. Определение показателей качества нефти и светлых нефтепродуктов: практикум : учебное пособие / Г. М. Гаджиев, Ю. А. Кузнецова, М. Н. Волдаев. – Йошкар-Ола : ПГТУ, 2022. – 120 с.

УДК 547.786.1

### РЕГИОСЕЛЕКТИВНОСТЬ ЦИКЛОПРИСОЕДИНЕНИЯ НИТРИЛОКСИДОВ К ХЛОРАЛКЕНАМ

**Шилова А.Н.**

студент гр. ФХм-23-1

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: sasha.shilova1488@gmail.com

**Яковлева А.А.**

д.т.н., профессор

Иркутский национальный исследовательский

технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: ayakovistu@mail.ru

**Кондрашов Е.В.**

к.х.н.

Иркутский институт химии имени А.Е.Фаворского СО РАН

664033, г. Иркутск, ул. Фаворского, 1

e-mail: ekondrs@gmail.com

**АННОТАЦИЯ:** Взаимодействие нитрилоксидов с дихлорпропенами и дихлорбутеном приводит к образованию одного из двух возможных региоизомеров либо к их смеси. Направление циклоприсоединения определяется природой субстрата. Экспериментальные данные по региоселективности циклоприсоединения согласуются с результатами квантово-химических расчетов.

Ключевые слова: 1,3-диполярное циклоприсоединение, хлоралкены, нитрилоксиды, ТФП.

## **CYCLOADDITION OF NITRILE OXIDES TO DICHLOROALKENES: A REGIOSELECTIVITY ISSUE**

**Shilova A. N.**

student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, ul. Lermontova, 83

e-mail: sasha.shilova1488@gmail.com

**Yakovleva A.A.**

professor

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, ul. Lermontova, 83

e-mail: ayakovistu@mail.ru

**Kondrashov E.V.**

PhD., Senior Researcher

A.E. Favorsky Irkutsk Institute of Chemistry SB RAS

664033, Irkutsk, ul. Favorskogo, 1

e-mail: ekondrs@gmail.com

**ABSTRACT:** The interaction of nitrile oxides with dichloropropenes and dichlorobutene leads to the formation of one of two possible regioisomers or to their mixture. The direction of cycloaddition is determined by the nature of the substrate. Experimental data on the regioselectivity of cycloaddition are consistent with the results of quantum-chemical calculations.

Keywords: 1,3-dipolar cycloaddition, chloroalkanes, nitriloxides, DFT study.



**ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ  
ГИДРОКСИДА МАГНИЯ ИЗ ПОЛИКОМПОНЕНТНОГО  
ГИДРОМИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ ХЛОР-КАЛЬЦИЕВОГО  
ТИПА ГАЗООБРАЗНЫМ АММИАКОМ**

**Бабенко И.А.**

к.х.н., руководитель лаборатории  
ООО «Иркутская нефтяная компания» (ООО «ИНК»)  
664007, Иркутск, Большой Литейный пр., 4  
канд. хим. наук, младший научный сотрудник  
Иркутский государственный университет  
664003, Иркутск, ул. Карла Маркса, 1  
e-mail: babenko\_ia@irkutskoil.ru

**Павлова А.А.**

студент гр. ФХм-23-1  
Иркутский национальный исследовательский  
технический университет  
664074, Иркутск, ул. Лермонтова, 83  
лаборант химического анализа 5 разряда  
ООО «Иркутская нефтяная компания» (ООО «ИНК»)  
664007, Иркутск, Большой Литейный пр., 4  
e-mail: Pavlova.AA@irkutskoil.ru

**Небогин С.А.**

м.н.с. кафедры радиоэлектроники и  
телекоммуникационных систем  
Иркутский национальный исследовательский  
технический университет  
664074, Иркутск, ул. Лермонтова, 83  
e-mail: s.a.nebo@yandex.ru

**Вильмс А.И.**

к.х.н., доцент, декан химического факультета  
Иркутский государственный университет  
664003, Иркутск, ул. Карла Маркса, 1  
к.х.н., доцент, с.н.с.  
ООО «Иркутская нефтяная компания» (ООО «ИНК»)  
664007, Иркутск, Большой Литейный пр., 4  
e-mail: vilms\_ai@chem.isu.ru

**Чертовских Е.О.**

зам. генерального директора  
ООО «Иркутская нефтяная компания» (ООО «ИНК»)  
664007, Иркутск, Большой Литейный пр., 4  
e-mail: chertovskih\_eo@irkutskoil.ru

**Титов И.Д.**  
директор департамента НИР  
ООО «Иркутская нефтяная компания» (ООО «ИНК»)  
664007, Иркутск, Большой Литейный пр., 4  
e-mail: Titov\_ID@irkutskoil.ru

**Безбородов В.А.**  
зам. директора департамента НИР  
ООО «Иркутская нефтяная компания» (ООО «ИНК»)  
664007, Иркутск, Большой Литейный пр., 4  
e-mail: bezborodov\_va@irkutskoil.ru

**АННОТАЦИЯ:** В работе описывается изучение процесса извлечения гидроксида магния из поликомпонентного гидроминерального сырья хлор-кальциевого типа, в котором соотношение ионов кальция к магнию варьируется от 8-10 раз, аммиачным способом (осаждение ведется газообразным аммиаком). В ходе работы показано, что аммиачным способом удается достичь извлечения магния из сырья от 87 до 99%, при этом степень чистоты полученного таким образом продукта достигает не менее 98%.

Ключевые слова: галургия, гидроксид магния, аммиак, гидроминеральное сырье.

**STUDYING THE POSSIBILITY OF OBTAINING MAGNESIUM  
HYDROXIDE FROM POLYCOMPONENT HYDROMINERAL  
RAW MATERIALS OF CHLORINE-CALCIUM TYPE  
USING AMMONIA GAS**

**Babenko I.A.**  
Ph.D. chem. sciences, laboratory head  
Irkutsk Oil Company LLC (INK LLC)  
664007, Irkutsk, Bolshoi Liteiny Ave., 4  
junior researche Irkutsk State University  
664003, Irkutsk, st. Karl Marx, 1  
e-mail: babenko\_ia@irkutskoil.ru

**Pavlova A.A.**  
Student gr. FKhm-23-1  
Irkutsk National Research Technical University  
664074, Irkutsk, st. Lermontov, 83  
Chemical analysis laboratory assistant, 5th category  
Irkutsk Oil Company LLC (INK LLC)  
664007, Irkutsk, Bolshoi Liteiny Ave., 4  
e-mail: Pavlova.AA@irkutskoil.ru

**Nebogin S.A.**  
Junior Researcher,  
Department of Radio Electronics and Telecommunication Systems  
Irkutsk National Research Technical University  
664074, Irkutsk, st. Lermontov, 83  
e-mail: s.a.nebo@yandex.ru

**Vilms A.I.**  
Ph.D. chem. Sciences, Associate Professor,  
Dean of the Faculty of Chemistry,  
Irkutsk State University  
664003, Irkutsk, st. Karl Marx, 1  
Ph.D. chem. Sciences, Associate Professor, Senior Researcher  
Irkutsk Oil Company LLC (INK LLC)  
664007, Irkutsk, Bolshoi Liteiny Ave., 4  
e-mail: vilms\_ai@chem.isu.ru

**Chertovskih E.O.**  
Deputy general director  
Irkutsk Oil Company LLC (INK LLC)  
664007, Irkutsk, Bolshoi Liteiny Ave., 4  
e-mail: chertovskih\_eo@irkutskoil.ru

**Titov I.D.**  
Director of research department  
Irkutsk Oil Company LLC (INK LLC)  
664007, Irkutsk, Bolshoi Liteiny Ave., 4  
e-mail: Titov\_ID@irkutskoil.ru

**Bezborodov V.A.**  
Deputy director of the research department  
Irkutsk Oil Company LLC (INK LLC)  
664007, Irkutsk, Bolshoi Liteiny Ave., 4  
e-mail: bezborodov\_va@irkutskoil.ru

**ABSTRACT:** The paper describes the study of the process of extracting magnesium hydroxide from polycomponent hydromineral raw materials of the chlorine-calcium type, in which the ratio of calcium to magnesium ions varies from 8-10 times, using the ammonia method (precipitation is carried out with ammonia gas). During the work, it was shown that using the ammonia method it is possible to achieve extraction of magnesium from raw materials from 87 to 99%, while the degree of purity of the product obtained in this way reaches at least 98%.

**Keywords:** galurgy, magnesium hydroxide, ammonia, hydromineral raw materials.

Не секрет, что в ходе добычи углеводородного сырья попутно извле-

каются пластовые воды, являющиеся, по сути, концентрированными рассолами, и содержащими немалое количество полезных микро- и макроэлементов. Но, в большинстве случаев, эти воды сперва выкачивают на поверхность, а после снова закачивают в скважины. Между тем, рыночная стоимость на некоторые из элементов, содержащихся в этих рассолах, составляет тысячи, десятки, а то и сотни тысяч за тонну продукта. В связи с этим перед нами была поставлена задача по изучению возможности извлечения ионов магния из поликомпонентного гидроминерального сырья хлор-кальциевого типа (ГМС) в виде гидроксида магния.

В ходе проработки вопроса установлено, что основным подходом к получению гидроксида магния является его химическое осаждения в щелочной среде, однако пути ее создания весьма отличаются [1-4]. После ряда экспериментов по извлечению гидроксида магния путем введения в сырье щелочей (гидроксиды натрия и кальция или аммиак) данный подход был отвергнут в связи с тем, что происходит значительное разбавление исходной воды за счет введения водных растворов с относительно низкой концентрацией (25-50%). Альтернативным решением является создание необходимой для осаждения гидроксида магния среды путем генерации гидроксид-ионов *in situ* за счет введения в ГМС газообразного аммиака. Основные характеристики полученной продукции на примере трех образцов представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Характеристики образцов полученного гидроксида магния**

Показатель	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Гранулометрический состав, % (мкм <sub>ср</sub> ):			
частицы размером <5 мкм			
частицы размером 5-10 мкм	82.3	67.6	47.1
частицы размером 10-100 мкм	13.5	25.5	24.4
	4.2	6.9	28.5
Содержание основного вещества (в пересчете на Mg(OH) <sub>2</sub> ), %	98.4	97.9	98.8
Содержание кальция (в пересчете на CaO), %	0.6	1.0	0.3
Содержание натрия (в пересчете на Na <sub>2</sub> O), %	–	–	–
Содержание калия (в пересчете на K <sub>2</sub> O), %	<0.1	<0.1	<0.1
Содержание стронция (в пересчете на SrO), %	<0.1	<0.1	<0.1
Содержание Cl <sup>-</sup> , %			
Содержание Br <sup>-</sup> , %	1.3	1.4	1.0
Содержание SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , %	–	<0.1	–
Массовая доля летучих веществ при T = 105 °C, %	<0.1	<0.1	<0.1
	0.9	0.5	1.1

Количество нерастворимого в азотной кислоте остатка, %	0.04	0.02	0.00
Удельная поверхность БЭТ, м <sup>2</sup> /г	18.8	21.6	37.1

В ходе проведенных исследований установлено [5], что при создании рН в диапазоне от 9.0 до 9.3 при соотношении  $\text{NH}_3:\text{Mg}^{2+} = 2.5-5:1$  удается достичь степени извлечения гидроксида магния от 87 до 99%, при этом извлечение ведется из ГМС, обогащенного кальцием по отношению к магнию в 8-10 раз. После тщательной отмывки чистота полученного аммиачным способом продукта достигает не менее 98%.

Данная работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках научно-образовательного центра «Байкал» (грант № FZZS-2024-0002).

#### Библиографический список:

1. Способ получения гидроксида магния : заявка на патент РФ / В.А. Хуснутдинов, Т.Г. Ах-метов, Н.Г. Тагиев, В.М. Гонюх, А.В. Корнилов, А.Л. Григорьев, Н.Н. Ведерников; заявка № 93031534/26; дата подачи 16.06.1993
2. Пат. 2200129 RU, МПК C01F 5/16, D21C 3/02, D21C 3/10. Способ получения гидроксида магния / В.А. Кирсанов, М.Г. Мутовина, Т.А. Бондарева, Б.В. Орехов, А.И. Колесов, Ю.Р. Кривобородов, В.В. Мусинский, В.Ф. Иванов, Ю.П. Дедик, А.Н. Тимошевский, А.А. Савин, В.А. Саблин, А.В. Кочнев, В.М. Горюнов; заявитель и патентообладатель ОАО «Центральный научно-исследовательский институт бумаги». – заявка № 2002109787/12; дата подачи 16.04.2002; дата опубликования 10.03.2003, бюл. № 7.
3. Пат. 2415811 RU, МПК C01F 5/22, B82B 1/00. Способ получения нанометрического монодисперсного и стабильного гидроксида магния и получаемый продукт / Х.М. Мартинес Мартинес, Р. Бенавидес Перес, Х.Г. Боканegra Рохас; заявитель и патентообладатель Сервисьос Административос Пеньолес, С.А. де К.В. – заявка № 2009116639/05; дата подачи 03.04.2007; дата опубликования 10.11.2010, бюл. № 31.
4. Пат. 2422364 RU, МПК C01F 5/14, B82B 3/00. Способ получения микро- и/или нанометрического гидроксида магния / Е.П. Гордовн, А.В. Коротченко, Н.И. Левченко, А.М. Митрохин, О.А. Никулин, И.Е. Титова, Т.С. Угновенок, В.Н. Фомина; заявитель и патентообладатель ЗАО «НикоМаг». – заявка № 2009129999/05; дата подачи 04.08.2009; дата опубликования 10.02.2011, бюл. № 4.
5. Пат 2801733 RU, МПК C01F 5/20. Способ извлечения гидроксида магния из поликомпонентного гидроминарельного сырья / И.А. Бабенко, В.А. Безбородов, Е.О. Чертовских, А.В. Лис, А.О. Пивоварчук, А.Д. Рябцев; патентообладатель ООО «Иркутская нефтяная компания». - заявка № 2023106039; дата подачи 15.03.2023; дата опубликования 15.08.2023, бюл. № 23.

## НЕВАЛЕНТНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСАХ

**Чернигова П.О.**

магистрант гр. ФХМ-22-1

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: polina.tchernigova@yandex.ru

**Анциферов Е.А.**

к.х.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: antsiferov@istu.edu

**АННОТАЦИЯ:** в данной статье рассматриваются невалентные взаимодействия, которые оказывают значительное влияние на кристаллическую структуру вещества. Также проводится анализ научных работ с целью выявления взаимного влияния внутри- и межмолекулярных связывающих взаимодействий в процессе самосборки металлоорганических комплексов.

**Ключевые слова:** координационная химия, межмолекулярные взаимодействия,  $\sigma$ -дырочные взаимодействия,  $\pi$ - $\pi$  взаимодействия.

## NON-VALENT INTERACTIONS IN METAL-COMPLEXES

**Chernigova P.O.**

Master's student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: polina.tchernigova@yandex.ru

**Antsiferov E.A.**

Assistant professor

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: antsiferov@istu.edu

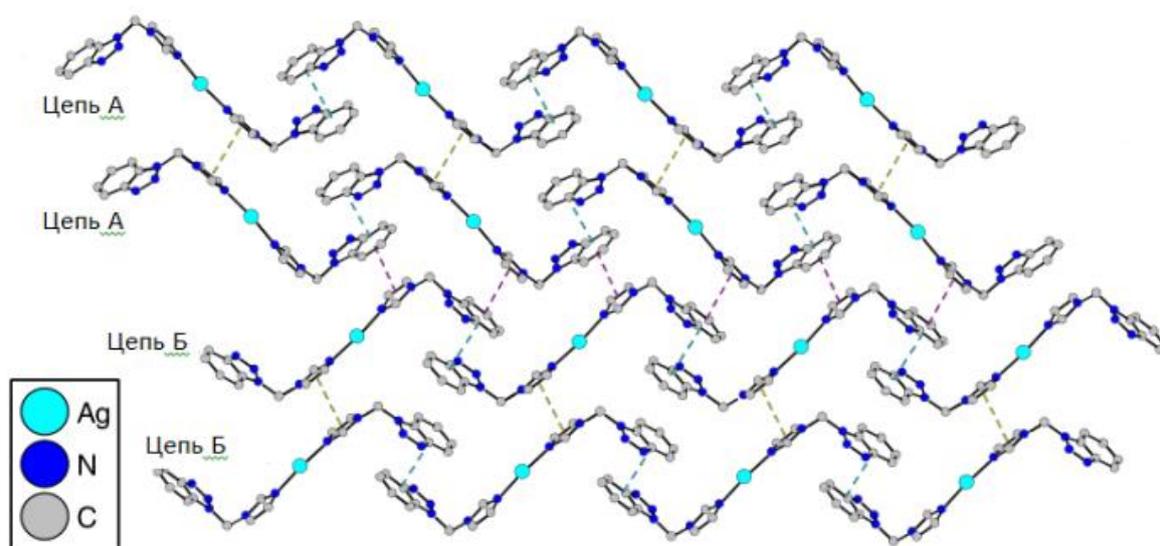
**ABSTRACT:** this article deals with non-valent interactions, which have a significant influence on the crystal structure of a substance. The analysis of scientific works is also carried out in order to reveal the mutual influence of intra- and intermolecular binding interactions in the process of self-assembly of organometallic complexes.

**Keywords:** coordination chemistry, intermolecular interactions,  $\sigma$ -hole interactions,  $\pi$ - $\pi$  interactions

Невалентные взаимодействия возникают без разрыва существующих или формирования новых химических связей. Известно, что невалентные взаимодействия способствуют формированию супрамолекулярных систем, обладающие специфическими свойствами. Существуют такие слабые взаимодействия, как водородные, стэкинг-взаимодействия и  $\sigma$ -дырочные связи (галогенные, халькогенные, пниктогенные и тетрельные). По сравнению с ковалентными связями внутри- и межмолекулярные нековалентные взаимодействия слабы и обладают гораздо меньшей энергией (меньше 30 кДж/моль). Тем не менее, эти взаимодействия играют фундаментальную роль в слоистых материалах, биологических системах и молекулярных комплексах [1].

Водородная связь представляет собой особый тип диполь-дипольного взаимодействия. Из всех невалентных взаимодействий имеет наибольшую энергию связи (5-30 кДж/моль). На сегодняшний день являются наиболее часто встречающимся и широко изученным типом взаимодействия. Кроме водородных связей много внимания также уделяется стэкинг-взаимодействиям:  $t-\pi^*$  и  $\pi-\pi^*$  [2].

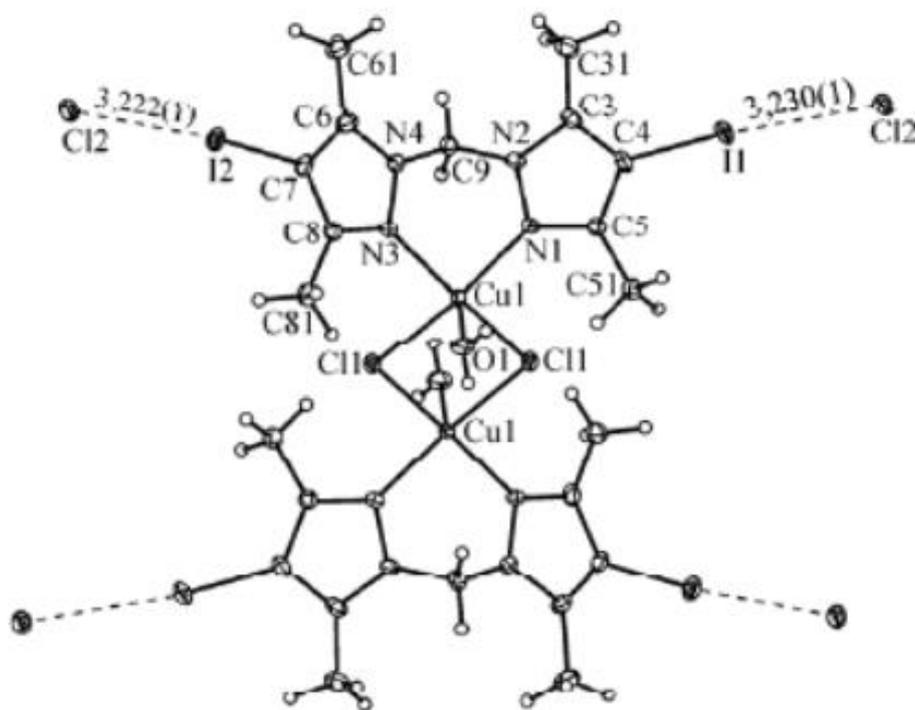
Кристаллическая структура и упаковка молекулярных кристаллов формируется в результате Ван-дер-Ваальсовских межмолекулярных взаимодействий. Упаковочное взаимодействие представляет собой большое число таких разных контактов. Так, например, в реакции нитрата серебра с 1-(имидазол-1-ил-метил)бензотриазолом (L) в среде ацетона получают комплекс  $[Ag(L)_2](NO_3) \cdot (H_2O)$  [3], в котором реализуются три  $\pi-\pi^*$  стэкинг взаимодействия. Первый контакт образуется между двумя соседними фенильными кольцами в двух лигандах, который связывает комплекс в одномерную цепь (рисунок 1).



**Рисунок 1.** Молекулярная структура комплекса  $[Ag(L)_2](NO_3) \cdot (H_2O)$  [3]

Вторая связь – между двумя имидазольными кольцами соседних цепей. И последнее взаимодействие между соседним имидазольным кольцом (из цепи А или цепи Б) и фенильным кольцом бензотриазола (из цепи Б или цепи А, соответственно). Помимо стэкинг-взаимодействий наблюдаются три типа водородных связей и слабые взаимодействия между атомами серебра и атомами кислорода. Следовательно, совместное действие всех этих невалентных взаимодействий формирует устойчивую кристаллическую структуру, строительным элементом которого является координационное соединение.

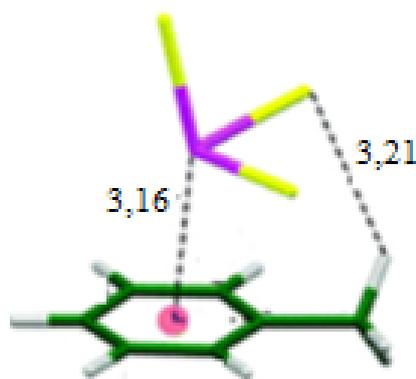
Взаимодействия  $\sigma$ -дырок представляют собой относительно недавнее введение в систему слабых связей. Галогенные связи и прочие  $\sigma$ -дырочные взаимодействия имеют наиболее направленную координацию, их можно легко регулировать, выбрав тип задействованного атома и природу заместителя. Ниже представлены галогенные и пникогенные связи, которые на данный момент являются наиболее перспективными. Интересным для исследования таких специфических взаимодействий является связь галоген-галоген. Например, в работе [4] впервые были синтезированы три комплекса хлорида меди (II) с бис(3,5-диметил-4-иодопиразол-1-ил)метаном (L) с разнообразной структурой. При проведении структурного исследования были определены невалентные связи  $I \cdots Cl$ . На рисунке 2 показан комплекс  $[Cu_2(\mu_2-Cl)_2L_2(H_2O)_2]Cl_2 \cdot 2(CH_3)_2CO$ , в котором реализуются связи  $I1 \cdots Cl2$  (3,230 Å) и  $I2 \cdots Cl2$  (3,222 Å).



**Рисунок 2.** Структура соединения  $[Cu_2(\mu_2-Cl)_2L_2(H_2O)_2]Cl_2 \cdot 2(CH_3)_2CO$  [4]

Указанные контакты гораздо меньше, чем сумма Ван-дер-Ваальсовых радиусов йода и хлора, которая составляет 3,73 Å. Таким образом, подобные контакты формируют супрамолекулярную структуру кристаллов.

Пникогенная связь представляет собой контакт положительно заряженной  $\sigma$ -дыркой в пникогенах и отрицательно заряженного донора электронов. В последнее время данная связь имеет существенный интерес благодаря своему стабилизирующему характеру. К примеру, при взаимодействии  $\text{SbCl}_3$  с толуолом в гексафторбензоле образуется пникогенная связь  $\text{Sb}\cdots\pi$  [5]. Структура комплекса толуол $\cdots\text{SbCl}_3$  представлена на рисунке 3. Две ковалентные связи  $\text{Sb}-\text{Cl}$  лежат в плоскости, параллельной плоскости, определяемой молекулой толуола, а третья связь перпендикулярна ароматическому кольцу  $\text{Sb}\cdots\pi$  (3,16 Å). Кроме того, в супрамолекулярной архитектуре кристалла наблюдается внутримолекулярные нековалентные взаимодействия  $\text{C}\text{H}\cdots\text{Cl}$  (3,21 Å), что также способствует стабилизации кристаллической структуры.



**Рисунок 3.** Кристаллическая структура толуол $\cdots\text{SbCl}_3$  [5]

Таким образом, ряд исследований показывает, что внутри- и межмолекулярные невалентные взаимодействия являются ключевыми для синтеза и дизайна координационных соединений и их кристаллических структур.

#### Библиографический список:

1. Барташевич Е.В., В.Г. Цирельсон. Классификация нековалентных взаимодействий в молекулярных кристаллах – принцип электрофильного сайта // IX Национальная кристаллохимическая конференция. Суздаль, 2018. С. 30.
2. Гринёв В.С., Железнова М.А., Егорова А.Ю. Стекинг-взаимодействия в кристаллах бензопирролоимидазолонов // Фундаментальные и прикладные исследования в области химии и экологии. Курск. 2015. С. 34-37.

3. An, C.X., Han, X.L., Wang, P.B. Synthesis, crystal structures, and biological activities of silver(I) and cobalt(II) complexes with anazole derivative ligand // *Transition Met Chem.* 2008. № 33. P. 835-841.

4. Вировец А.В., Пирязев Д.А., Лидер Е.В., Смоленцев А.И., Василевский С.Ф., Лавренова Л.Г. Специфические невалентные взаимодействия иодхлор в структурах комплексов хлорида меди(II) с бис(3,5-диметил-4-иодопиразол-1-ил)метаном // *Журнал структурной химии.* 2010. Том 51 № 1. С.98-104.

5. Lo R., Švec P., Růžicková Z., Růžicka A., Hobza P. On the nature of the stabilisation of the E $\cdots\pi$  pnictogen bond in the SbCl<sub>3</sub> $\cdots$ toluene complex // *Chem. Commun.* 2016. № 52. P. 3500-3503.

УДК 547.741

### **АНАЛИЗ СИНТЕЗОВ ПИРРОЛОПИРАЗИНОНОВ**

**Петрова А. Н.**

магистрант гр. ФХМ-23-1

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: arinaartem72@mail.ru

**Бегунова Л.А.**

к.т.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: lbegunova@mail.ru

**АННОТАЦИЯ:** Пиразины с пиррольным фрагментом могут с успехом применяться в синтезе лекарственных препаратов, в создании современных фотоматериалов, а также в тонком органическом синтезе в качестве полимеров и комплексообразователей. В настоящем литературном обзоре показаны синтезы такого важного класса гетероциклических соединений, как пирролопиразинонов.

Ключевые слова: пиразины, пирролопиразиноны, синтез.

### **ANALYSIS OF PYRLOPYRAZINONE**

**A. N. Petrova**

Master's student

Irkutsk National Research

Technical University

83 Lermontov St., 664074 Irkutsk

e-mail: arinaartem72@mail.ru

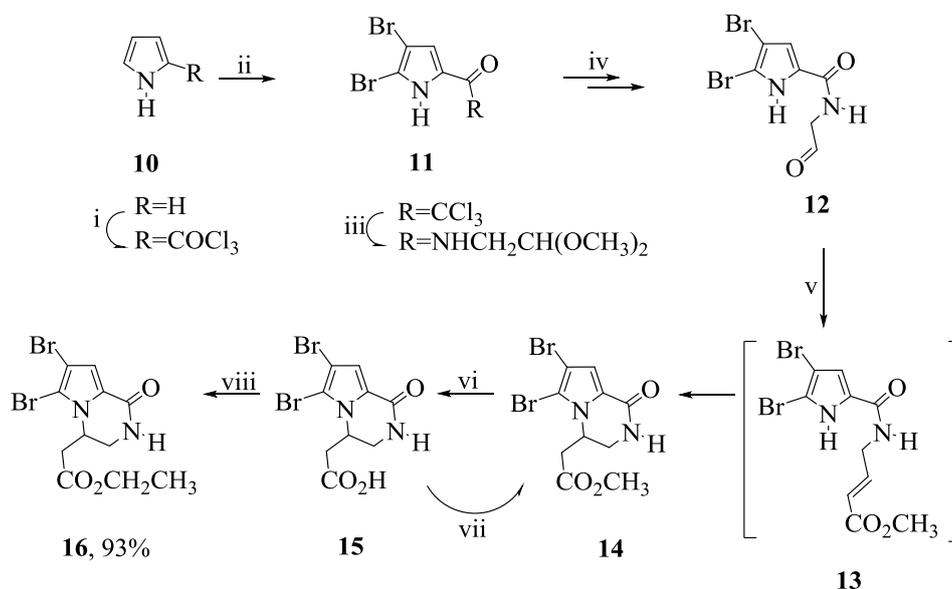
**L.A. Begunova**  
 Ph.D., Associate Professor  
 Irkutsk National Research  
 Technical University  
 83 Lermontov St., 664074 Irkutsk  
 e-mail: lbegunova@mail.ru

**ABSTRACT:** Pyrazinones with a pyrrole fragment can be successfully used in the synthesis of drugs, in the creation of modern photographic materials, as well as in fine organic synthesis as polymers and complexing agents. This literature review shows the syntheses of such an important class of heterocyclic compounds as pyrrolopyrazines.

**Key words:** pyrazinones, pyrrolopyrazinones, synthesis.

Синтез и биологическое исследование морских алкалоидов таких, как Лонгамида В, метилового эфира Лонгамида В, Ханишина, а также аналогов, не встречающихся в природе, заинтересовало несколько групп исследователей. Группа М.Г. Бэнвелла [1] впервые синтезировала подобные структуры из альдегида **11** с получением метилового эфира Лонгамида В, который в дальнейшем подвергается реакции омыления и протонированию полученной кислой соли минеральной кислотой с образованием Лонгамида В **16** (Схема 1). Синтез Ханишина получают обработкой Лонгамида В **16** кислым этанолом.

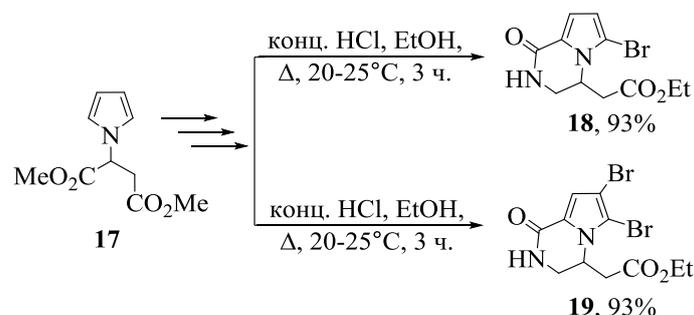
Схема 1



i:  $\text{ClCOCl}_3$ ,  $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_2\text{O}$ ,  $18^\circ\text{C}$ , 4 ч; ii:  $\text{Br}_2$ ,  $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$ ,  $18-60^\circ\text{C}$ , 2 ч;  
 iii:  $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}(\text{OMe})_2$ ,  $\text{CH}_3\text{Cl}$ ,  $18^\circ\text{C}$ , 20 ч; iv:  $3\text{M HCl}$ ,  $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$ ,  $18^\circ\text{C}$ , 16 ч;  
 v:  $\text{H}_3\text{CO}_2\text{CCH}_2\text{PO}(\text{OCH}_2\text{CH}_3)_2$ ,  $\text{NaOCH}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{OH}$ ,  $18^\circ\text{C}$ , 18 ч;  
 vi:  $\text{NaOH}$ ,  $\text{CH}_3\text{OH}$ ,  $\Delta$ ,  $20-25^\circ\text{C}$ , 0,5 ч; vii:  $\text{CH}_2\text{N}_2$ ,  $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_2\text{O}$ ,  $0-18^\circ\text{C}$ , 20 ч;  
 viii:  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\Delta$ ,  $20-25^\circ\text{C}$ , 20 ч.

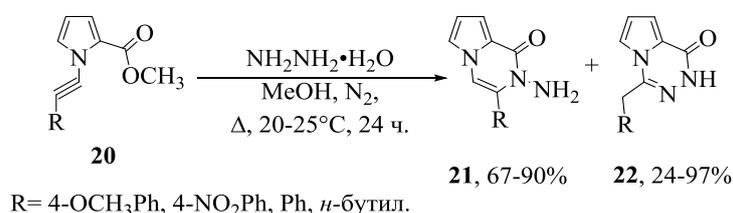
Позже такие алкалоиды были синтезированы многостадийным процессом из N-пиррола. Полученные соединения оценивали в отношении клеток аденокарциномы легкого человека (A549) и рака предстательной железы человека (PC3). Было показано, что соединения **18,19** обладают цитотоксической активностью, сравнимой с его природным исходным соединением Ханишином [2] (Схема 2).

Схема 2



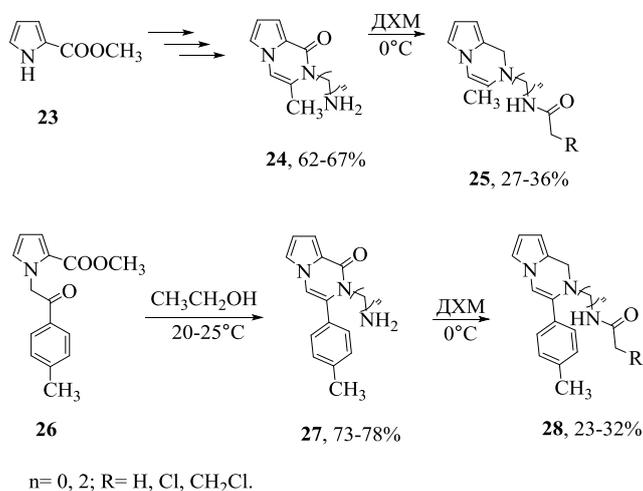
Была проведена реакция циклизации N-алкин-замещенных карбоксилатных производных с использованием моногидрата гидразина в MeOH в атмосфере N<sub>2</sub> с кипячением, при этом образовалась смесь продуктов пирролопиазины **21** и пирролотриазины **22** [3] (Схема 3).

Схема 3



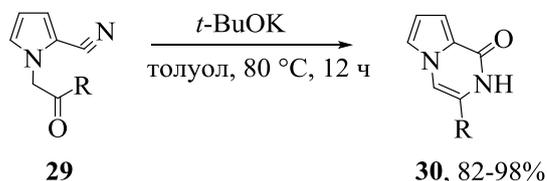
Были получены несколько представителей пирролопиазинов и изучена их биоактивность. Несколько соединений **23, 26** показали противоопухолевую активность [4] (Схема 4).

Схема 4



В работе [5] была показана внутримолекулярная циклизация N-замещенных производных пиррол-2-карбонитрила **29**, которая привела к пирроло[1,2-а]пиазинунам **30**, протекающая посредством перегруппировки Мумма (Схема 5).

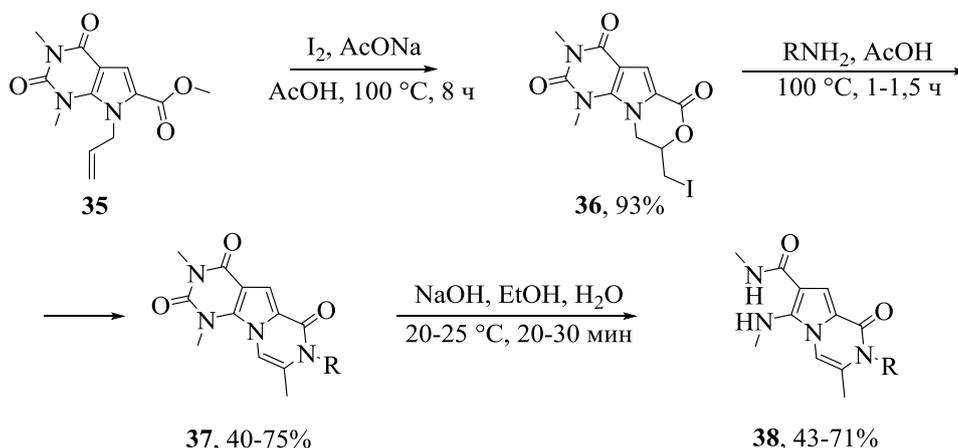
Схема 5



R = CH<sub>3</sub>, *i*Bu, циклопропан, Ph, 4-CH<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>, 4-OCH<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>, 4-F-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>, 4-Cl-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>, 4-Br-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>, 3-OCH<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>, 2-OCH<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>, 2-тиенил, 2-фурил.

I.O. Yaremchuk, L.V. Muzychka и другие [6] сообщают о новом подходе к синтезу производных алкилпирроло[1,2-а]пиазин-1(2H)-она **38**, содержащих карбоксамидные и метиламиногруппы в пиррольном кольце. Предлагаемый способ основан на йодолактонизации метилового эфира 7-аллилпирроло[2,3-d]пиримидин-6-карбоновой кислоты **35**, полученного алкилированием метилового эфира 1,3-диметил-2,4-диоксо-2,3,4,7-тетрагидро-1H-пирроло[2,3-d]пиримидин-6-карбоксилат, с последующим образованием пиазинового кольца и раскрытием пиримидинового кольца. (Схема 6).

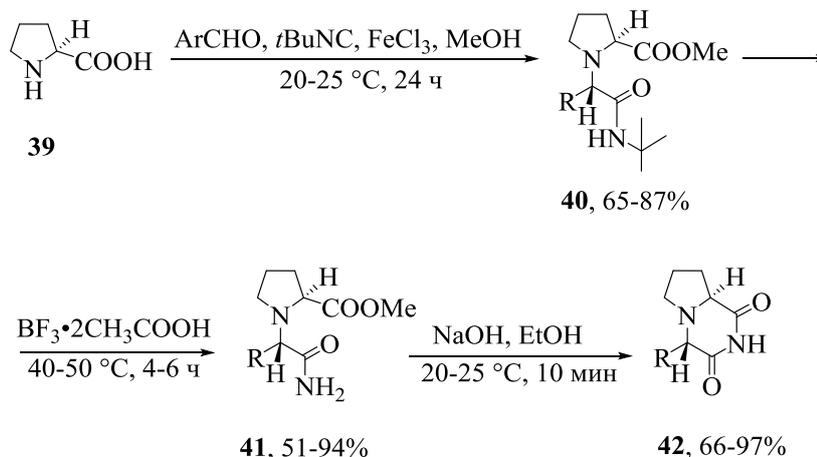
Схема 6



R = H, Me, Et, 4-Pr, 4-Bu, Аллил, Bn, (CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>OH, (CH<sub>2</sub>)<sub>3</sub>OH, (CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>OMe, (CH<sub>2</sub>)<sub>3</sub>OMe.

В работе [7] были синтезированы новые хиральные производные пирроло[1,2-а]пиазина с ароматическими заместителями на углероде С-4 **42** по короткой синтетической последовательности, включающей многокомпонентную реакцию Уги (Схема 7).

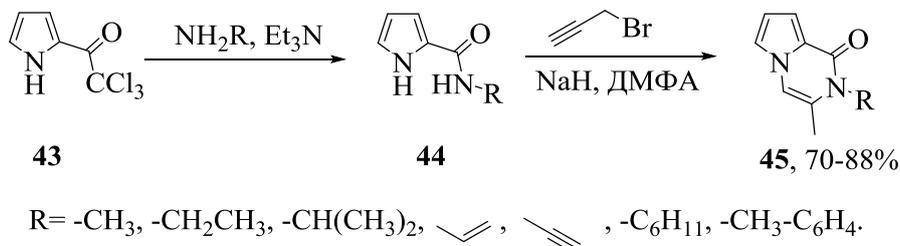
Схема 7



R = -CH<sub>2</sub>-4-Cl-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>, -CH<sub>2</sub>-4-Me-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>, -CH<sub>2</sub>-4-OMe-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>, -CH<sub>2</sub>-3-Cl-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>,  
 -CH<sub>2</sub>-3-Me-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>, -CH<sub>2</sub>-3-OMe-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>, -CH<sub>2</sub>-2-Cl-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>, -CH<sub>2</sub>-2-Me-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>,  
 -CH<sub>2</sub>-2-OMe-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>, -CH<sub>2</sub>-3,4-диCl-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>, -CH<sub>2</sub>-3,5-диCl-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>, -CH<sub>2</sub>-2-фурил,  
 -CH<sub>2</sub>-3-фурил, -CH<sub>2</sub>-2-тиенил, 2-Naf, 3-Naf.

Разработан новый и эффективный способ синтеза N-замещенных производных пирролопиперазина **43** [8]. Трихлорацетильную группу, связанную с пиррольным кольцом, превращали в карбоксамидные производные **44**. Производные пирролкарбоксиамида подвергались тандемной реакции с пропаргилбромидом с получением пирролопиперазинов **45**. (Схема 8).

Схема 8



Согласно данным обзора литературы, синтез новых представителей класса пирролопиперазина является актуальным направлением в органической и фармацевтической химии, а сочетание высоких потенциалов каждого из фрагментов пирролопиперазинов безусловно расширит фундаментальные, синтетические и прикладные аспекты химии.

#### Библиографический список:

1. First syntheses of the pyrroloketopiperazine marine natural products (±)-longamide, (±)-longamide B, (±)-longamide B methyl ester and (±)-hanishin /

M. G. Banwell, A. M. Bray, A. C. Willis, D. J. Wong // *New J. Chem.* – 1999. – Vol. 23. – P. 687-690. DOI: 10.1039/A903330K.

2. Total synthesis and cytotoxic activities of longamide B, longamide B methyl ester, hanishin, and their analogues / D.-G. Zhao, Y.-Y. Ma, W. Peng, A. Y. Zhou, Y. Zhang, L. Ding, Z. Du, K. Zhang // *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters.* – 2016. – Vol. 26. – Is. 1. – P. 6-8. DOI: 10.1016/j.bmcl.2015.11.069.

3. Yenice, I. Nucleophilic and electrophilic cyclization of N-alkynesubstituted pyrrole derivatives: Synthesis of pyrrolopyrazinone, pyrrolotriazinone, and pyrrolooxazinone moieties / I. Yenice, S. Bascenken, M. Balci // *Beilstein Journal of Organic Chemistry.* – 2017. – Vol. 13. – P. 825-834. DOI: 10.3762/bjoc.13.83.

4. Synthesis and biological evaluation of new pyrrolopyrazinone compounds as potential antitumor agents / Y. Meng, G. Wang, Y. Li, K. Hou, Y. Yuan, L.-J. Zhang, H.-R. Song, W. Shi // *Chinese Chemical Letters.* – 2013. – Vol. 24. – Is. 7. – P. 619-621. DOI: 10.1016/j.cclet.2013.04.020.

5. Functionalized N-containing heterocyclic scaffolds derived from N-substituted pyrroles via inter- and intramolecular annulations / N. Shao, J. Li, H. Zhu, S. Zhang, H. Zou // *Tetrahedron.* – 2018. – Vol. 74. – P. 6088–6094. DOI: 10.1016/j.tet.2018.08.022.

6. Synthesis of novel 1,2-dihydropyrrolo[1,2-a]pyrazin-1(2H)-one derivatives / I.O. Yaremchuk, L.V. Muzychka, O.B. Smolii, O.V. Kucher, Svitlana V. Shishkina // *Tetrahedron Letters.* – 2017. – Vol. 59. – Is. 5. – P. 442-444. DOI: 10.1016/j.tetlet.2017.12.065.

7. Structure-activity relationships of the aromatic site in novel anticonvulsant pyrrolo[1,2-a]pyrazine derivatives / M. Dawidowski, M. Wilczek, K. Kubicka, M. Skolmowski, J. Turlo // *Bioorg. Med. Chem. Lett.* – 2013. – Vol. 23. – P. 6106-6110. DOI: 10.1016/j.bmcl.2013.09.022.

8. Tetrahydropyrrolo-diazepenones as inhibitors of ERK2 kinase / J.T. Bagdanoff, R. Jain, W. Han, S. Zhu, A. Madiera, P.S. Lee, X. Ma, D. Poon // *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters.* – 2015. – Vol. 25. – Is. 18. – P. 3788-3792. DOI: 10.1016/j.bmcl.2015.07.091.

**СЕКЦИЯ ПРИКЛАДНАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ И ХИМИЯ  
БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ**

УДК 615.074

**РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ ВЕТЕРИНАРНОГО  
ПРЕПАРАТА ТРАМЕТИН ПЛЮС**

**Чхенкели В.А.**

д.б.н., доцент, генеральный директор

ООО «Биотехвет»

664007, г. Иркутск, ул. Декабрьских событий. 105 А, 12

e –mail: [chkhenkeli@rambler.ru](mailto:chkhenkeli@rambler.ru)

**Чхенкели Г.Д.**

к.т.н., с.н.с.

ООО «Биотехвет»

664007, г. Иркутск, ул. Декабрьских событий. 105 А, 12

e –mail: [chkhenkeli@rambler.ru](mailto:chkhenkeli@rambler.ru)

**АННОТАЦИЯ:** Совершенствование системы мер по снижению заболеваемости ассоциированными респираторными и желудочно – кишечными болезнями включает в себя и использование новых лечебно-профилактических препаратов. В работе рассматриваются подходы и разработка физико химических методов контроля ветеринарного препарата Траметин Плюс на основе гриба-ксилотрофа *Trametes pubescens* (Shumach.:Fr.) Pilat. штамм 0663.

Ключевые слова: ветеринарный препарат, методы контроля.

**DEVELOPMENT OF METHODS FOR CONTROL  
OF THE VETERINARY DRUG TRAMETHIN PLUS**

**Chkhenkeli V.A.**

Doctor of Biological sciences, assistant professor, general director

Biotekhvvet LLC

12, 105a, Dekabrskikh Sobytii St, Irkutsk, 664007

e –mail: [chkhenkeli@rambler.ru](mailto:chkhenkeli@rambler.ru)

**Chkhenkeli G.D.**

PhD in Technical Sciences, Senior researcher

12, 105a, Dekabrskikh Sobytii St, Irkutsk, 664007

e –mail: [chkhenkeli@rambler.ru](mailto:chkhenkeli@rambler.ru)

**ABSTRACT.** Improving the system of measures to reduce the incidence of associated respiratory and gastrointestinal diseases includes the use of new therapeutic and prophylactic drugs. The work discusses approaches and the development of physicochemical methods for monitoring the veterinary drug Trametin Plus based on the xylo-troph fungus *Trametes pubescens* (Shumach.:Fr.) Pilat. strain 0663.

Key words: veterinary drug, control methods.

Одной из сложных проблем, стоящих перед ветеринарной наукой и практикой, являются ассоциированные респираторные и желудочно-кишечные болезни молодняка крупного рогатого скота. Они распространены практически во всех странах мира и наносят ощутимый экономический ущерб, обусловленный гибелью молодняка, снижением молочной продуктивности, потерей живой массы и нарушением воспроизводительной функции.

Совершенствование системы мер по снижению заболеваемости включает в себя и использование новых лечебно-профилактических препаратов. В качестве такого препарата предлагается препарат Траметин Плюс, разработанный на основе модифицированной биологически активной субстанции, получаемой при жидкофазной ферментации гриба-ксилотрофа *T.pubescens* штамм 0663(заявка № 2023113419 от 23.05.2023). Разработка новых лекарственных средств на основе методов биотехнологии требует более тщательного обоснования и разработки методов их контроля (физико – химических и микробиологических). Работа выполнялась по договору №4893ГС1/83520 от 23.02.2023 с «Фонд развития малых форм предприятий в научно – технической сфере».

На основании проведённых нами ранее исследований были отработаны методы анализа, позволяющие исследовать химические превращения и устанавливать структуры побочных и промежуточных продуктов на всех стадиях получения субстанции препарата. При этом основными критериями выбора являлись: информативность, специфичность, чувствительность, воспроизводимость и правильность, оперативность (экспрессность), экономичность.

В качестве аналитических методов исследования предложены химические и физико–химические методы (ХМС, ГЖХ, атомно – абсорбционная спектрометрия, флюориметрия), а также микробиологические методы контроля стерильности препарата и его антимикробной активности, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Методы контроля качества и безопасности ветеринарного препарата  
Траметин Плюс**

Наименование показателя	Характеристика и норма, мг /кг	Методы испытаний
Внешний вид	Жидкость	
Цвет	С коричневым оттенком	ГФ XI, вып. 1, с. 47 - 50
Токсичные элементы, мг/кг, не более: свинец	Не более 0,6 мкг/кг	ГОСТ Р 53100-2008
кадмий	Не более 0,1 мкг/кг	ГОСТ Р 53100-2008
мышьяк	Не более 0,5 мг/кг	ОФС 1.2.2.2.0004
ртуть	Не более 0,05 мкг/кг	ГОСТ Р 53352-2009
Пестициды мг/кг, не более: ГХЦГ (сумма изомеров)	Не более 0,1 мг/кг	ГОСТ Р 52698 -2006

ДДТ и его метаболиты	Не более 0,05 мг/кг	ГОСТ Р 52698-2006
гептахлор	Не более 0,01 мг/кг	ГОСТ Р 52698-2006
алдрин		ГОСТ Р 52698-2006
Содержание селена, мг/кг, не более	Не более 0,2 мг/ кг	ГОСТ Р 53351-2009
Содержание цинка, мг/кг	Не более 60 мг/кг	МУК 04 -33 -2004 ГОСТ 30692 -2000
Стерильность	+	ГОСТ 28085-89
Антимикробное действие	+	ГФ XI, вып.2,с.194-195
Подлинность	+	ГФ XI, вып.1, с.165
Количество живых клеток-продуцентов в 10 г	не допускается	ОФС 1.7.2.0008.15
Безвредность	Все животные живы (препарат безвреден)	ГОСТ 31926-2013
Состав: культуральная жидкость, получаемая при культивировании высшего пищевого гриба <i>Trametes pubescens</i> (Schumach.) Pilat. штамм 0663		

Внешний вид и цвет определяют визуально при рассмотрении невооруженным глазом при естественном освещении на поверхности белой бумаги. Препарат представляет собой жидкость желтоватого цвета.

Испытание безвредности проводят в соответствии с ГОСТ 31926-2013 [1]. Препарат из 5 бутылок смешивают в общем стерильном флаконе и из общей пробы препарата вводят подкожно двум морским свинкам (масса 400 -500 г) в дозе 5 мл и 5 белым мышам (масса 18 -22 г) по 0,2 мл. Срок наблюдения составляет 10 дней. Препарат считают безвредным, если в назначенный срок все подопытные животные останутся здоровыми.

Определение содержания тяжелых металлов в препарате (свинца, цинка, меди, кадмия, ртути, мышьяка) проводят методом атомной абсорбции на атомно – абсорбционном спектрометре AA 240FS Varian (Австралия), экспресс – анализаторе ртути Milistone DMA - 80 в соответствии с ГОСТ Р 52249-2009, ГОСТ 34427-2018, ГОСТ 31650-2012 [2,3,4].

Определение содержания селена методом атомной абсорбции в соответствии с ГОСТ Р 52351 -2009[5] на анализаторе на атомно – абсорбционном спектрометре AA 240FS Varian (Австралия).

Определение содержания селена может проводиться флуориметрическим методом на анализаторе Флюорат -02 -3М в соответствии в соответствии МУ 04 -33 -2004.

Определение содержания остаточных хлорорганических пестицидов: ГХДГ, ДДТ и его метаболитов, гептахлора, алдрина - проводится методом ГЖХ на анализаторе GC -2010 Shimadzu в соответствии с ГОСТ Р 52698 -2011 [6].

Методы контроля ветеринарного препарата описаны в технических условиях на препарат.

#### Библиографический список:

1. ГОСТ 31926-2013. Средства лекарственные для ветеринарного применения. Методы определения безвредности. <https://docs.cntd.ru/document/1200103451>. (дата обращения 19.05.2023).
2. ГОСТ Р 52249-2009. Правила производства и контроля лекарственных средств. <https://docs.cntd.ru/document/1200071754>. (дата обращения 26.05.2023).
3. ГОСТ 34427-2018. Продукты пищевые и корма для животных. Определение ртути методом атомно-абсорбционной спектроскопии на основе эффекта Зеемана. <https://docs.cntd.ru/document/1200159810>. (дата обращения 23.05.2023).
4. ГОСТ 31650-2012 Средства лекарственные для животных, корма, кормовые добавки. Определение массовой доли ртути методом атомно-абсорбционной спектроскопии. <https://docs.cntd.ru/document/1200095730>. (дата обращения 23.04.2023).
6. ГОСТ Р 52698-2011 Комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения остаточных количеств хлорорганических пестицидов. <https://www.shimadzu.ru/sites/shimadzu.seg/files/SMO/brochures/Feed-Evaluation-Brochure-03.2021.pdf>. (дата обращения 11.05.2023).

УДК 663.34

#### **ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ГРУШЕВОГО СУСЛА АДСОРБЕНТАМИ НА СОДЕРЖАНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ**

**Иванова К.Р.**

аспирант гр. аТХП-21-1

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: kristinochka\_iskakova@mail.ru

**Привалова Е.А.**

к.х.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: epriv@istu.edu

**АННОТАЦИЯ:** Сорбенты применяются в технологии виноделия для удаления тяжелых металлов, пестицидов, корректировки химического состава, а также используются для иммобилизации дрожжей. Проведено сравнение сорбционной способности активного угля, цеолита, бентонита и скорлупы кедрового ореха в отношении диких дрожжей и бактерий, содержащихся в грушевом сусле. Показано, что исследованные сорбенты позволяют удалить из сусла более 90% дрожжей и бактерий, что способ-

ствует улучшению условий брожения и органолептических качеств плодово-ягодных вин.

Ключевые слова: сорбенты, грушевое сусло, дрожжи, бактерии.

## **INFLUENCE OF PROCESSING PEAR MUST WORTH WITH ADSORBENTS ON THE CONTENT OF MICROORGANISMS**

**K.R. Ivanova**

Postgraduate student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: kristinotchka\_iskakova@mail.ru

**E.A. Privalova**

Cand. Sci. (Chemistry),

Assistant professor

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: epriv@istu.edu

**ABSTRACT:** Sorbents are used in winemaking technology to remove heavy metals, pesticides, adjust the chemical composition, and are also used for yeast immobilization. A comparison was made of the sorption capacity of active carbon, zeolite, bentonite and pine nut shells in relation to wild yeasts and bacteria contained in pear must. It has been shown that research sorbents make it possible to remove more than 90% of yeast and bacteria of pear must, which helps to improve fermentation conditions and organoleptic qualities of fruit and berry wines.

**Keywords:** sorbents, pear must, yeast, bacteria.

*Введение.* Метод адсорбции применяется в виноделии с целью удаления тяжелых металлов, пестицидов, антибиотиков, а также для улучшения стабильности вин против кристаллических помутнений и корректировки химического состава сусла [1–4].

Исследована потенциальная возможность применения в качестве сорбентов разнообразных природных материалов, таких, как древесные опилки, свекловичный жом, стебли топинамбура, целлюлоза и др. В последнее время возрос интерес к скорлупе кедрового ореха, как потенциальному сорбенту, пригодному для использования в пищевых технологиях [5,6]. Отмечается, что подготовленная определенным образом скорлупа обладает хорошей адсорбционной способностью и может служить насадкой для иммобилизации дрожжей при сбраживании плодово-ягодного сусла [7,8]. Так как известна способность дрожжей закрепляться на различных твердых носителях [9,10], при обработке плодово-ягодного сусла сорбентами с целью исправления его химического состава возможно в том числе сопутствующее элиминирование

микроорганизмов, способствующее улучшению условий жизнедеятельности культурных дрожжей в процессе последующего сбраживания.

Целью настоящей работы является оценка способности сорбентов различной природы элиминировать микроорганизмы из плодово-ягодного сусла в процессе его обработки для снижения кислотности.

*Экспериментальная часть.* Объектом исследования служило сусло, полученное из плодов груши уссурийской урожая 2023 г., собранных в Иркутской обл. Выход и характеристика сусла представлены в табл. 1. Консервацию сусла обеспечивали внесением 0,1% SO<sub>2</sub>. Характеристики сусла определяли стандартными методами, принятыми в винодельческом производстве [11]. Подсчет клеток микроорганизмов вели в камере Горяева в соответствии с [12].

Таблица 1

**Характеристика грушевого сусла**

Показатель	Значение
Выход, %	60
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1065
Кислотность, г/дм <sup>3</sup>	18,7
Сахар, г/100 см <sup>3</sup>	16,3
КОЕ дрожжей в 1 мл сока	1,86·10 <sup>6</sup>
КОЕ бактерий в 1 мл сока	1,01·10 <sup>6</sup>

В качестве сорбента была использована скорлупа кедрового ореха (СКО), полученная с помощью калибровочно-дробильного аппарата при производстве кедрового масла. Перед использованием СКО обрабатывали в соответствии с [8]. Исходную скорлупу (СКО-1) дополнительно измельчали в ступке и на лабораторной мельнице МЛ-1, в результате чего получили дополнительно два образца (СКО-2 и СКО-3), отличающиеся фракционным составом (табл. 2).

Сорбционную способность СКО в отношении микроорганизмов оценивали в сравнении с рядом сорбентов, традиционно используемых в виноделии: активным углем марки БАУ-А ГОСТ 6217-74 (производитель ООО «Волгоград-Реахим»), бентонитом (бентонитовая глина, производитель ООО «Твекс», Московская обл., с. Новопетровское), цеолитом (клиноптилолит, Сокирницкое месторождение Закарпатской обл., Украина).

Таблица 2

**Фракционный состав СКО различной степени измельчения**

Размер фракции, мм	Содержание, %		
	СКО-1	СКО-2	СКО-3
Более 6	100	–	–
1–6	–	68	–

Продолжение таблицы 2

0,5–1	–	24	31,5
0,2–0,5	–	5	55
Менее 0,2	–	–	12,5

Обработку суслу сорбентами проводили в режиме перемешивания в шейкере Certomat BS-1 в течение 2 ч при температуре 20 °С и скорости 150 об/мин. Дозировка сорбентов составляла 4 г/л.

*Обсуждение результатов.* Количество клеток микроорганизмов в сусле после обработки сорбентами представлено в табл. 3. Как видно из таблицы, после двухчасового контакта с сорбентами в сусле осталось 1,3–0,8% клеток дрожжей и 9–3,5% клеток бактерий от их начального содержания. Дрожжевые клетки хорошо сорбировались на всех исследованных сорбентах, в том числе на скорлупе кедрового ореха. Степень измельчения СКО существенного влияния на процесс сорбции не оказывала. Полученные данные согласуются с работами [7], в которых скорлупа кедрового ореха была использована с целью иммобилизации культурных дрожжей.

Таблица 3

**Число клеток микроорганизмов в сусле после обработки сорбентами**

Адсорбент	Дрожжи, КОЕ/мл	Бактерии, КОЕ/мл
СКО-1	$1,5 \pm 0,05 \cdot 10^4$	$7,6 \pm 0,05 \cdot 10^4$
СКО-2	$1,8 \pm 0,05 \cdot 10^4$	$7,9 \pm 0,05 \cdot 10^4$
СКО-3	$2,3 \pm 0,05 \cdot 10^4$	$8,2 \pm 0,05 \cdot 10^4$
Активный уголь	$1,5 \pm 0,05 \cdot 10^4$	$3,5 \pm 0,05 \cdot 10^4$
Цеолит	$1,6 \pm 0,05 \cdot 10^4$	$8,4 \pm 0,05 \cdot 10^4$
Бентонит	$1,6 \pm 0,05 \cdot 10^4$	$9,2 \pm 0,05 \cdot 10^4$

Сорбция бактерий происходила несколько хуже, тем не менее можно отметить, что значительное их количество было удалено из суслу, наиболее эффективным сорбентом в отношении клеток бактерий оказался активный уголь.

*Выводы.* Таким образом, можно заключить, что скорлупа кедрового ореха проявляет высокую адсорбционную активность в отношении клеток дрожжей и несколько более слабую в отношении бактерий. При проведении обработки грушевого суслу СКО с целью корректировки его химического состава можно одновременно добиться эффекта снижения его обсемененности посторонними микроорганизмами, что окажет положительное влияние на течение процесса брожения и органолептические качества плодово-ягодного вина.

Библиографический список:

1. Антоненко О.П., Антоненко М.В., Резниченко К.В. и др. Исследование эффективности применения сорбентов различной природы для удаления антибиотиков. // Научные труды СКФНЦСВВ, Т.29, 2020, С. 247-250.

2. Виноградов В.А., Кречетов И.В., Загоруйко В.А. [и др.] Исследование активированного угля из семян винограда // Магарах. Виноградарство и виноделие, 2011, № 4, С. 23–24.

3. Агеева Н.М., Марковский М. Г., Антоненко М.В. Термоксид-3А для стабилизации вин к кристаллическим помутнениям // Плодоводство и виноградарство Юга России. - 2020. - № 63(3). - С. 206–216.

4. Никифорова Т.Е., Козлов В.А., Багровская Н.А., Родионова М.В. Сорбционная очистка вин // Химия растительного сырья. – 2007. - №1. – С. 69-73.

5. Егорова Е.Ю., Митрофанов Р.Ю., Лебедева А.А. Получение сорбента из скорлупы кедрового ореха методом низкотемпературной обработки // Ползуновский вестник, 2007, №3. С. 35-39.

6. Воронина Ю.С., Свергузова С.В., Шайхиев И.Г. Физико-химические свойства скорлупы кедровых орехов. // В сборнике: Рациональное использование природных ресурсов и переработка техногенного сырья: Фундаментальные проблемы науки, материаловедение, химия и биотехнология. Материалы Международной научной конференции. Белгород, 2022. С. 108-115.

7. Супрун Н.П. Влияние сорбента из скорлупы кедрового ореха на состав органических кислот и летучих компонентов яблочных вин // Вестник КрасГАУ, 2023. №8. С. 266-272.

8. Способ производства белого яблочного вина: пат. 2783427 Рос. Федерация. № 2021124193; заявл. 16.08.2021; опубл. 14.11.2022, Бюл. № 32. 9 с.

9. Файзуллаев Т.Х., В.Б., Тишин. Способность дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* к иммобилизации на поверхности носителя с целью ускорения дображивания пива // Пиво и напитки, 2006, № 6. – С. 10-11.

10. Степанов Н.А., Мартыненко Н.Н., Грачева И.М., Ефременко Е.Н. Применение иммобилизованных клеток дрожжей для производства спирто-содержащих напитков // Известия вузов. Пищевая технология, 2006, №6, С. 45–47.

11. Методы технохимического контроля в виноделии / под ред. В.Г. Гержиковой. 2-е изд.– Симферополь: Таврида, 2009. – 304 с.

12. Бурьян Н.И. Практическая микробиология виноделия. Симферополь: Таврида, 2003. – 560 с.

УДК 66.095.11

## **БИОМАСЛО ПРОЦЕССА ЭТЕРИФИКАЦИИ ШЕЛУХИ СОИ ЛИМОННОЙ КИСЛОТОЙ**

**Амракулова А.А.**

студентка гр.ТПб-21-1

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

**Ахматгалиева К.И.**  
студентка гр.ТПб-21-1  
Иркутский национальный исследовательский  
технический университет  
**Фомина Е.С.**  
к.х.н., доцент  
Иркутский национальный исследовательский  
технический университет  
**Тигунцева Н.П.**  
к.х.н., доцент  
Иркутский национальный исследовательский  
технический университет  
**Евстафьев С.Н.**  
д.х.н, профессор  
Иркутский национальный исследовательский  
технический университет  
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83  
e-mail: esn@istu.edu

**АННОТАЦИЯ:** приведены результаты исследования зависимости выхода и химического состава биомасла процесса этерификации полисахаридов шелухи сои от температуры. Этерификация выполнена лимонной кислотой без использования растворителя при атмосферном давлении в интервале 110–170 °С. Максимальный выход биомасла (24% а.с.м.) получен при 110 °С. С повышением температуры процесса его выход снижается до 2,5% а.с.м. при 170 °С. В составе биомасла в преобладающих количествах присутствуют продукты превращения лимонной кислоты (от 55 до 82% отн.). Продукты превращения полисахаридов представлены фурановыми соединениями, на долю которых приходится не более %.

Ключевые слова: шелуха сои, биомасло, этерификация, лимонная кислота, фурановые соединения.

## **BIO-OIL OF THE POLYSACCHARIDE ESTERIFICATION PROCESS SOY HUSKS WITH CITRIC ACID**

**Amrakulova A.A.**  
student  
Irkutsk National Research Technical University  
**Achmatgalieva K.I.**  
student  
Irkutsk National Research Technical University  
**Fomina E.S.**  
Cand. Sci (Chemistry), associate Professor,  
Irkutsk National Research Technical University

**Tiguntseva N.P.**

Cand. Sci (Chemistry), associate Professor,  
Irkutsk National Research Technical University

**Evstaf'ev S.N.**

Dr. Sci. (Chemistry) , professor  
Irkutsk National Research Technical University  
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83  
e-mail: esn@istu.edu

**ABSTRACT:** the results of the study of the dependence of the yield and chemical composition of the bio-oil of the esterification process of polysaccharides of soybean husks on temperature are presented. Esterification was performed with citric acid without the use of a solvent at atmospheric pressure in the range of 110-170 °C. The maximum yield of bio-oil (24% afm.) was obtained at 110 OC. As the temperature of the process increases, its yield decreases to 2.5% afm. at 170 oS. In the composition of bio oil, the products of the transformation of citric acid are present in predominant quantities (from 55 to 82% of). The products of the transformation of polysaccharides are represented by furan compounds, which account for no more than %.

**Keywords:** soybean husk, bio-oil, esterification, citric acid, furan compounds.

В целях повышения экологической безопасности из-за накопления пластиковых отходов в настоящее время интенсивно проводятся научные исследования по получению композитов на основе биоразлагаемых полимеров. Одно из направлений получения биокompозитов предполагает использование в качестве армирующего наполнителя отходов лигноцеллюлозного сырья, в том числе сельскохозяйственных отходов с высоким содержанием целлюлозы [1, 2].

Существенным недостатком полисахаридов, в том числе целлюлозы, при получении композитов является гидрофильность их поверхности. Как правило, материалы матрицы композита, а именно, неполярные полимеры типа полиэтилена и полипропилена, а также лигнин, вследствие высокого содержания ароматических структур, характеризуются гидрофобностью поверхности. С целью повышения совместимости компонентов биокompозита предлагают использование модифицированных полисахаридов [3]. Одним из вариантов химической модификации является получение эфиров полисахаридов и поликарбоновых кислот, обработанных стеаратом кальция или магния [4]. При этом предполагается, что эфирные группы с длинными алкильными радикалами не только обеспечат гидрофобность поверхности полисахарида, но и увеличат совместимость с неполярными полимерами.

Процесс этерификации целлюлозы осуществляют в интервале тем-

ператур 100-180 °С. При этом, наряду с модифицированной целлюлозой получают жидкий продукт – биомасло, которое может представлять интерес для химической промышленности. Состав получаемых биомасел мало изучен. В работе [5] отмечается, что биомасло, полученное при этерификации целлюлозы лимонной кислотой, обогащено производными фурана.

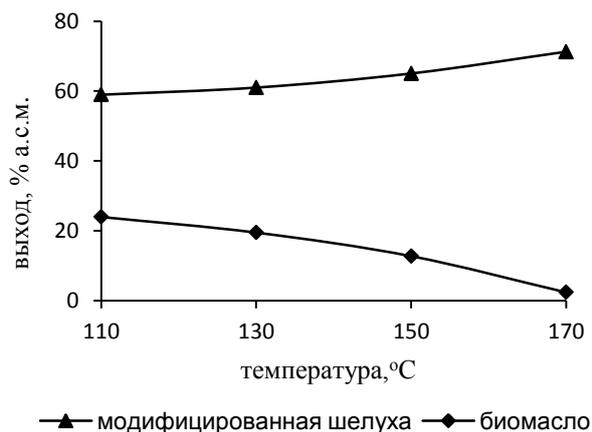
В качестве армирующего наполнителя для производства биокомпозиций может представлять интерес побочный продукт производства соевого масла – шелуха сои, характеризующаяся высоким содержанием полисахаридов (более 80%), представленных целлюлозой и гемицеллюлозой.

Целью работы являлось исследование зависимости выхода и химического состава биомасла от температуры процесса этерификации шелухи сои лимонной кислотой.

Работа выполнена с образцами шелухи сои Иркутского масложиркомбината крупностью менее 1 мм. Компонентный состав шелухи, % а.с.м.: целлюлоза – 43,7, лигнин – 3,1. Перед этерификацией из шелухи удаляли белки и жиры обработкой в щелочном растворе (рН=10) при 60 °С в течение 60 мин. Для этерификации смесь шелухи и лимонной кислоты в соотношении 2:1 по массе помещали в стеклянный бюкс с крышкой и нагревали при температуре опыта в течение 60 мин при периодическом перемешивании. Эксперимент проводили при 110, 130, 150 и 170 °С без растворителя. Биомасла выделяли после охлаждения реакционной смеси промывкой ее на фильтре ацетоном. Из фильтрата вакуумной перегонкой удаляли растворитель и получали биомасло в виде коричневой вязкой жидкости.

Химический состав биомасла анализировали на хроматографе 7820 А с селективным масс-спектрометрическим детектором HP 5975 фирмы «AgilentTechnologies» с использованием кварцевой колонки 30000×0,25 мм со стационарной фазой (95 % диметил - 5 % дифенилполисилоксан). Условия анализа: 3 мин изотермы при 50 °С, подъем температуры до 250 °С со скоростью 6 °С/мин, выдержка в течение 40 мин при температуре 250 °С. Идентификацию соединений осуществляли с использованием библиотеки масс-спектров «NIST 11». Относительное содержание идентифицированных соединений вычисляли по площадям пиков без корректирующих коэффициентов чувствительности.

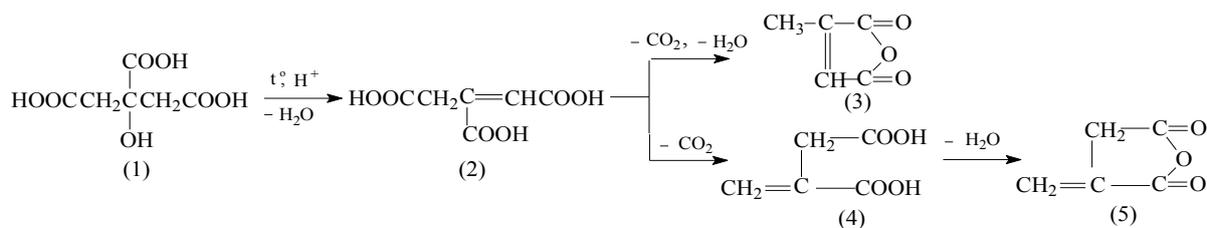
Согласно полученным данным (рис. 1) процесс этерификации полисахаридов шелухи в исследуемом интервале температур сопровождается повышением выхода модифицированной шелухи до 71,3% а.с.м. при 170 °С в результате связывания молекул лимонной кислоты гидроксильными группами полисахаридов. При температурах процесса ниже температуры плавления лимонной кислоты (152-155 °С) этерификация протекает, но менее интенсивно, чем при более высоких температурах в расплавленной кислоте.



**Рисунок 1.** Зависимость выхода модифицированной шелухи от температуры этерификации

Для биомасла наблюдается обратная зависимость выхода от температуры. Наибольший выход биомасла (24% а.с.м.) получен при 110 °С, с повышением температуры он снижается до 2,5% при 170 °С. Независимо от температуры процесса основными компонентами биомасла являются продукты превращения лимонной кислоты. Их содержание колеблется от 55 до 82 % от суммы идентифицированных соединений, причем четкой зависимости содержания от температуры процесса не наблюдается.

В составе биомасла, полученном при 110 °С, методом ГХ-МС идентифицирован продукт дегидратации лимонной кислоты (1) – 3-карбоксивутиеновая кислота (2) и продукт ее гидрирования – 3-карбоксивутиандиовая кислота. При повышении температуры эти кислоты в биомаслах не обнаружены, но присутствуют продукты декарбоксилирования и дегидратации 3-карбоксивутиеновой кислоты: цитраконовый ангидрид (3), итаковая кислота (4) и итаковый ангидрид (5). На основании полученных данных предложена схема превращений лимонной кислоты в условиях процесса этерификации шелухи сои (рис. 2):



**Рисунок 2.** Схема превращений лимонной кислоты в условиях процесса этерификации шелухи сои

Продукты превращения полисахаридов шелухи представлены фурановыми соединениями. Доля их в биомасле при увеличении температуры процесса со 110 до 150 °С повышается с 1,75% отн. до 8,1% отн. В биомасле, полученном при 170 °С, содержание фурановых соединений не превышает 2% отн, вероятно в результате вторичных превращений. Образование фурановых соединений может быть вызвано кислотным гидролизом полисахаридов шелухи с получением глюкозы и пентоз. Последующая дегид-

ратация полученных моносахаридов приводит к получению оксиметил-фурфурола и фурфурола соответственно. Наряду с ними идентифицирован продукт окисления фурфурола – пироглизиновая кислота. В следовых количествах в маслах присутствуют ароматические соединения (бензойная кислота, гваяцилпропанон-2) и карбоновые кислоты C<sub>14</sub>-C<sub>18</sub>.

#### Библиографический список:

1. Satyanarayana K.G., Arizaga G.G.C., Wypych F. Biodegradable composites based on lignocellulosic fibers - An overview//Progress in Polymer Science. 2009.Vol.34,№9.P.982–1021. <https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2008.12.002>
2. Fieschi M., Pretato U. Role of compostable tableware in food service and waste management. A life cycle assessment study//Waste Management, 2018.Vol. 73. P. 14–25. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.11.036>
3. Otal, E.H., Kim, M.L., Hinestroza, J.P., Kimura, M. A. Solid-State Pathway towards the Tunable Carboxylation of Cellulosic Fabrics: Controlling the Surface's Acidity // Membranes 2021. Vol. 11. P. 514. <https://doi.org/10.3390/membranes11070514>
4. Cui X, Honda T, Asoh T-Aki, Uyama H, Cellulose Modified by Citric Acid Reinforced Polypropylene Resin as Fillers // Carbohydrate Polymers. 2020. Vol. 230. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2019.115662>
5. Romeo I., Olivito F., Tursi A., Algieri V., Beneduci A, Chidichimo G., Maiuolo E., Sicilia E., De Nino A. Totally green cellulose conversion into bio-oil and cellulose citrate using molten citric acid in an open system: synthesis, characterization and computational investigation of reaction mechanisms // RSC Advances. 2020. Vol. 10. P. 34738-34751. <https://doi.org/10.1039/d0ra06542k>

УДК 66.061.3

#### **ЭКСТРАКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА СОЕВОЙ ШЕЛУХИ**

**Ахматгалиева К.И.**

студентка гр.ТПб-21-1

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

**Амракулова А.А.**

студентка гр.ТПб-21-1

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

**Тигунцева Н.П.**

к.х.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

**Евстафьев С.Н.**

д.х.н, профессор

Иркутский национальный исследовательский

технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: esn@istu.edu

**АННОТАЦИЯ:** Приведены результаты исследования химического состава спирто-толуольного экстракта шелухи сои. Экстракт был выделен исчерпывающей экстракцией шелухи в аппарате Сокслета. Полученный спирто-толуольный экстракт фракционировали последовательной экстракцией диэтиловым эфиром и этанолом при комнатной температуре. Химический состав эфирного и этанольного экстрактов анализировали методом ГХ-МС. В составе экстрактов идентифицировано более 80 соединений, представленных алканами, карбоновыми кислотами, ароматическими соединениями, сложными эфирами карбоновых кислот, спиртами, альдегидами и кетонами. В преобладающих количествах присутствуют алканы  $C_{13}$ – $C_{28}$  и одноосновные жирные кислоты  $C_7$ – $C_{18}$ .

Ключевые слова: шелуха сои, экстракция, экстрактивные вещества, алканы, карбоновые кислоты.

## **EXTRACTIVE SUBSTANCES OF SOY HUSK**

**Achmatgalieva K.I.**

student

Irkutsk National Research Technical University

**Amrakulova A.A.**

student

Irkutsk National Research Technical University

**Tiguntseva N.P.**

Cand. Sci (Chemistry), associate Professor,

Irkutsk National Research Technical University

**Evstaf'ev S.N.**

Dr. Sci. (Chemistry) , professor

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: esn@istu.edu

**ABSTRACT:** The results of the study of the chemical composition of alcohol-toluene extract of soybean husk are presented. The extract was isolated by exhaustive husk extraction in a Soxlet apparatus. The resulting alcohol-toluene extract was fractionated by sequential extraction with diethyl ether and ethanol at room temperature. The chemical composition of the essential and ethanol extracts was analyzed by GC-MS method. More than 80 compounds have been identified in the extracts, represented by alkanes, carboxylic acids, aromatic

compounds, carboxylic acid esters, alcohols, aldehydes and ketones. Alkanes  $C_{13}$ – $C_{28}$  and monobasic fatty acids  $C_7$ – $C_{18}$  are present in predominant amounts.

Keywords: soybean husk, extraction, extractive substances, alkanes, carboxylic acids.

Соевая шелуха является побочным продуктом производства высокопротеинового соевого жмыха и соевого масла. Она является оболочкой соевого зерна, на долю которой приходится до 8%. Вследствие этого, а также больших объемов производства соевого масла, ежегодно выделяется большое количество шелухи богатой клетчаткой, белками, содержащей незаменимые аминокислоты.

В составе соевой шелухи содержится более 80% сложных углеводов, 9% белка, 4,3% золы и 1% липидов [1, 2]. Около половины нерастворимых углеводов шелухи представлена целлюлозой. Эта особенность состава делают соевую шелуху хорошим источником пищевых волокон. Кроме того, некоторые волокна клетчатки шелухи действуют в качестве пребиотика. Поэтому большая часть ее в настоящее время используется в качестве кормовой добавки для крупного рогатого скота.

На ряду с этим, из соевой шелухи получают углеродный адсорбент для отбеливания соевого масла [3, 4]. Установлена высокая эффективность удаления фосфолипидов, пероксидов и свободных жирных кислот из соевого масла с небольшим влиянием на содержание каротиноидов.

Недавно было предложены новые направления применения соевой шелухи, с акцентом на использование в пищу для человека, как источника растительного белка и клетчатки, например, для производства хлеба, хлопьев и закусок. Однако, имеются сведения, что несмотря на множество полезных свойств, соевые продукты могут оказывать вред здоровью человека. Поэтому требуются дополнительные исследования, в том числе, состава и свойств ингредиентов соевой шелухи. Согласно приведенным сведениям, большая часть выполненных работ была посвящена исследованию высокомолекулярных компонентов соевой шелухи, т.е. клетчатки и белка. Практически отсутствуют работы, включающие исследование состава низкомолекулярных компонентов шелухи.

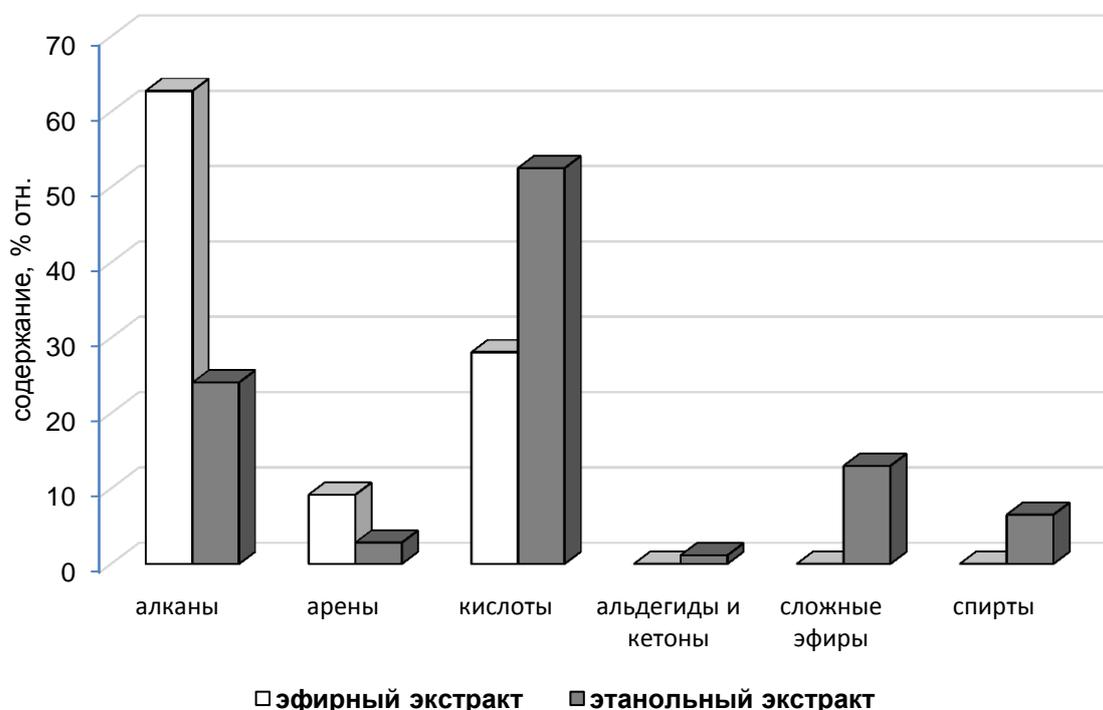
Целью данной работы являлось исследование химического состава экстрактивных веществ шелухи сои.

Работа выполнена на образцах шелухи сои Иркутского масложиркомбината. Экстрактивные вещества были выделены исчерпывающей экстракцией спирто-толуольной смесью в аппарате Сокслета. Полученный экстракт фракционировали последовательной экстракцией диэтиловым эфиром и этанолом при комнатной температуре. Химический состав эфирного и этанольного экстрактов анализировали на хроматографе 7820 А с селективным масс-спектрометрическим детектором HP 5975 фирмы

«AgilentTechnologies» с использованием кварцевой колонки 30000×0,25 мм со стационарной фазой (95 % диметил - 5 % дифенилполисилоксан). Условия анализа: 3 мин изотермы при 50 °С, подъем температуры до 250 °С со скоростью 6 °С/мин, выдержка в течение 40 мин при температуре 250 °С. Идентификацию соединений осуществляли с использованием библиотеки масс-спектров «NIST 11». Относительное содержание идентифицированных соединений вычисляли по площадям пиков без корректирующих коэффициентов чувствительности.

Выход спиртотолуольного экстракта составил 8,1% абсолютно сухой массы шелухи (а.с.м.), 23,5% его было растворимо в диэтиловом эфире (1,9% а.с.м.) и 41,5% - в этаноле (3,4% а.с.м.) при комнатной температуре.

Состав эфирного экстракта представлен алканами, аренами и карбоновыми кислотами (рисунок). Идентифицировано более 50 соединений, среди которых в преобладающих количествах присутствуют алканы C<sub>13</sub>–C<sub>28</sub>. На их долю приходится 62,8% от суммы идентифицированных соединений. В составе аренов с содержанием около 10% отн. присутствуют *n*-метилдифенил, изомеры дитолилметана, дитолилкетона и дитолилметанола. Более половины ароматических соединений эфирного экстракта представлены углеводородами. На долю одноосновных карбоновых кислот C<sub>14</sub>–C<sub>18</sub> приходится около 28% отн. Более половины идентифицированных кислот представлены стеариновой, олеиновой и линолевой кислотами.



**Рисунок1.** Компонентный состав эфирного и этанольного экстрактов соевой шелухи

В отличие от эфирного, в составе этанольного экстракта в преобладающих количествах присутствуют кислородсодержащие соединения, а именно спирты, альдегиды, кетоны, сложные эфиры и карбоновые кислоты. В составе спиртов в заметных количествах обнаружен глицерин. Сложные эфиры с содержанием около 13% отн. представлены в основном эфирами олеиновой и лимонной кислот. Свободная лимонная кислота в составе экстракта не обнаружена. На долю карбоновых кислот состава C<sub>7</sub>-C<sub>18</sub> приходится более половины идентифицированных соединений экстракта. Отмечается высокое содержание пальмитиновой, стеариновой, олеиновой и линолевой кислот. В составе аренов наряду с 4-метилбензальдегидом и диметоксиацетофеноном идентифицирован метоксиэвгенол, на долю которого приходится более половины содержания аренов этанольного экстракта.

В результате выполненной работы в составе спирто-толуольного экстракта соевой шелухи идентифицировано более 80 соединений, представленных алканами, карбоновыми кислотами, ароматическими соединениями, сложными эфирами карбоновых кислот, спиртами, альдегидами и кетонами. В преобладающих количествах присутствуют алканы C<sub>13</sub>-C<sub>28</sub> и одноосновные жирные кислоты C<sub>7</sub>-C<sub>18</sub>.

#### Библиографический список:

1. Snyder H. E., Kwon T. Soybean utilization. NY.: Van Nostrand Reinhold, 1987. 346 p.
2. Riaz M. N., Soy Beans: Processing // Encyclopedia of Food and Health. 2016. P. 48 – 53.
3. Proctor A., Harris C. D. Soy hull carbon as an adsorbent of minor crude soy oil components // Journal of the American Oil Chemists' Society. 1996. № 73. P. 527-529. DOI:10.1007/BF02523931
4. Omar S., Girgis B., Taha F. Carbonaceous materials from seed hulls for bleaching of vegetable oils // Food Research International. 2003. № 36. P. 11-17. DOI:10.1016/S0963-9969(02)00102-3

УДК 66.092

### **ВЫДЕЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ИЗ СОЛОМЫ ПРИ ТЕРМООБРАБОТКЕ В СРЕДЕ ХЛОРИД ХОЛИН / ЩАВЕЛЕВАЯ КИСЛОТА**

**Шашкина С.С.**

аспирант

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет  
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83  
e-mail: chiffa19@mail.ru

**Евстафьев С.Н.**  
д.х.н., профессор  
Иркутский национальный исследовательский  
технический университет  
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83  
e-mail: esn@istu.edu

**АННОТАЦИЯ:** Представлены результаты исследования эффективности выделения и очистки технической целлюлозы при обработке соломы пшеницы в среде глубокого эвтектического растворителя. Эксперимент проведён в интервале температур 80-110 °С. Показано, что полученная в исследуемом интервале температур техническая целлюлоза характеризуется высоким (более 75 % на а.с.м. соломы) содержанием целлюлозы.

**Ключевые слова:** глубокий эвтектический растворитель, солома пшеницы, техническая целлюлоза.

### **ISOLATION OF TECHNICAL CELLULOSE FROM STRAW BY HEAT TREATMENT IN THE CHOLINE CHLORIDE / OXALIC ACID MEDIUM**

**Shashkina S.S.**  
Post-graduate student  
Irkutsk National Research Technical University  
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83  
e-mail: chiffa19@mail.ru

**Evstaf'ev S.N.**  
Dr. Sci. (Chemistry), Professor  
Irkutsk National Research Technical University  
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83  
e-mail: esn@istu.edu

**ABSTRACT:** The results of investigation of the efficiency of isolation and purification of technical cellulose from straw by heat treatment in the choline chloride / oxalic acid medium was presented. The experiment was conducted in the temperature range 80-110 °C. It was shown that the technical cellulose obtained in the studied temperature range is characterized by a high (more than 75 % dry mass) cellulose content.

**Keywords:** deep eutectic solvent, wheat straw, technical cellulose.

Целлюлоза – самый распространенный в мире биополимер, основная составляющая растительной биомассы. Благодаря своим свойствам и строению, она используется в качестве сырья для получения целого ряда ценных продуктов, от этерифицированных производных до продуктов деполимеризации (глюкоза и т.д.). Также, конверсия целлюлозы позволяет получить набор веществ с добавленной стоимостью: спирты, кислоты и т.д.

[1]. Соответственно, эффективное выделение и очистка целлюлозы является важной задачей и перспективным направлением для исследования.

В последние годы большое внимание уделяется охране окружающей среды, разработке и применению «зеленых» технологий во всех областях, в том числе – переработке отходов. Глубокие эвтектические растворители (DES) находят применение для конверсии различных типов лигноцеллюлозного сырья и отдельных биополимеров [2]. Обработка лигноцеллюлозного сырья в среде DES может позволить, путем нарушения межмолекулярных связей, удалить лигнин и гемицеллюлозу, получая тем самым очищенную целлюлозу, пригодную для дальнейшей переработки.

Цель работы: оценка эффективности выделения технической целлюлозы из соломы пшеницы при термической обработке в среде глубокого эвтектического растворителя.

В качестве объекта исследования использована солома пшеницы. Компонентный состав, в % на абсолютно сухую массу (% , а.с.м.): целлюлоза 49,3; гемицеллюлоза 21,3; лигнин 18,7. Удаление экстрактивных веществ проводили с использованием спирто-толуольной смеси. Глубокий эвтектический растворитель получен при смешивании хлорида холина и щавелевой кислоты (соотношение 0,75:1) при температуре 80 °С в течение 1 ч. Измельченную и высушенную до постоянной массы солому обрабатывали в среде DES (гидромодуль 1:20) в интервале температур 80 – 110 °С. Продолжительность обработки составляла 3 ч. После разделения твердых и жидких продуктов выделение технической целлюлозы (ТЦ) осуществляли по схеме (рис. 1). В полученной ТЦ определяли компонентный состав. Оценка структурных изменений проводили на основании данных ИК-спектроскопии, SEM-микроскопии.



**Рисунок 1.** Схема выделения технической целлюлозы после обработки в среде глубокого эвтектического растворителя

Полученные в исследуемом интервале температур ТЦ характеризуются повышенным, в сравнении с исходной соломой, содержанием целлюлозы. Повышение температуры 80-100 °С оказывает благоприятное воздействие – содержание целлюлозы увеличивается на 35% от исходного. При этом, содержание лигнина снижается практически в 3 раза, а гемицел-

люлозы – в 5 раз. При повышении температуры выше 100 °С содержание лигнина возрастает, а выход ТЦ – снижается. На основании полученных результатов, а также анализа ИК-спектров и SEM-снимков, можно сделать вывод, что при повышении температуры до 110 °С интенсивно протекают термические превращения компонентов биомассы, в т.ч. целлюлозы, что оказывает негативное влияние на выход целевого продукта – технической целлюлозы.

#### Библиографический список

1. Sert M., Arslanoglu A., Ballice L. Conversion of sunflower stalk based cellulose to the valuable products using choline chloride based deep eutectic solvents // *Renewable Energy*. 118. 2018. P. 993-1000. DOI: 10.1016/j.renene.2017.10.083.

2. Mamilla J., Novak U., Grilc M., Likozar B. Natural deep eutectic solvents (DES) for fractionation of waste lignocellulosic biomass and its cascade conversion to value-added bio-based chemicals // *Biomass and Bioenergy*. 120. 2019. P. 417-425. DOI: 10.1016/j.biombioe.2018.12.002.

УДК 577.27

#### МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ МОНОКЛОНАЛЬНЫХ АНТИТЕЛ

**Посёлкина А.О., Верхотурова В.В.,**

**Хмель М.И., Александрова Т.И.**

студенты гр. БТб-21-1

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: alexposelkina@mail.ru

**Лозовая Т.С.**

к.б.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: tnike75@mail.ru

**АННОТАЦИЯ:** В обзоре рассматриваются принципы, преимущества и недостатки методов получения моноклональных антител (МкАТ). Наиболее известной является гибридная технология, в основе которой лежит получение гибридом *in vivo*. Стремление людей минимизировать использование животных привело к появлению методов получения МкАТ *in vitro*. К таким методам относятся фаговый дисплей – получение высокоспецифичных антител с помощью библиотек бактериофагов; а также иммортализация – получение способных к долгому самовоспроизведению антителосекретирующих В-лимфоцитов.

Ключевые слова: гибридная технология, фаговый дисплей, иммортализация.

## METHODS FOR THE PRODUCTION OF MONOCLONAL ANTIBODIES

**Poselkina A.O., Verkhoturova V.V.,  
Khmel M.I., Alexandrova T.I.**  
students

Irkutsk National Research Technical University  
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83  
e-mail: alexposelkina@mail.ru

**Lozovaya T.S.**  
cand.Sci.(Biology), Associate Professor  
Irkutsk National Research Technical University  
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83  
e-mail: tnike75@mail.ru

**ABSTRACT:** The review examines the principles, advantages and disadvantages of methods for obtaining monoclonal antibodies (mAb). The most well-known is the hybridoma technology, which is based on the production of hybrids *in vivo* [10]. The desire of people to minimize the use of animals has led to the emergence of methods for obtaining mAb *in vitro*. Such methods include phage display – the production of highly specific antibodies using bacteriophage libraries [19, 20]; as well as immortalization – the production of antibodysecreting B-lymphocytes capable of long-term self-replication [25].

**Keywords:** hybridoma technology, phage display, B-cell immortalization.

Моноклональные антитела (МкАТ) — это высокоспецифичные антитела, обладающие высокой специфичностью, что обуславливает возможность их применения для диагностики и лечения онкологических, аутоиммунных, инфекционных и аллергических заболеваний [1-4]. Моноклональные антитела могут быть выработаны против почти любого природного антигена, который антитело будет специфически связывать. Кроме того, моноклональные антитела активно применяются для идентификации молекул, очистки клеток, несущих специфический антиген, а также в научных исследованиях по биохимии и молекулярной биологии [5-7]. Данный сегмент биомедицины развивается с большой скоростью. С момента открытия моноклональных антител было разработано множество технологий их получения, такие как: гибридная технология, технология рекомбинантных ДНК, иммортализация В-клеток [8]. На данный момент на русском языке представлено недостаточно сведений о возможных методах получения МкАТ и их особенностях. Подобная информация может быть полезной как для людей, занимающихся научной детальностью в данном направлении (ученых, преподавателей, студен-

тов), так и для людей, планирующих открыть лабораторию и/или производство по получению моноклональных антител.

В связи с этим целью данной работы является обзор наиболее разработанных и часто применяемых методах получения моноклональных антител (в лабораторных условиях), а также их основных преимуществах и недостатках.

Одной из наиболее изученных технологий по получению МкАТ является гибридная технология, разработанная в 1975 году учёными Жоржем Кёлером и Сезаром Мильштейном [9]. Данная технология заключается в получении специализированных клеток для продукции МкАТ – гибридом. Гибридомы представляют собой гибриды клеток, полученные при слиянии В-лимфоцитов и опухолевых клеток, вследствие чего гибридомы обретают возможность к неограниченно долгому делению и неограниченно долгому воспроизводству антител [10]. Для получения гибридом необходимо провести культивирование двух линий мышей. Одних мышей иммунизируют для повышения концентрации лимфоцитов в крови (путем введения специальной вакцины или иного агента), других – подвергают воздействию мутагенных факторов для инициации развития у них опухолевых клеток [11]. Затем выделяют из одной линии мышей опухолевые клетки, а из другой линии – В-лимфоциты селезёнки либо образцы крови. Далее все процессы проходят *in vitro*. Полученные клетки гибридизируют – проводят слияние соматических клеток с получением жизнеспособных клеток – гибридом [12]. Слияния клеток добиваются путем их обработки полиэтиленгликолем (ПЭГ) либо при помощи электрического тока [12, 13]. После слияния клеток проводят отбор гибридом, способных к делению и воспроизведению необходимых антител. Для отбора гибридом используется селективная ГАТ-среда. Данная среда (содержащая гипоксантин (Г), аминоптерин (А), тимидин (Т)) необходима для отделения гибридом от не слившихся опухолевых клеток и лимфоцитов [14, 15]. После отбора необходимых гибридомных клеток осуществляется их дальнейшее клонирование, в ходе которого гибридомы делятся и воспроизводят антитела. Через некоторое время у клонов проводят проверку на присутствие антител нужной специфичности с помощью микрометодов выявления антител. Отобранные клетки клонируются еще раз для проверки специфичности антител [16, 17].

Преимуществом данной технологии является способность гибридом синтезировать антитела к любому антигену. Гибридомы также обладают высокой воспроизводимостью (т.е. способны синтезировать большое количество антител) [10, 17]. К недостаткам гибридомного метода относятся: получение исходного материала из мышей, дороговизна и трудоемкость выполняемых процедур. Кроме того, полученные гибридомы синтезируют так называемые «мышинные» моноклональные антитела, которые можно использовать в производстве лекарственных препаратов только после их «гуманизации» – замены части аминокислотных последовательностей

мышинного антитела на аминокислотные последовательности человека. В противном случае получаемые из них лечебные препараты будут обладать повышенной иммуногенностью [10, 16, 17].

Развитие технологии рекомбинантных ДНК позволило разработать методы получения антител с высоким уровнем специфичности, которые не требуют иммунизации животных. К ним относятся дисплейные методы: фаговый дисплей, дрожжевой дисплей, дисплейные системы на основе клеток млекопитающих. Наиболее распространенным является фаговый дисплей [18]. В основе данного метода лежит экспонирование (отображение) белков, специфичных к определенному антигену на поверхности вирусной частицы – бактериофага. Получение антител с помощью фагового дисплея осуществляется *in vitro*. Сначала в геном бактериофага (а именно – внутрь гена, который кодирует белок оболочки фага) вставляют целевую нуклеотидную последовательность ДНК, кодирующую фрагменты антител. Далее, при заражении полученными бактериофагами кишечной палочки *Escherichia coli*, целевая нуклеотидная последовательность ДНК встраивается в ее геном. В клетке кишечной палочки, с помощью вспомогательных фагов, активируется сборка новых вирусных частиц, экспонирующих на своей поверхности фрагмент антитела. Данный процесс повторяется несколько раз для увеличения числа необходимых бактериофагов. Таким образом можно получать бактериофаги, содержащие разнообразные чужеродные аминокислотные последовательности. Совокупность бактериофагов, на поверхности которых находятся различные фрагменты антител, называется комбинаторной библиотекой [19, 20].

Библиотеки бактериофагов, полученные с помощью фагового дисплея, можно разделить на два типа: естественные и синтетические. Естественные библиотеки бактериофагов получают из окружающей среды (из лимфоидных тканей или из циркулирующей крови людей и других животных) с помощью ПЦР с обратной транскрипцией. Синтетические библиотеки создаются с участием искусственно синтезированной ДНК, которая вносит случайные изменения в переменные фрагменты антител, тем самым повышая разнообразие синтезируемых антител [18, 21, 22]. Для отбора в библиотеке бактериофагов с необходимым фрагментом антител (способных связываться с определенным антигеном) используют аффинную селекцию с помощью целевых антигенов. Заключительным этапом фагового дисплея является реконструирование полноразмерных моноклональных антител [8].

К преимуществам данного метода относится отсутствие необходимости иммунизации животных для получения продуцентов антител [18, 21, 22], низкая стоимость в сравнении с другими методами, а также возможность получения антител практически к любым антигенам, в том числе к неиммуногенным и/или токсичным антигенам [21, 23]. Одним из главных недостатков

метода является то, что в результате фагового дисплея часть образовавшихся антител не способны связывать антигены. Такие антитела образуются из-за того, что вероятность попадания компонентов каждого антигенсвязывающего участка тяжелой и легкой цепей иммуноглобулина в состав одного одноцепочечного антигенсвязывающего фрагмента крайне мала [8, 24].

Ещё одним методом получения моноклональных антител является иммортализация. Иммортализация клеток относится к процессу, при котором рост клеток *in vitro* и их последующее измененное функционирование индуцируются внешними факторами. Вследствие этого цикл роста иммортализованных клеток меняется и значительно отличается от цикла роста нормальных клеток. Процесс клеточного старения при этом замедляется, поэтому наблюдается высокая пролиферация и возможен длительный пассаж клеток. В настоящее время для индукции роста иммортализованных клеток в основном используются искусственные методы.

В основе иммортализации лежат различные механизмы, такие как: радиоактивные мутации, активация теломер и теломеразы, вирусная трансформация, активация или ингибирование онкогенов и генов-супрессоров опухолей, и т.д. Хотя механизмы иммортализации клеток, несмотря на сложность, являются схожими, варианты запуска этого процесса различаются для разных клеток. Типичными вариантами запуска являются: а) генетическая модификация путем трансдукции *Bcl-6*-содержащих ретровирусов *in vitro*, б) иммортализация посредством взаимодействия *CD40/CD40L*, в) трансформация вирусом Эпштейна-Барр (EBV), г) инфицирование обезьяньим вирусом 40 (SV40), [25].

а) *Встраивание онкогена Bcl-6 при его трансдукции in vitro* является методом, который включает непосредственные модификации генома (что позволяет увеличить пролиферацию и изменить клеточный цикл) или культивирование трансдуцированных В-лимфоцитов в условиях, благоприятных для продукции антител [26].

б) При *иммортализации В-лимфоцитов посредством взаимодействия CD40/CD40L* обеспечиваются: переключение классов иммуноглобулинов (переключение с синтеза антител одного класса на синтез антител другого класса); дифференцировка В-лимфоцитов в плазматические клетки, синтезирующие IgG; индукция пролиферации в случае экспрессии *CD40L* и в присутствии цитокинов [27, 28]. Помимо этого, могут использоваться методы, для которых В-клетки культивируются в условиях, необходимых для их иммортализации и продукции антител.

в) *Метод, основанный на внедрении в клетку генов вируса Эпштейна-Барр (EBV)*, обусловлен одним из двух механизмов: либо влиянием латентных вирусных белков, которые могут активировать взаимодействие между фактором роста клеток и его рецептором, и, следовательно, изменять жизненный цикл В-лимфоцитов; либо ингибированием апоптоза ла-

тентными белками EBV, а также клеточными белками, индуцированными EBV, за счет ингибирования опухолевого супрессора p53 и усиления теломеразной активности [29, 30].

г) *Иммортализация посредством использования обезьяньего вируса 40 SV40* позволяет реализовать один из двух основных механизмов, с помощью которых антиген SV40 LT иммортализирует В-клетки: ингибирование активности белка p53 путем блокирования p53-зависимой активации транскрипции и p53-независимой остановки роста и активация E2F-опосредованной транскрипции путем связывания LT с Rb и высвобождения транскрипционного фактора семейства E2F. При этом разрушается комплекс Rb-E2F, который действует как супрессор роста и предотвращает дальнейшее прохождение клеточного цикла. Соответственно, E2F после воздействия антигена LT остается на ДНК и запускает транскрипцию [29, 31, 32].

Иммортализация В-клеток человека является важным способом эффективного производства человеческих моноклональных антител, которые безопасны в применении [25]. Также к достоинствам методов иммортализации можно отнести тот факт, что спонтанная иммортализация животных клеток редка [33] и составляет менее  $1 \cdot 10^{-12}$  в клетках человека и  $1 \cdot 10^{-6} - 10^{-5}$  в клетках грызунов. Этот факт позволяет избежать преждевременных изменений клеток и способствует улучшению контроля проведения процесса. Не менее важным преимуществом использования метода иммортализации, например, опосредованной вирусом Эпштейна-Барр (EBV), является то, что такая иммортализация сохраняет характеристики исходных В-клеток, включая рецепторы комплемента, а также поверхностные и секреторные Ig. Помимо этого, на сегодняшний день ведутся исследования по увеличению эффективности иммортализации В-клеток (ранее – 0,1%) посредством добавления агониста TLR [34]. Благодаря высокой пропускной способности и способности непосредственно проверять функциональные антитела этот метод полезен для выявления редких клеток, которые генерируют антитела с различными характеристиками [35].

Недостатком этой стратегии является то, что В-клетки растут непродолжительное время, т.е. «окно» возможности идентифицировать необходимый антиген-специфичный клон слишком мало по времени [36]. Помимо этого, одним из основных недостатков является то, что зрелые В-клетки – как наивные (В-лимфоциты, не контактировавшие с антигеном), так и В-клетки памяти, – не могут эффективно развиваться *in vitro*. В период культивирования В-клеток *in vitro* в присутствии лиганда CD40 (CD40L), цитокинов, иммуноглобулинового рецептора для распознавания антигенов BCR и агониста Toll-подобного рецептора (TLR) они реагируют на их присутствие, затем В-клетки дифференцируются в терминальные плазматические клетки [37]. Этот процесс сопровождается остановкой клеточного цикла, препятствующей образованию долговременных линий В-клеток.

Из вышесказанного следует, что методы получения моноклональных антител достаточно разнообразны. Существуют методы получения моноклональных антител как *in vivo*, так и *in vitro*. В настоящее время гибридная технология применяется чаще других методов [10]. Однако из-за необходимости иммунизации животных и последующей гуманизации полученных антител более актуальными и перспективными становятся методы, исключаящие использование животных, но задействующие бактерии и вирусы. Более того, улучшения в системах экспрессии генов и очистки способствуют производству антител с высоким сродством к антигенам. Моноклональные антитела, которые в настоящее время используются в различных исследовательских и клинических целях, демонстрируют преимущества с точки зрения улучшения диагностики и терапевтического применения [38]. Антитела следующего поколения могут быть значительно улучшены, в сравнении с обычными моноклональными антителами, а именно: они могут иметь повышенную точность, нацеленность на несколько антигенов, устойчивость к мутациям патогенов, упрощенную схему производства, пониженную иммуногенность, увеличенный период полураспада и универсальные варианты введения. Ожидается, что в ближайшем будущем моноклональные антитела, наряду с антителами следующего поколения, смогут произвести революцию в области иммунотерапии, сделав ее более эффективной и доступной [35].

#### Библиографический список:

1. Berger, M. Therapeutic applications of monoclonal antibodies / M. Berger, V. Shankar, A. Vafai // American Journal of the Medical Sciences. – 2002. – Vol. 324, No. 1. – P. 14-30.
2. Ly S. Review of an Anti-CD20 Monoclonal Antibody for the Treatment of Autoimmune Diseases of the Skin / S. Ly, D. Nedosekin, H. K. Wong // American Journal of Clinical Dermatology. – 2023. – Vol. 24, No. 2. – P. 247-273.
3. Timoshicheva, T. A. Prospects for monoclonal antibodies using in differential diagnosis of adenovirus infection / T. A. Timoshicheva, I. V. Amosova // Russian Journal of Infection and Immunity. – 2018. – Vol. 8, No. 4. – P. 589.
4. Tsumoto K. Future perspectives of therapeutic monoclonal antibodies / K. Tsumoto, Y. Isozaki, M. Tomita, H. Yagami // Immunotherapy. – 2019. – Vol. 11, No. 2. – P. 119-127.
5. Struble, E.B. Uses and challenges of antiviral polyclonal and monoclonal antibody therapies / Struble, E.B., Rawson, J.M.O., Stantchev, T. [et al.] //Pharmaceutics. – 2023. – Vol. 15. – No. 5. – P. 1538.
6. Knudsen C. Prototyping of a lateral flow assay based on monoclonal antibodies for detection of Bothrops venoms / Knudsen C., Jürgensen J.A., Knudsen P.D. //Analytica Chimica Acta. – 2023. – Vol. 1272. – P. 341306.

7. Ljungars A. Neutralization capacity of recombinant antivenoms based on monoclonal antibodies and nanobodies / Ljungars A., Laustsen A. H. //Toxicon. – 2023. – Vol. 222. – P. 106991.

8. Меркульева, Ю. А. Методы получения моноклональных антител для терапии и профилактики вирусных инфекций / Ю. А. Меркульева, Д. Н. Щербаков, А. А. Ильичев // Биоорганическая химия. – 2022. – Т. 48, № 3. – С. 279-295.

9. Pansare A. B. A review on: hybridoma technology / Pansare A. B., Kolhe V. // International research journal of modernization in engineering technology and science – 2023 – Vol. 5.

10. Mitra S. Hybridoma technology; advancements, clinical significance, and future aspects/ Mitra S., Tomar P. C. //Journal of Genetic Engineering and Biotechnology. – 2021. – Vol. 19. – No. 1. – P. 1-12.

11. Руденко, Н. В. Получение и характеристика моноклональных антител к протективному антигену *Bacillus Anthracis* / Н. В. Руденко, С. Г. Аббасова, Е. В. Гришин // Биоорганическая химия. – 2011. – Т. 37, № 3. – С. 354-360.

12. Орлова, А. А. Гибридизация соматических клеток // Горизонты биофармацевтики : Сборник научных трудов по материалам VI Всероссийской научно-практической конференции, Курск, 30 октября 2020 года. – Курск: Курский государственный медицинский университет, 2020. – С. 72-74.

13. Kou J. Advances in hybridoma preparation using electrofusion technology / Kou J., Shen J., Wang Z. [et al.] //Biotechnology Journal. – 2023. – Vol.18. – No. 10. – P. 2200428.

14. Моноклональные антитела - URL: <https://biomolecula.ru/articles/monoklonalnye-antitela>; (дата обращения 24.02.24)

15. Этапы получения гибридом, синтезирующих моноклональные антитела - URL: <https://studfile.net/preview/5134900/page:3/>; (дата обращения 24.02.24)

16. Moraes J. Z. Hybridoma technology: is it still useful? / Moraes J.Z., Hamaguchi B., Braggion C. //Current Research in Immunology. – 2021. – Vol. 2. – P. 32-40.

17. Parray H. A. Hybridoma technology a versatile method for isolation of monoclonal antibodies, its applicability across species, limitations, advancement and future perspectives. / Parray H.A., Shukla S., Samal S. [et al.] //International immunopharmacology. – 2020. – Vol. 85. – P. 106639.

18. Биотехнология антител. URL: <https://biomolecula.ru/articles/-biotekhnologiiia-antitel?ysclid=lt1ig46mzw524798275> (Дата обращения 05.03.2024)

19. Hoogenboom H. R. et al. Antibody phage display technology and its

applications / Hoogenboom H.R., de Bruïne A.P., Hufton S.E. // *Immunotechnology*. – 1998. – Vol. 4. – No. 1. – P. 1-20.

20. Azzazy H. M. E. Phage display technology: clinical applications and recent innovations / Azzazy H. M. E., Highsmith Jr W. E. // *Clinicalbiochemistry*. – 2002. – Vol. 35. – No. 6. – P. 425-445.

21. Тикунова Н. В. Фаговый дисплей на основе нитчатых бактериофагов: применение для отбора рекомбинантных антител/ Тикунова Н. В. Морозова В. В. // *Acta Naturae* (русскоязычная версия). – 2009. – Т. 1. – №. 3. – С. 22-31.

22. Кузьмичева, Г. А. Пептидный фаговый дисплей в биотехнологии и биомедицине / Г. А. Кузьмичева, В. А. Белявская // *Биомедицинская химия*. – 2016. – Т. 62, № 5. – С. 481-495.

23. Фаговый дисплей в конструировании антител с заданными свойствами / Д. О. Дормешкин, Е. А. Бричко, А. А. Гилеп, С. А. Усанов // *Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия химических наук*. – 2017. – № 2. – С. 93-110.

24. Adler A. S. A natively paired antibody library yields drug leads with higher sensitivity and specificity than a randomly paired antibody library/ Adler, A. S., Bedinger, D., Adams, M. S. [et al.] // *MAbs*. – Taylor & Francis, 2018. – Vol. 10. – No. 3. – P. 431-443.

25. Xu H. The Research Progress on Immortalization of Human B Cells / Xu H., Xiang X., Ding W. [et al.] // *Microorganisms*. – 2023. – Vol. 11. – No. 12. – P. 2936.

26. Субпопуляции В-лимфоцитов: функции и молекулярные маркеры / А. А. Лушова, Э. А. Жеремян, Е. А. Астахова [и др.] // *Иммунология*. – 2019. – Т. 40, № 6. – С. 63-75.

27. Основы противоифекционного иммунитета: учебное пособие / Е. В. Сайдакова; Пермский государственный национальный исследовательский университет. – Пермь, 2020. – С. 35-36.

28. Шейбак В. М. В-лимфоциты: функции и метаболизм / Шейбак В. М., Павлюковец А. Ю. // *Имунопатология, аллергология, инфектология*. – 2020. – №. 3. – С. 39-45. Mack D. H., Vartikar J., Pipas J. M., Laimins L. A. (1993) *Nature*, 363, 281–283.

29. Mack D. H. Specific repression of TATA-mediated but not initiator-mediated transcription by wild-type p53 / Mack, D. H., Vartikar, J., Pipas, J. M., & Laimins, L. A. [et al.] // *Nature*. – 1993. – Vol. 363. – No. 6426. – P. 281-283.

30. Corti D. Efficient methods to isolate human monoclonal antibodies from memory B cells and plasma cells / Corti D., Lanzavecchia A. // *Antibodies for Infectious Diseases*. – 2015. – P. 129-139.

31. Korenjak M. E2F–Rb complexes regulating transcription of genes important for differentiation and development / Korenjak M., Brehm A. // *Current opinion in genetics & development*. – 2005. – Т. 15. – №. 5. – С. 520-527.

32. Ohlsson C. p53 regulates insulin-like growth factor-I (IGF-I) receptor expression and IGF-I-induced tyrosine phosphorylation in an osteosarcoma cell line: interaction between p53 and Sp1 / Ohlsson, C., Kley, N., Werner, H., & LeRoith, D. //Endocrinology. – 1998. – Vol. 139. –No. 3. – P. 1101-1107.

33. Katakura Y. Immortalization by gene transfection / Katakura Y., Alam S., Shirahata S. //Methods in cell biology. – 1998. – Vol. 57. – P. 69-91.

34. Traggiai E. An efficient method to make human monoclonal antibodies from memory B cells: potent neutralization of SARS coronavirus / Traggiai E., Becker S., Subbarao K. [et al.] //Nature medicine. – 2004. – Vol. 10. – No. 8. – P. 871-875.

35. Singh R. Recent Advances in the Development of Monoclonal Antibodies and Next-Generation Antibodies / Singh R., Chandley P., Rohatgi S. [et al.] //ImmunoHorizons. – 2023. – Vol. 7. – No. 12. – P. 886-897.

36. Lanzavecchia A. Human monoclonal antibodies by immortalization of memory B cells / Lanzavecchia A., Corti D., Sallusto F. [et al.] //Current opinion in Biotechnology. – 2007. – Vol. 18. – No. 6. – P. 523-528.

37. Jourdan M. Characterization of a transitional preplasmablast population in the process of human B cell to plasma cell differentiation / Jourdan M., Caraux A., Caron G. [et al.] //The Journal of Immunology. – 2011. – Vol. 187. – No. 8. – P. 3931-3941.

38. Sharma P. Therapeutic antibodies in medicine / Sharma, P., Joshi, R. V., Pritchard, R. [et al.] //Molecules. – 2023. – Vol. 28. – No. 18. – P. 6438.

УДК 54.061

**АКТУАЛЬНЫЕ МЕТОДИКИ ИДЕНТИФИКАЦИИ МЕТАБОЛИТОВ  
НАРКОТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ГРУППЫ КАННАБИНОИДОВ  
ИЗ БИОЛОГИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА**

**Носова Е.Р.**

Магистрант, специальность «Физическая химия»

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: yakowlewa.eliz@yandex.ru

**Бегунова Л.А.**

к.т.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: lbegunova@mail.ru

**АННОТАЦИЯ:** Проблема наркомании остро стоит в Российской Федерации. Одной из самых распространенных групп наркотических средств на данный момент являются каннабиноиды, встречающиеся в растениях

семейства коноплевых и являющихся действующими веществами гашиша и марихуаны. Психотропный эффект достигается благодаря действию дельта-9-тетрагидроканнабинола. Наиболее часто используемые методики исследования не всегда отвечают существующей нагрузке, вследствие чего возникает необходимость обеспечения большей осведомленности в данной области.

Ключевые слова: каннабиноиды, дельта-9-тетрагидроканнабинол, метаболиты, идентификация, газовая хроматография-масс-спектрометрия.

## **CURRENT METHODS FOR IDENTIFICATION OF METABOLITES OF NARCOTIC DRUGS OF THE CANNABINOID GROUP FROM BIOLOGICAL MATERIAL**

**Nosova E.R.**

Master degree student in Physical chemistry  
Irkutsk National Research  
Technical University  
83 Lermontov St., 664074 Irkutsk  
e-mail: yakowlewa.eliz@yandex.ru

**Begunova L.A.**

Ph.D., Associate Professor  
Irkutsk National Research  
Technical University  
83 Lermontov St., 664074 Irkutsk  
e-mail: lbegunova@mail.ru

**ABSTRACT:** The problem of drug addiction is acute in the Russian Federation. One of the most common groups of narcotic drugs at the moment are cannabinoids, which are found in plants of the cannabis family and are active substances of hashish and marijuana. The psychotropic effect is achieved due to the action of delta-9-tetrahydrocannabinol. The most frequently used research methods do not always meet the existing workload, which makes it necessary to ensure greater awareness in this area.

**Keywords:** cannabinoids, delta-9-tetrahydrocannabinol, metabolites, identification, gas chromatography-mass spectrometry.

Наркомания подрывает социально-экономическое развитие страны, снижает экономический рост, научный прогресс, уровень человеческого потенциала и качество жизни населения.

В условиях возрастающего уровня потребления психоактивных веществ особенно важным является вопрос оптимизации процессов идентификации психоактивных веществ в биологических материалах. Рутинный анализ в современных химико-токсикологических и судебно-медицинских лабораториях требует точности, высокой скорости исполнения и универсальности для применения в условиях различной степени оснащённости.

Одной из самых распространенных групп наркотических средств на данный момент являются каннабиноиды - группа терпенофенольных соединений, производных 2-замещённого 5-амилрезорцина. В природе встречаются в растениях семейства коноплевых, являются действующими веществами гашиша и марихуаны. Психотропный эффект марихуаны достигается благодаря действию дельта-9-тетрагидроканнабинола (ТГК, тетрагидроканнабинол), способного избирательно связываться с определёнными структурами отделов головного мозга, называемыми каннабиноидными рецепторами.

В течение последнего десятилетия каннабиноиды входят в список самых часто употребляемых наркотических средств, наравне с опиатами и синтетическими катинонами в Российской Федерации.

Негативные последствия употребления каннабиноидов выражаются в таких эффектах как нарушение когнитивного контроля и планирования, неспособность подавлять неадекватные действия, нечувствительность к последствиям, искаженное восприятие времени и персеверации поведения [1].

В медицинской литературе выявляются основные пути поступления каннабиноидов в организм, а именно:

- Ингаляционный (Курение) – смешивание с табаком. Наркотический эффект появляется через несколько минут.
- Перорально. Чаще всего жевание, заварка, напитки и т.д. Наркотический эффект появляется через 0,5-1 ч [2].

Дельта-9-тетрагидроканнабинол метаболизируется в организме человека, с мочой выделяется менее 1% ТГК в неизмененном виде. При курении первые обменные реакции начинаются в легких, тогда как при пероральном потреблении марихуаны первые метаболические события происходят в печени. Метаболический путь ТГК схематично представлен на Схеме 1.

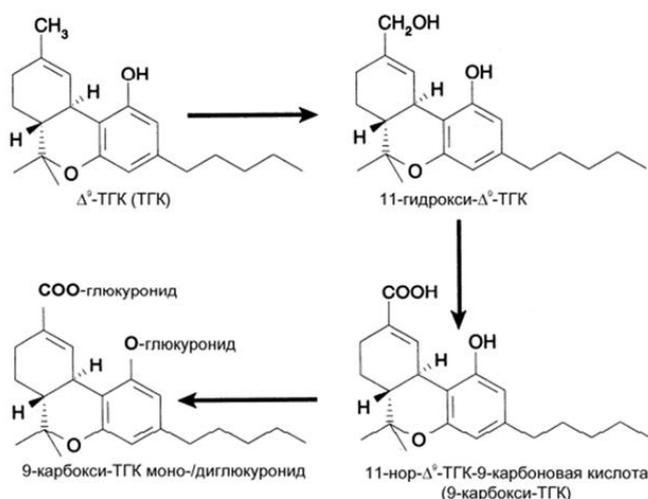


Схема 1. Метаболический путь ТГК

Спустя 72 ч после курения примерно 50% поступившего при ингаляционном введении ТГК выделяется в виде метаболитов, а оставшиеся 50% распределяются по всему организму с максимальным накоплением в жировых тканях организма. Дальнейшее выделение происходит медленно, в течение нескольких дней.

Несмотря на то, что к настоящему времени описано более 20 метаболитов дельта-9-тетрагидроканнабинол, причиной появления в моче основных соединений является окисление в С-11 позиции и конъюгация с глюкуроновой кислотой.

В качестве главного кислотного метаболита выделяется 11-нор-дельта-9-тетрагидроканнабинол-9-карбоновая кислота (ТГК-СООН), которая превращается в моно- и ди-глюкуроновые конъюгаты, являющиеся основными метаболическими формами, экскретируемыми с мочой.

Таким образом, идентификация ТГК-СООН в моче считается наилучшим показателем потребления каннабиса [3,4].

В работе «Анализ дельта-9-тетрагидроканнабиноловой кислоты в моче методом газовой хроматографии» авторами Е.Н. Крыловой, И.А. Тюриным и А.В. Смирновым приводятся статистические данные химико-токсикологической лаборатории НКБ № 17 г. Москвы, из которых следует, что за последние годы количество результатов исследований, в которых обнаружены каннабиноиды, составляет более 30% от общего количества проб, кроме того, часто каннабиноиды присутствуют в составе смесей наркотических и психотропных веществ, употребляемых наркоманами (что составляет около 10% от общего числа исследований).

В работе изучаются условия изолирования ТГК-СООН при использовании разных количеств гидролизующего агента, разных очисток в ходе жидко-жидкостной экстракции, устанавливаются наиболее оптимальные условия пробоподготовки для ГХ исследования [5].

Отмечается, что большинство прикладных, экспертных методик анализа каннабиноидов (более 90%), представленных в литературе, которые используются для доказательства факта употребления марихуаны и ТГК-содержащих наркотических средств, основываются на анализе ТГК-СООН в моче.

Пробоподготовка для анализа ТГК-СООН, как правило, включает 3 основные стадии: гидролиз, экстракцию (жидко-жидкостную (ЖЖЭ) или твердофазную) и дериватизацию. При анализе литературных данных выявляется общая процедура пробоподготовки, описанная разными авторами (представлена на Схеме 2).

На стадии гидролиза происходит разрушение связи метаболита с глюкуронидом, используются два вида гидролиза: щелочной и ферментативный. Также приводятся преимущества щелочного гидролиза в сравнении с ферментативным.

Далее для изолирования каннабиноидов и их метаболитов из мочи после гидролиза используется как жидко-жидкостная, так и твердофазная экстракция. Обосновывается использование на данном этапе для проведения массовых исследований метода жидко-жидкостной экстракции.

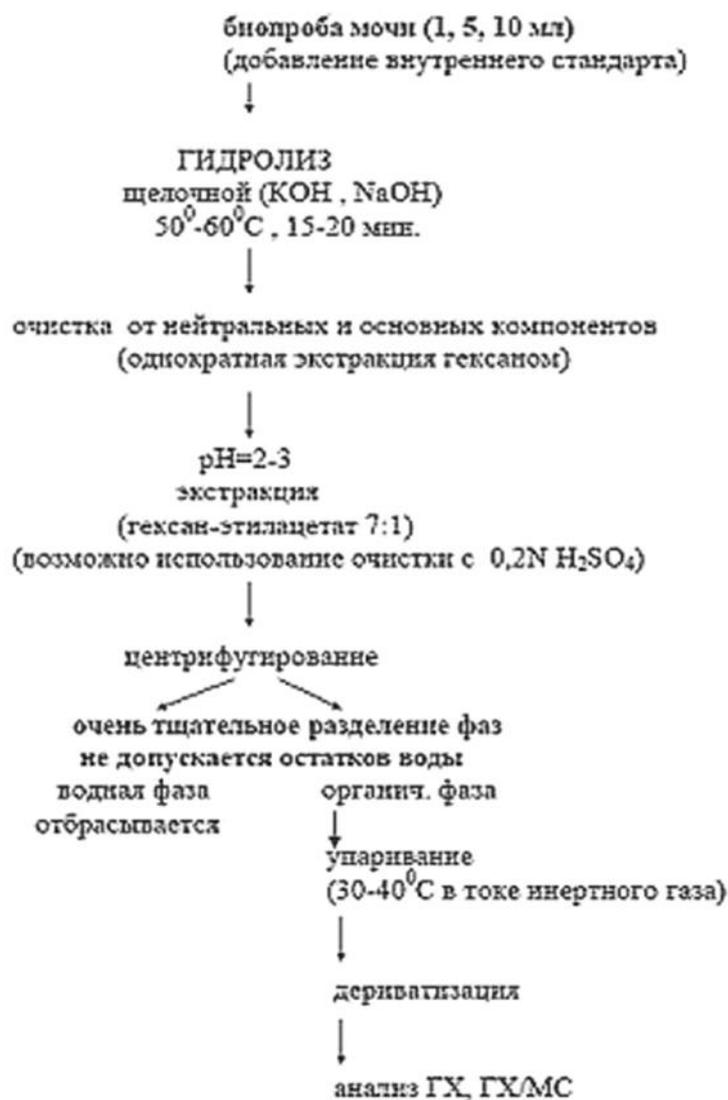


Схема 2. Пробоподготовка для анализа ТКК-СООН

Стадия дериватизации при исследовании ТКК-СООН чаще всего заключается в алкилировании или силилировании фенольной и карбоксильной групп и получении метил-, реже пропил-, или силильных производных.

В статье рассмотрены основные условия проведения пробоподготовки относительно свойств исследуемых веществ. Даются рекомендации касательно соблюдения температурного режима проведения реакций.

Представлены данные об оборудовании и материалах, выбранных для проведения исследования, а также о параметрах и режиме работы используемого оборудования. В ходе эксперимента для каждой описанной вы-

ше стадии подбираются оптимальные концентрации реагентов.

Далее, исходя из анализа полученных экспериментальных данных был предложен оптимальный вариант пробоподготовки, наиболее подходящий для эффективного рутинного анализа.

Судебным экспертом, химиком отделения судебно-химических и химико-токсикологических исследований ФГБУ «РЦСМЭ» Минздрава России, доктором химических наук Савчуком С.А. были разработаны методические рекомендации по исследованию биологических объектов на наличие наркотических и психоактивных веществ методом ГХ-МС.

В данной работе подробно описано материально-техническое обеспечение представленного метода, разработанного с учетом оснащения большинства химико-токсикологических лабораторий в Российской Федерации [6].

Разобраны условия ГХ-МС анализа, также обоснован выбор каждого из методов в зависимости от потребностей экспертов.

В рекомендациях Савчук С.А. описывает метод пробоподготовки, отличающейся своей универсальностью, и позволяющий идентифицировать, помимо ТГК-СООН, ряд синтетических каннабимиметиков и иных наркотических веществ, что способствует сокращению времени и затрат на пробоподготовку биологического материала.

Процесс пробоподготовки также включает стадии гидролиза, экстракции и дериватизации. Приводятся оптимальные концентрации реагентов и условия проведения реакций. Уделяется особое внимание внутрилабораторному контролю качества проведения анализов, дается подробное описание приготовления растворов внутренних стандартов.

В настоящей статье представлены способы потребления ТГК, процесс метаболизма ТГК в организме, а также определен основной метаболит - ТГК-СООН, позволяющий подтвердить факт злоупотребления каннабиноидами. Далее описаны методики идентификации ТГК-СООН, разработанные действующими экспертами в области судебно-медицинской экспертизы и химико-токсикологического анализа, позволяющие расширить область идентифицируемых веществ, сократить время и затраты на пробоподготовку биологического материала.

#### Библиографический список:

1. Ларионова Е.В., Шувалова А.А. Современные исследования влияния тетрагидроканнабинола на высшие психические функции // Психология. Журнал Высшей школы экономики. - 2017. - С. 189-199.
2. Жилкина Я.А. Химико-токсикологический анализ каннабиноидов // Актуальные вопросы фармацевтических и естественных наук. - Иркутск: 2018. - С. 9-11.
3. ООН Рекомендуемые методы обнаружения и анализа героина,

каннабиноидов, кокаина, амфетамина, метамфетамина и замещенных по циклу производных амфетамина в биологических пробах. - Москва: 1995. - 54 с.

4. Жилкина Я. А. Химико-токсикологический анализ каннабиноидов // Актуальные вопросы фармацевтических и естественных наук. - Иркутск: 2018. - С. 9-11.

5. Крылова Е.Н., Тюрин И.А., Смирнов А.В. Анализ дельта-9-тетрагидроканнабиноловой кислоты в моче методом газовой хроматографии // © Микроэлементы в медицине. - 2005. - С. 78-85.

6. Савчук А.А. Судебно-химическое исследование биологических объектов на наличие наркотических и психоактивных веществ методом газовой хроматографии с масс-селективным детектированием. - Москва: 2014. - 29 с.

УДК 635:664.292

## **ВЫДЕЛЕНИЕ ПЕКТИНОВОГО КОНЦЕНТРАТА ИЗ СОЕВОЙ ШЕЛУХИ**

**Лузгина Н.А.**

магистрант БПм-22-1

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова 83

e-mail: luna\_1977@list.ru

**Тигунцева Н.П.**

к.х.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова 83

e-mail: tignadezhda@yandex.ru

**АННОТАЦИЯ:** Целью данной работы являлась разработка и апробация способа получения пектинового концентрата из соевой шелухи. Были исследованы органолептические и физико-химические показатели соевой шелухи (содержание влаги в пределах 8,51/9,05 %, золы 4,61/4,75 %, сырого протеина 7,88 %, масличности 0,64 %, сырой клетчатки 41,36 % и активность уреазы 0,05 рН). Отработаны две методики выделения пектинового экстракта из соевой шелухи: кислотный и ферментативный гидролиз. Максимальный выход (6,75%) пектиновых веществ получен при кислотном гидролизе с использованием раствора лимонной кислоты. Разработана принципиальная схема и способ получения пектинового концентрата. Показано, что соевая шелуха является перспективным источником пектиновых веществ для пищевой промышленности.

**Ключевые слова:** соевая шелуха, пектиновый концентрат, способы выделения пектиновых веществ.

## ISOLATION OF PECTIN FROM SOYBEAN HUSK

**N.A. Luzgina**

undergraduate BPM-22-1

Irkutsk National Research

Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova 83

e-mail: luna\_1977@list.ru

**N.P. Tiguntseva**

Cand. Sci (Chemistry), Assistant professor

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: tignadezhda@yandex.ru

**ABSTRACT:** The purpose of this work was to develop and test a method for producing pectin concentrate from soybean husks. The organoleptic and physicochemical characteristics of soybean husk were studied (moisture content within 8.51/9.05%, ash 4.61/4.75%, crude protein 7.88%, oil content 0.64% , crude fiber 41.36% and urease activity 0.05 pH). Two methods for isolating pectin extract from soybean husks have been developed: acid and enzymatic hydrolysis. The maximum yield (6.75%) of pectin substances was obtained by acid hydrolysis using a solution of citric acid. A schematic diagram and method for obtaining pectin concentrate have been developed. A laboratory sample of a concentrate of pectin substances from soybean husks was obtained and examined. It has been shown that soybean husk is a promising source of pectin substances for the food industry.

**Key words:** soybean husk, pectin concentrate, methods for isolating pectin substances.

С каждым годом растет интерес к развитию технологий и созданию промышленных производств по глубокой переработке сои с получением кормовых добавок [1]. При получении соевого масла остается шелуха, часть оболочки соевого семени используют как добавку в корм для животных, а часть – как удобрение. В связи с этим актуальным является разработка дополнительных способов переработки соевой шелухи с последующим выделением пектиновых веществ в виде концентратов. Известно, что при переработке соевых бобов на Иркутском МЖК отходы образуются в количестве 30 тонн и используются на корм скоту. Учитывая, что это источник пектина, то они могут быть использованы как вторичный ресурс, как продукты пищевого назначения.

Цель исследования – разработка и экспериментальная апробация способа получения пектинового концентрата из соевой шелухи.

В работе использовали шелуху сои (вторичный продукт Иркутского МЖК), измельченную до крупности 1-2 мм урожая 2022 года.

Влажность соевой шелухи определяли по ГОСТ 13586.5-2015 [3]. Зольность определяли по ГОСТ 10847-2019 [4] путем сжигания навески размолотой шелухи с последующим количественным определением несгораемого остатка. Сырой протеин определяли по ГОСТ 32044.1-2012 [5], сырую клетчатку, масличность - по ГОСТ 32749-2014 [6], а активность уреазы ГОСТ 13979.9-69 [7]. Определяли содержание пектина в соевом экстракте в форме пектата кальция [15]. Для выделения пектиновых веществ из соевой шелухи были предложены две методики: кислотный и ферментный гидролиз, где в качестве гидролизующего агента использовали водный раствор 0,3% лимонной кислоты [16] и фермент целлюлокс. Кислотный гидролиз проводили при температуре 80-85 °С в течение 2 часов, ферментативный – при температуре 35-37 °С в течении 2 часов.

Органолептический анализ соевой шелухи показал, что по внешнему виду шелуха чешуйчатая, гетерогенная, по цвету окраска разной интенсивности от светло-кремовой до светло-коричневой, вкус нейтральный, с привкусом и запахом бобовых [2].

Результаты определения содержания влаги, золы, клетчатки, протеина, масличности и активности уреазы представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Химический состав соевой шелухи**

<b>Наименование показателя</b>	<b>Значение</b>	<b>Норма*[9]</b>
Массовая доля влаги, %	8,51/9,05	14,1
Массовая доля золы, %	4,61/4,75	3,8 – 4,3
Массовая доля сырой клетчатки, %	41,36	34,3
Массовая доля сырого протеина, %	7,88	7,0 – 8,8
Активность уреазы, рН	0,05	0,1 – 0,2
Масличность, %	0,64	0,6 – 1,0

\*литературные данные

Проведенный анализ химического состава на содержание сырого протеина в исследуемом образце соевой шелухи показал 7,88 % в сравнение с литературными данными, приведенными в таблице 1, в оболочке протеин варьируется в пределах 7,0 - 8,8 % на сухие вещества.

Наиболее богаты оболочки шелухи клетчаткой [14], что подтверждается полученными данными, на долю которой приходится 41,36 %.

Важным показателем, характеризующим количество антипитательных веществ в шелухе и использование в кормах [10], является активность уреазы, которая составила 0,05 рН [11-13].

При определении масличности было установлено, что этот показатель составил 0,64 %. Масличность является одним из показателей контроля качества сырья и определяет возможную сферу использования шелухи.

Помимо показателей, указанных выше, для соевой шелухи определяли зольность, которая изменялась незначительно от 4,61 до 4,75 %. Содержание влаги в соевой шелухе варьировало от 8,51 до 9,05. Кроме этого, в соевой шелухе определяли пектиновые вещества. Результаты гидролиза представлены в таблице 2.

Таблица 2

**Содержание пектина в соевом экстракте**

Гидролиз	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Масса пектиновых веществ, % масс.
Кислотный	1,007	6,16
		7,33
Ферментативный	1,005	2,46
		3,29
		3,59

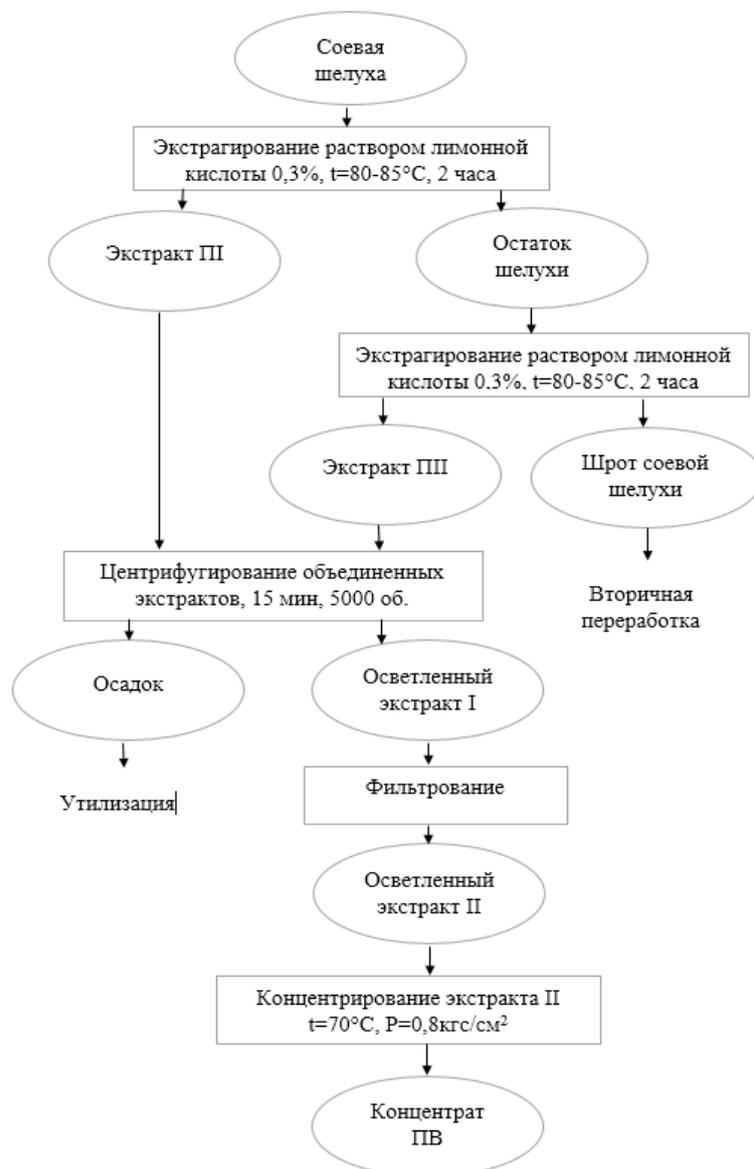
Результаты исследований показали, что при использовании лимонной кислоты в семенной оболочке сои содержание пектиновых веществ составило 6,75 %, а при использовании фермента – 3,11 %.

Из приведенных данных таблицы 2 видно, что соевая шелуха является перспективным источником пектина для пищевой промышленности. Наибольший выход пектиновых веществ получен при использовании лимонной кислоты. Выбор данной кислоты обусловлен пищевым назначением пектинового экстракта, а также более высоким выходом пектиновых веществ по сравнению с применением фермента целлолюкс.

Для получения концентрата пектиновых веществ была разработана принципиальная схема, приведенная на рис. 1.

Сначала исследуемый образец шелухи дважды экстрагировали 0,3 %-ным раствором лимонной кислоты при температуре 80-85<sup>0</sup>С и гидромодуле 1:10, полученные экстракты объединяли, центрифугировали и получали осадок, а осветленный экстракт, полученный после центрифугирования, осветляли фильтрованием и получали осветленный экстракт. Затем концентрировали под вакуумом при 70 °С и давлении 0,8 кгс/см<sup>2</sup> и получали концентрат пектиновых веществ. В ходе работы в концентрате было определено содержание сухих веществ – 24% и содержание пектина – 12 г/100 мл. Полученный пектиновый концентрат по органолептическим показателям представлял по консистенции слегка вязкую жидкость, по цвету – светло-коричневый, по аромату – слабовыраженный сырьевой, по вкусу – кислый.

Таким образом, в результате исследований установлено, что максимальный выход пектиновых веществ 6,75% получен при кислотном гидролизе лимонной кислотой. Разработана принципиальная схема получения пектинового концентрата. Получен лабораторный образец концентрата пектиновых веществ.



**Рисунок 1.** Принципиальная схема выделения пектиновых веществ из соевой шелухи в виде концентрата

Однако, до настоящего времени недостаточно изучены оптимальные параметры процесса извлечения пектиновых веществ из шелухи сои. Требуется продолжить дальнейшие исследования в данном направлении.

#### Библиографический список:

1. Доморещенкова М.Л. Современные технологии получения пищевых соевых белков из соевого шрота // Пищевая промышленность. 2001. №4. С. 6-10.
2. ГОСТ 17109-88. Соя. Требования при заготовках и поставках. – Введен 01.07.1990. М.: Межгосударственный стандарт: Изд-во стандартов, 1994. 4 с.

3. ГОСТ 13586.5-2015. Зерно. Метод определения влажности. – Введен. 01.07.2016. М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2016. 16 с.
4. ГОСТ 10847-2019. Зерно. Методы определения зольности. – Введен. 01.09.2020. М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2020. 23 с.
5. ГОСТ 32044.1 – 2012. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Определение массовой доли азота и вычисление массовой доли сырого протеина. Часть 1. Метод Кьельдаля. – Введен. 01.07.2014. М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2014. 15 с.
6. ГОСТ 32749-2014. Семена масличные, жмыхи и шроты. Определение влаги, жира, протеина и клетчатки методом спектроскопии в ближней инфракрасной области. – Введен. 01.07.2015. М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2015. 8 с.
7. ГОСТ 13979.9-69. Жмых и шроты. Методика выполнения измерений активности уреазы. – Введен. 01.01.1970. М.: Межгосударственный стандарт: Изд-во стандартов, 1970. 4 с.
8. Поминов А.В. Биохимическая оценка показателей качества зерна сортообразцов сои мировой коллекции ВИР в условиях Нижневолжского региона / А.В. Поминов, А.Ю. Лёвкина, В.В. Бычкова [и др.] [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2021. – №6. – Режим доступа: [http://agroecoinfo.ru/STATYI/2021/6/st\\_623.pdf](http://agroecoinfo.ru/STATYI/2021/6/st_623.pdf).
9. Соя: Химический состав и использование / под ред. академика РАСХН, д-ра с.-х. наук В.М. Лукомца. – Майкоп: ОАО «Полиграф-ЮГ», 2012. – 432 с.
10. Вотановская Н.А. Исследование качественных показателей зерна сои в процессе термообработки / Н.А. Вотановская, Д.С. Чернов, А.М. Шувалов [и др.] // Наука в центральной России. 2015. - №1 (13). - С.12-18.
11. Шувалов А.М. Снижение антипитательных факторов в семенах микронизированной полножирной сои. / А.М. Шувалов, Г.М. Шулаев, Н.А. Вотановская, Р.К. Милушев, Д.С. Чернов. // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве. Труды 8-й Международной научно-технической конференции (16-17 мая 2012 года, г. Москва, ГНУ ВИЭСХ). В 5-ти частях. Часть 2. Энергосберегающие технологии в растениеводстве и мобильной энергетике. – М.: ГНУ ВИЭСХ. – 2012. – С. 59-62.
12. Маринин А.В. Химический состав экструдированной сои и ее использование в кормлении животных и птицы / А.В. Маринин, А.А. Тимченко, Е.А. Морозова // Пища. Экология. Качество: труды XIV международной научно-практической конференции. Новосибирск. - 2017. - С. 31-34.
13. М.А. Суздальцева. Активность уреазы в бобах сои и продуктах их переработки как показатель качества термической обработки / М.А. Суздальцева, Н.Н. Дудкина, П.О. Бусыгин, А.В. Лысов // Аграрный вестник Урала. – 2021. - № 08 (211). - С.28 -34.

14. Тюрина, Л.Е. Использование и переработка сои: учеб. пособие / Л.Е. Тюрина, Н.А. Табаков // Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск. - 2008. – 90 с.

15. Голубев И.Н., Шелухина Н.П. Пектин: химия, технология, применение. – Москва, 1995. – 387 с.

16. Патент RU 2553232 Российская Федерация: МПК A23L 1/0524 (2007.01). Способ получения пектинового экстракта из створки бобов сои / Ольховатов Е.А., Щербакова Е.В., Родионова Л.Я., Айрумян В.Ю., Пивень М.М.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет». – № 2014108460/13; заявл. 04.03.2014; опубл. 10.06.2015, бюлл. №16.

УДК 633.34

### **СОЕВАЯ ШЕЛУХА – ПЕРСПЕКТИВНОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЦЕННЫХ ВЕЩЕСТВ**

**Наумов И.К.**

Магистрант гр. БПм-23

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: ivan26090177@mail.ru

**Сипкина Е.И.**

к.х.н., доцент

e-mail: evgiv84@mail.ru

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

**АННОТАЦИЯ:** Соя – самая распространенная зернобобовая культура мирового значения. Соевая шелуха семенная оболочка, отделяемая при обработке соевого зерна. Она является отличным ингредиентом кормовых добавок, которые включают в рацион с высоким содержанием клетчатки. Обработка соевой шелухи ферментами приведет к повышению усвояемости пищевой продукции.

Ключевые слова: соя, соевая шелуха, корм для животных, ферменты.

### **SOY HUSK IS A PROMISING RAW MATERIAL FOR THE PRODUCTION OF VALUABLE SUBSTANCES**

**Naumov I.K.**

master's student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: ivan26090177@mail.ru

**Sipkina E.I.**

assistant professor

e-mail: evgiv84@mail.ru

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

**ABSTRACT:** Soybeans are the most widespread leguminous crop of global importance. Soy husk is a seed coat that is separated during the processing of soy grains. It is an excellent ingredient in feed additives that are included in a high-fiber diet. Treatment of soybean husks with enzymes will increase the digestibility of food products.

**Keywords:** soybeans, soy husks, animal feed, enzymes.

Соя – однолетнее бобовое растение с прямостоячим, хорошо облиственным стеблем, хорошо ветвится, образуя куст. Также является ежегодно возобновляемым, дешевым энергетическим ресурсом, который при технологически правильном подходе способен постоянно увеличивать свой потенциал.

Шелуха сои также известна как оболочка семян. В пересчете на сухой вес шелухи составляют около 8% от общего количества семян, в зависимости от сорта и размера семян. Как правило, чем крупнее семена, тем меньше доля шелухи. Шелуха сухой зрелой сои содержит около 7-8% влаги, 85,7% углеводов, 9% белка, 4,3% золы и 1% липидов. Также соевая шелуха богата калием, фосфором, магнием, железом и другими микроэлементами. Клеточная стенка сои содержит около 30% пектина, 50% гемицеллюлозы и 20% целлюлозы. Таким образом, большинство углеводов сои относятся к общей категории, известной как пищевые волокна. В процессе переработки сои шелуху удаляют, моют, стерилизуют, сушат, поджаривают и измельчают до различных размеров в зависимости от применения. Соевая клетчатка содержит примерно 38% сырой клетчатки и 76% общей пищевой клетчатки [1,2].

Соевую шелуху включают в рацион питания жвачных животных [3, 4]. Она содержит значительное количество пищевых волокон (8,4%) и высококачественный растительный белок (9%), которые образуют сложный трудноусвояемый белково-углеводный комплекс. Чтобы пищевые волокна лучше усваивались необходимо частично разрушить или разрыхлить такой комплекс.

Высокое содержание углеводов в соевой шелухе делает ее привлекательным ресурсом для биоочистки [5]. Но для гидролиза ее сложной структуры требуется согласованная активность ферментов.

Наша задача подобрать ферменты, которые улучшат технологические свойства соевой шелухи и повысят ее пищевую ценность.

Библиографический список:

1. Riaz M. N. Soy Beans: Processing. Encyclopedia of Food and Health. 2016. P. 48–53.
2. Middelbos I. S., Fahey G. C. Soybean Carbohydrates. Soybeans. 2008. P. 269–296
3. Stein H. H., Berger L. L., Drackley J. K., Fahey G. C., Hernot D. C., Parsons C. M. Nutritional Properties and Feeding Values of Soybeans and Their Coproducts. Soybeans. 2008. P. 613–660.
4. Lindberg J. E. Feedstuffs for horses. Equine Applied and Clinical Nutrition. 2013. P. 319–331.
5. Islam S. M. M., Li Q., Loman A. A., Ju L.-K. CO<sub>2</sub> -H<sub>2</sub> O based pre-treatment and enzyme hydrolysis of soybean hulls. Enzyme and Microbial Technology. 2017. P. 18–27.

**СЕКЦИЯ КАЧЕСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОДУКТОВ  
ПИТАНИЯ. ПИЩЕВАЯ ИНЖЕНЕРИЯ**

УДК 663.813

**ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА МОРКОВИ КАК ИСТОЧНИКА  
РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ  
ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАПИТКОВ**

**Сиденова Т.И.**

аспирант

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет  
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

**Гусакова Г.С.**

к.с.-х.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет  
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: gusakova58@mail.ru

**АННОТАЦИЯ:** в ходе работы проведена органолептическая оценка моркови разных сортов («Королева осени», «Нантская 4», «Сильвано F1», «Витаминная 6», «Маэстро F1»), представлены результаты исследования их химического состава ( $\beta$ -каротина, сухих веществ, протопектина, гидратопектина, титруемых кислот) по стандартным методикам, применяемых в пищевой промышленности. Определен выход морковного сока. На основе полученных результатов исследований дано обоснование выбора моркови как источника растительного сырья для получения функциональных напитков.

**Ключевые слова:** морковь, каротиноиды, пектиновые вещества, выход сока.

**RATIONALE FOR THE CHOICE OF CARROTS AS A SOURCE OF  
PLANT RAW MATERIALS FOR OBTAINING FUNCTIONAL DRINKS**

**Sidenova T.I.**

Graduate student gr. aTHP-21-1

Irkutsk National Research

Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

**Gusakova G.S.**

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

Irkutsk National Research

Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: gusakova58@mail.ru

**ABSTRACT:** during the work, the carrots organoleptic assessment of different varieties was carried out («Queen of Autumn», «Nantes 4», «Silvano F1», «Vitamnaya 6», «Maestro F1»), the chemical composition has studied ( $\beta$ -carotene, dry substances, protopectin, hydratopectin, titratable acids). The yield of carrot juice was determined. Based on the research results obtained, the rationale for choosing carrots as a source of plant of raw materials for obtaining functional drinks is given.

**Key words:** carrots, carotenoids, pectin substances, juice yield.

Обоснование и подбор растительного сырья имеет важное значение при разработке функциональных продуктов [1, 2]. К основным видам функциональных ингредиентов, которые придают продуктам заданные свойства, относят: пищевые волокна, витамины, полиненасыщенные жиры или содержащие их жиры, минеральные вещества, антиоксиданты (бета-каротин, токоферолы и др.) микроэлементы, олигосахариды (прежде всего пребиотики), некоторые полезные микроорганизмы (пробиотики) и др. [3]

При производстве функциональных напитков с определенными потребительскими свойствами актуальным является использование местного растительного сырья, так как оно не подвергается длительной транспортировке, в связи с этим сохранность его пищевой ценности гарантирована.

Таким перспективным сырьем Прибайкалья для производства функциональных напитков является морковь столовая, содержащая витамины (B1, B2, B6, C, E, K, PP и др.), пектин, пищевые волокна, макро- и микроэлементы [4]. В ее корнеплодах содержится 85–87% воды, 13–14 – сухого вещества, 8–12 – углеводов, в том числе 6–9 – сахаров, 1,5–6 – крахмала, 1–2,2 белка, 0,2–0,3 – жира, 1–1,1 – клетчатки, 0,6–1,7 – золы [5,6]. Морковь является ключевым источником  $\beta$ -каротина – провитамина А, из которого в организме образуется витамин А [5]. По содержанию каротина она превосходит многие другие овощи (4–20 мг/100 г, а в некоторых новых сортах до 37 мг), уступая лишь перцам сладким и тыкве мускатной [7]. Каротин играет важную роль в поддержании устойчивости организма к различным инфекциям. Основным качеством, присущим каротиноидам, является их антиоксидантные свойства, которые объясняются антимуtagenным, иммуномодулирующим, антиинфекционным, антиканцерогенным и радиопротекторным действиями [7,8].

Биологическая активность  $\beta$ -каротина в моркови зависит от механической и термической обработки, а также присутствия в ней жиров. Воздействие ферментов, света, факторов окисления, тепловой обработки овоща приводит к его потере до 30%. При бланшировке, стерилизации и замораживании моркови -  $\beta$ -каротин сохраняет свою активность, при сушке – инактивируется [8].

Также важным ингредиентом функциональных напитков является

пектин. Он относится к пищевым волокнам. Наибольшее количество его находится в овощах, фруктах и ягодах. Количество пектиновых веществ в корнеплодах моркови столовой колеблется от 0,37 до 2,93% сырого вещества [5]. Пектиновые вещества широко применяются в пищевой промышленности в качестве желирующей добавки, так как им свойственно гелеобразование. Пектины способны образовывать комплексы, поэтому их применяют в качестве профилактического средства для выведения ионов тяжелых металлов и радионуклеидов. Суточная доза потребления пектина для людей, которые работают в неблагоприятных производственных условиях, составляет 8–10 г. Также пектиновые вещества применяют в медицине для лечения заболеваний желудочно-кишечного тракта. Они способствуют снижению концентрации холестерина в крови, сорбируют и выводят продукты его метаболизма – желчные кислоты.

Учитывая тот факт, что морковь обладает высокой пищевой и физиологической ценностью и содержит полезные витамины, минеральные элементы, липиды, органические кислоты, необходимые для организма человека, целесообразно использование ее в технологии производства функциональных продуктов питания, направленных на поддержание здоровья и профилактику заболеваний [7].

В связи с этим, целью данной работы является сравнительный анализ сортимента моркови, выращенной в Иркутской области, по технологическим показателям и пищевой ценности, выделение лучших сортов для производства функциональных напитков.

Работа выполнена в научно-исследовательской лаборатории кафедры химии и биотехнологии им. В.В. Тутуриной ФГБОУ ВО Иркутского национального исследовательского технического университета.

Объектами исследования послужили 5 сортов моркови («Королева осени», «Нантская 4», «Сильвано F1», «Витаминная», «Маэстро F1»), выращенные в садоводстве у правобережья Ангары по Байкальскому тракту.

Климатические условия этой зоны садоводства считаются благоприятными для выращивания сельскохозяйственных растений. Горы и лес с севера и с востока ограждают участки от ветров, незамерзающая река помогает накапливать тепло [9].

Исследования физико-химических свойств моркови и морковного сока проводились по стандартным методикам и включали следующие этапы: изучение органолептических показателей моркови по [10] и морковного сока [11]; определение общего содержания сухих веществ по [12]; исследование содержания титруемых кислот по [13]; выявление содержания пектина [14]; содержание каротина [15]. Исследование растительного сырья по органолептическим показателям проводили в помещениях без посторонних запахов, хорошо освещённых. Внешний вид (форма, размер, цвет), запах, вкус, консистенцию корнеплодов определяли по [10,11].

## Обсуждение результатов

Описание плодов по органолептическим показателям и оценка на соответствие ГОСТу [10] приведены в таблице 1.

Таблица 1

### Органолептические показатели свежей моркови разных сортов

Параметры моркови	Образец 1. Морковь сорта «Королева осени»	Образец 2. Морковь сорта «Нантская 4»	Образец 3. Морковь сорта «Витаминная б»
Внешний вид	Корнеплоды крупные, длинные, ровные, конической формы, с выпуклыми зеленоватыми головками до 1 см. и слегка заостренными кончиками.	Корнеплоды цилиндрической формы с тупым концом, с зеленоватыми и фиолетовыми головками от 1-1,5 см.	Корнеплоды цилиндрической формы, слегка утолщенные с тупыми скругленными кончиками, гладкой поверхностью и небольшими глазками.
Размер, вес	Длина: 20-24 см; Диаметр: Вес: 150-183 г.	Длина: 15,6-17 см; Диаметр: 4-4,6 см. Вес: 94-123 г.	Длина: 15,2-21,5 см; Диаметр: 3,5-4,4 см. Вес: 96-124 г.
Цвет	Кожура и мякоть ярко-оранжевого цвета с красноватым оттенком.	Ярко-оранжевый с красноватым оттенком	Ярко-оранжевый
Запах и вкус	Вкус свойственный данному ботаническому сорту, без постороннего запаха. Мякоть сочная, сладкая.	Вкус насыщенный, свойственный данному ботаническому сорту, без постороннего запаха, мякоть сладкая, сердцевина сочная.	Вкус свойственный данному ботаническому сорту, без постороннего запаха. Мякоть очень сочная, очень сладкая.
	<b>Образец 4. Морковь сорта «Сильвано F1»</b>	<b>Образец 5. Морковь сорта «Маэстро F1»</b>	
Внешний вид	Корнеплоды конической формы, с зеленоватыми головками от 1-1,5 см, с затупленными кончиками, имеются незначительные наросты, образовавшиеся в результате развития боковых корешков.	Корнеплоды правильной цилиндрической формы с гладкой поверхностью, с зеленоватыми головками до 1 см. и тупыми кончиками.	
Размер, вес	Длина: 18-21 см; Диаметр: 4,8-7,1 см. Вес: 130-160 г.	Длина: 18-22 см; Диаметр: 4,2-5,2 см Вес: 100-148 г.	
Цвет	Красно-оранжевый	Окраска коры – оранжевая; Сердцевина – красноватая.	
Запах и вкус	Вкус свойственный данному ботаническому сорту, без постороннего запаха. Мякоть сочная, сладкая.	Вкус свойственный данному ботаническому сорту, без постороннего запаха. Мякоть сладкая.	

Из таблицы 1 видно, что размер корнеплодов варьирует в пределах от 15,2–25,0 см, вес – от 94,0–183,0 г. Самыми крупными из них являются сорта «Сильвано F1» и «Королева осени» – длина 21,0–24,0 см, вес 160,0–183,0 г. соответственно. Самая мелкая из сортов «Нантская 4» – 15,6–17,0 см, вес – 94,0–123,0 г.

Всем сортам моркови свойственен сочный, сладкий вкус без горечи и постороннего запаха, соответствующий их ботаническому сорту.

Содержание каротина в корнеплодах моркови столовой приведено в таблице 2.

Таблица 2

**Содержание каротина в корнеплодах моркови**

№	Наименование сорта моркови	Содержание β-каротина, мг% (в 100 г продукта)
1	Королева осени	12,8
2	Нантская 4	13,1
3	Сильвано F1	15,4
4	Маэстро F1	12,3
5	Витаминная 6	14,6

Приведенные выше данные (табл. 2.) свидетельствуют о высоком содержании каротина в моркови. Он варьирует в пределах от 12,3–15,4 %. Самое высокое содержание его в сортах моркови «Сильвано F1» (15,4) и «Витаминная» – (14,6).

Далее были исследованы содержание пектиновых веществ (протопектина и гидратопектина). Результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3

**Содержание пектиновых веществ в моркови**

Наименование сорта	Содержание в 100 г продукта		
	Морковь		
	Гидратопектин, г	Протопектин, г	Сумма пектиновых веществ, г
Королева осени	0,30	0,41	0,71
Нантская 4	0,33	0,43	0,76
Сильвано F1	0,35	0,44	0,79
Маэстро F1	0,31	0,39	0,70
Витаминная 6	0,34	0,42	0,76

Как видно из таблицы 3 содержание пектина в сортах моркови варьирует не значительно в пределах от 0,70–0,79 г. Самое большее количество пектиновых веществ наблюдаем в сортах моркови «Сильвано F1» (0,79), «Нантская 4» (0,76) и «Витаминная 6» (0,76).

Для получения сока свежие корнеплоды моркови подвергались мойке, инспекции, очистке от кожуры, измельчению (размер частиц 5–10 мм).

Известно, что выход сока зависит от сортовых особенностей, степени измельчения и разрушения растительных клеток. Для увеличения выхода сока мезгу двух сортов Сильвано F1 (образец 6) и Нантская 4 (образец 7) обрабатывали ферментным препаратом целлолюкс. Плоды моркови сортов Маэстро F1 (образец 8) и Нантская 4 (образец 9) перед дроблением замораживали.

Выход сока и физико-химические показатели морковного сока приведены в таблице 4.

Таблица 4

**Физико-химические показатели и выход морковного сока**

Наименование сока	Выход свежавыжатого сока, %	Титруемая кислотность, г/л	Массовая доля растворимых сухих веществ, %	Содержание общих сахаров, %
Образец 1. Сок из свежей моркови сорта «Маэстро F1»	57	0,47	9,8	6,6
Образец 2. Сок из свежей моркови сорта «Сильвано F1»	61	0,94	9	7,9
Образец 3. Сок из свежей моркови сорта «Витаминная б»	62	0,38	9	8,8
Образец 4. Сок из свежей моркови сорта «Королева осени»	64	0,44	8,5	8,7
Образец 5. Сок из свежей моркови сорта «Нантская 4»	63	0,45	8,6	8,5
Образец 6. Сок из свежей моркови сорта «Сильвано F1» (обработанная ферментом)	65	1,14	8,5	8,3
Образец 7. Сок из свежей моркови сорта «Нантская 4» (обработанная ферментом)	67	0,94	8,2	8,7
Образец 8. Сок из замороженной моркови сорта «Маэстро F1»	70	0,94	8,0	7

Образец 9. Сок из замороженной моркови сорта «Нантская 4»	72	0,98	8,2	9,1
---	----	------	-----	-----

Из полученных данных (табл.4) видно, что исследуемые морковные соки существенно различаются по физико-химическим показателям в зависимости от предварительных условий подготовки образцов (замораживания, ферментации). Содержание сухих веществ в среднем составило 8,64 % и варьирует в пределах 8,0 – 9,8 %. При ферментативной обработке увеличивается в среднем на 5,3 %, при замораживании на 13,6 %.

Титруемая кислотность в соке варьировала в пределах от 0,38 – 1,14 %. Наименьшее содержание было в образце 3 сок из свежей моркови сорта «Витаминная 6», наибольшее в образце 6 сок из свежей моркови сорта «Сильвано F1», обработанной ферментным препаратом.

Массовая доля сахаров в соке не нормируется, но является важным технологическим показателем, так как определяет органолептическое восприятие. Наибольшее содержание сахаров в соке из замороженной моркови сорта «Нантская» (9,1 %), менее сахаристым был сок из свежей моркови сорта «Маэстро F1» (6,6 %).

Выход сока у свежих сортов изменялся в пределах от 57–64 %. Обработка ферментными препаратами увеличивает выход сока на 6–14 %, а замораживание на 12–22 %. Увеличение выхода сока у образцов (Нантская 4, Маэстро F1), подвергшихся замораживанию объясняется тем, что при охлаждении в клетках и межклеточных пространствах растительной ткани образуются кристаллы льда, рост которых приводит к механическому нарушению целостности клеток [16].

Все соки представляли собой однородную непрозрачную жидкость ярко-оранжевого цвета, имели характерный овощной аромат и легкий терпкий вкус. Получили высокую органолептическую оценку от 8,5 до 9 баллов. Более низкую оценку получили образцы из замороженных корнеплодов, их цвет был несколько темнее, возможная причина – интенсификация окислительных процессов, происходящих при размораживании.

Таким образом, в ходе проведенных исследований установлено, что наибольшее содержание каротиноидов в сортах Сильвано F1 (15,4%), Витаминная 6 (14,6%), Нантская 4 (13,1), в тех же сортах выше сумма пектиновых веществ – Сильвано F1 (0,79%), Нантская 4 и Витаминная 6 – 0,76%.

Ферментативная обработка моркови повышает выход сока на 6–14%, замораживание – на 12–22%.

Полученные данные свидетельствуют, что корнеплоды моркови, выращенные в Иркутской области, является перспективным растительным сырьем для получения функциональных напитков.

### Библиографический список:

1. Донченко Л.В. Функциональные продукты питания - проблемы и перспективы пектинового производства // Междунар. конф. Функциональные продукты питания (Кубань - 2001)» : тез.докл. Краснодар: Куб ГАУ, 2001. - С. 13–18.
2. Микрюкова Н. В. Основные аспекты получения функциональных продуктов питания // Молодой ученый. – 2012. – №12. – С. 90-92.
3. Доронин А.Ф. Функциональные пищевые продукты. Введение в технологии. / Под ред. А.А. Кочетковой. – М.: ДеЛи принт, 2009. – 2009. – 288 с.
4. Коренская И.М. Биологически активные вещества, входящие в состав растительного сырья. / И. М. Коренская, Н. П. Ивановская, О. А. Колосова — Воронеж: ИПЦ Воронежского государственного университета, 2010. – 66 с.
5. Технологии производства и переработки моркови. Монография. / Н. Б. Ордина, А. А. Рядинская, Д. А. Захарова и др. – М., 2022. – 257 с.
6. Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник / Под ред. член-корр. МАИ, проф. И. М. Скурихина и академика РАМН, проф. В. А. Тутельяна. - Х46 М.: ДеЛи принт, 2002. - 236 с.
7. Доронин А.Ф. Функциональные пищевые продукты. Введение в технологии. / Под ред. А.А. Кочетковой. – М.: ДеЛи принт, 2009. – 2009. – 288 с.
8. Витол И.С., Коваленок А.В., Нечаев А.П. Безопасность продовольственного сырья и продуктов питания. Учебник. – М.: ДеЛи принт, 2013. – 352 с.
9. Еремеева Т.В. Сады Прибайкалья. – Иркутск, 2007. – 196 с.
10. ГОСТ 33540-2015. Морковь столовая свежая для промышленной переработки. Технические условия. Введ. 01.01.2017. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2017. – 13 с.
11. ГОСТ 32100- 2013. Консервы Продукция соковая. Соки, нектары и сокосодержащие напитки овощные и овощефруктовые. Общие технические условия. Введ. 01.07.2014. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2014. – 13 с.
12. ГОСТ Р 51433-99. Соки фруктовые и овощные. Метод определения содержания растворимых сухих веществ рефрактометром. Введ. 01.01.01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 16 с.
13. ГОСТ 34127-2017. Продукция соковая. Определение титруемой кислотности методом потенциометрического титрования. Введ. 01.01.2019. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2019. – 12 с.
14. ГОСТ 29059-91. Продукты переработки плодов и овощей. Титриметрический метод определения пектиновых веществ. Введ. 01.07.92. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1991. – 10 с.

15. ГОСТ ISO 6558-2—2019. Фрукты и овощи их переработки. Определение содержания каротина спектрофотометрическим методом спектрофотометрическим методом. Введ. 30.07.2019. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2019. – 9 с.

16. Рыгалова, Е. А. Технология консервирования пищевых продуктов [Электронный ресурс]: учебное пособие: в 2-х ч. Ч. 1 / Е. А. Рыгалова, Е. А. Речкина, Н. А. Величко; Красноярский государственный аграрный университет. – Красноярск, 2023. – 227 с.

УДК 663

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕТРАДИЦИОННОГО СЫРЬЯ В ПИВОВАРЕННОЙ И ЛИКЕРОВОДОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**Чернышева К.А.**

студентка гр. ТПб-20-1

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

**Кучинская С.М.,**

студентка гр. ТПб-20-1

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

**АННОТАЦИЯ:** Статья посвящена анализу информации о возможности использования нетрадиционных видов растительного сырья в пивоваренном и ликероводочном производствах. Рассмотрены различные виды нетрадиционного сырья для этих производств. Проанализировано влияние нетрадиционного сырья на технологию производства и готовый продукт.

**Ключевые слова:** нетрадиционное сырье, пивоварение, настойки, ликеры, показатели качества, исследования.

## **THE USE OF NON-TRADITIONAL RAW MATERIALS IN THE BREWING AND DISTILLERY INDUSTRY**

**Chernysheva K.A.**

Student of TPb-20-1

Irkutsk National Research Technical University

**Kuchinskaya S.M.**

Student of TPb-20-1

Irkutsk National Research Technical University

**ABSTRACT:** The article discusses the information on the possibility of using non-traditional types of plant raw materials in brewing and distillery industries. Various types of non-traditional plant raw materials for these industries are considered. The influence of non-traditional raw materials on the technological aspects and the final product is analyzed.

**Keywords:** non-traditional plant raw materials, brewing, tinctures, liqueurs, quality indicators, research.

В настоящее время в нашей стране отрасль производства алкогольных напитков развивается очень стремительно. За последнее время с рынка ушел ряд зарубежных производителей, что повысило конкурентоспособность отечественных продуктов и активизировало разработку новых рецептур для удовлетворения потребительского спроса. Общий тренд на экологизацию и популяризацию здорового образа жизни побуждает производителей искать новые виды сырья, пригодные для изготовления различных видов напитков. Одними из наиболее популярных напитков можно считать пиво и ликероводочные изделия, традиционно выпускающиеся из натурального сырья – ячменного солода, несоложенного ячменя, пшеницы, широкого ассортимента плодов, ягод и трав. Новые виды растительного сырья позволяют снижать себестоимость продукции, получать оригинальные вкусы и обогащать изделия биологически активными компонентами, повышающими их пищевую ценность.

При изготовлении пива часть солода допускается заменять другими видами зернового сырья, например, гречихой, амарантом, сорго, рисом, овсом [1]. Возможность использования амарантовой муки в пивоваренном производстве обусловлена особенностями строения гранул крахмала в зерне. Они имеют размер около 1 мкм с достаточно гладкой поверхностью. Гранулы крахмала других культур в несколько раз больше. Установлено, что в амарантовой муке присутствуют амилолитические ферменты, активность которых превышает активности ферментов из пшеницы. Использование 20% амарантовой муки в составе засыпи способствует повышению выхода экстракта [2].

В литературе имеются данные о применении в пивоварении экстракта цикория, который получают в процессе щадящих технологий, обеспечивающих сохранение активности наиболее ценных биологически активных соединений, а также высокий выход вкусо-ароматических веществ сырья [3].

Полисахарид инулин, обладающий ценными свойствами, составляет значительную часть углеводов цикория. Инулин хорошо ферментируется кишечной микрофлорой, в частности бифидобактериями, оказывает благотворное влияние в течение всего времени нахождения в организме человека. Инулин расщепляется соляной кислотой и ферментами на отдельные молекулы фруктозы и короткие фруктозные цепочки, которые проникают в кровеносное русло. Оставшаяся нерасщепленной часть инулина быстро выводится из организма, связав собой такие вещества, как тяжелые металлы, радионуклиды, кристаллы холестерина, жирные кислоты, различные токсические химические соединения. Короткие фруктозные цепочки, всосавшиеся в кишечник и в кровь, продолжают выполнять антитоксическую очищающую функцию, связывая, обезвреживая и облегчая выведение из организма вредных продуктов обмена веществ [4].

Результаты исследований свидетельствуют о том, что внесение экстракта цикория существенно влияет на физико-химические показатели охмеленного сусла. Содержание аминного азота, способствующего развитию дрожжевых клеток в процессе сбраживания сусла, увеличивается с внесением экстракта цикория на стадии затирания. Наибольшее содержание аминного азота отмечается при использовании 5% экстракта цикория в составе засыпи [4].

Нетрадиционное сырье ликероводочного производства представлено экстрактами из ветвей дикорастущих кустарников, кедровой хвои, а также плодов жожоба и т.д.

На юге России разработали настойку горькую с использованием плодов жожоба [5]. Для выбора оптимальной рецептуры было приготовлено шесть вариантов изделия. Они различались соотношением исходного сырья и экстрагента, крепостью водно-спиртового раствора для приготовления морса, а также длительностью процесса настаивания. Полученная настойка имеет ряд особенностей: она соедаржит большое количество биологически активных веществ, имеет высокую пищевую ценность и отличается высокими органолептическими показателями [6]. Также предлагаемая рецептура и технология снижают себестоимость готовой настойки, так как потребляется небольшое количество ингредиентов [7].

В дальневосточном регионе разработаны рецептуры ликеров с использованием местных видов дикорастущих растений – элеутерококка колючего и амурского пробкового дерева [8]. Они имеют сбалансированный химический состав, богаты витаминами, микроэлементами, ферментами, другими биологически активными веществами с широким спектром действия и полифункциональными свойствами. Авторы работы [9] разработали три рецептуры ликера, отличающиеся крепостью (17, 23 и 28% об.), различными органолептическими и физико-химическими показателями. Новые рецептуры позволяют расширить ассортимент алкогольной продукции высокого качества. Исходя из потребительских предпочтений, ликеры являются достаточно популярными, покупатели с интересом относятся к новым видам напитка и готовы приобретать ликеры с новыми добавками [10].

В Сибири изучили возможность использования хвойных экстрактов в рецептурах настоек [11]. Объектами исследования были экстракты, полученные из древесной зелени хвойных пород, произрастающих на территории Красноярского края. Из трех представленных экстрактов выбрали кедровый, так как он имеет мягкий вкус и ореховые ноты в аромате, в то время как пихтовый и сосновый экстракты имеют кислостый вкус и неярко выраженный аромат [12]. Полученная настойка обладает высоким содержанием экстрактивных веществ, витаминов В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub>, а также веществ фенольной природы. Представленное исследование позволит производителем

лям выпускать натуральную продукцию с новыми качественными характеристиками [13].

Таким образом, проанализировав доступную литературу по обсуждаемому вопросу, можно сделать вывод, что данные виды нетрадиционного сырья можно рекомендовать к использованию в пивоварении и производстве ликероводочных изделий. Однако, перед внедрением данного сырья в массовое производство необходимо провести дополнительные исследования по разработке новых рецептур, определить оптимальное соотношение традиционных и нетрадиционных видов сырья, уточнить параметры технологического процесса, которые позволят в наибольшей степени сохранить биологически активные компоненты новых видов сырья и их органолептические особенности.

#### Библиографический список:

1. Петрова Н.А., Иванченко О.Б. Нетрадиционное низкоглютенное сырье в технологиях специальных сортов пива // Пиво и напитки, 2008, №6.С. 38–42.

2. Данина М.М., Иванченко О.Б. Использование нетрадиционного сырья в пивоварении. Университет ИТМО. 2018. – С.4.

3. Ермолаева Г.А., Колчева В.Н. Технология и оборудование производства пива и безалкогольных напитков. Учебник для начального и профессионального образования. – М.: ИРПО; Издательский центр «Академия», 2013. -С.174.

4. Хугаева Р.И., Бигаева М.Т. Инновационные технологии производства пива – как фактор повышения конкурентоспособности. Горский государственный аграрный университет, каф. Организация производства и предпринимательства в АПК – г. Владикавказ, 2018. – С.8.

5. Сосюра Е. А., Романенко Е. С., Нуднова А. Ф. Разработка технологии и рецептур ликероводочных изделий с использованием плодов унаби. СтГАУ, фак. производства и переработки продуктов питания из растительного сырья – г. Ставрополь, 2016. – С.4.

6. Мазай Л., Петрова А. Е. Унаби: полезные свойства китайского финика // Аграрная наука, творчество, рост : сб. науч. тр. по мат. V Международ. науч.-практ. конф. (г. Ставрополь) / СтГАУ. Ставрополь, 2015. С. 284-286.

7. Научные принципы обогащения пищевых продуктов микронутриентами / А. А. Кухаренко [и др.] // Пищевая промышленность. 2008. № 5. С. 62-64.

8. Е.С.Фищенко, М.В.Палагина, А.А. Батурина, Л.А.Текутьева, В.И. Золотова. Разработка рецептуры алкогольных ликеров с использованием экстрактов из растительного сырья Дальневосточного региона. ДВФУ – г. Владивосток, 2018. – С.4.

9. Палагина, М. В. Использование экстрактов Дальневосточных дикоросов в технологии алкогольных напитков / М.В. Палагина [и др.]// Производство спирта и ликероводочных изделий. – 2013. – №1. – С. 33-35.

10. Палагина, М.В. Предпочтения потребителей в качестве условия создания конкурентоспособных ликеров / М.В. Палагина, А.А. Шморгун // Развитие технических наук в современном мире: Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции, 2014.– С. 47-48.

11. Н.А. Величко, С.Н. Клименок, О.В. Демина. Возможность использования хвойных экстрактов в рецептурах настоек. КрасГАУ, фак. технологии консервирования и пищевой биотехнологии – г. Красноярск, 2018. – С.5.

12. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П. [и др.]. Методы биохимического исследования растений / под ред. А.И. Ермакова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Агропромиздат, Ленингр. отд-ние, 2000. – 430 с.

13. Матвеев Е.В., Величко Н.А., Калачева Г.С. Химический состав водно-этанольного экстракта древесной зелени // Химия растительного сырья. – 2015. – № 2. – С. 107-111.

УДК 663

## **НЕТРАДИЦИОННЫЕ ВИДЫ СЫРЬЯ В ПИВОВАРЕНИИ**

**Камленок И.С.**

студенты гр. ТПБ-20-1

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: ioann.kamlenok@mail.ru

**Михалев Д.А.**

студенты гр. ТПБ-20-1

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: mlhaly0v@mail.ru

**Столбанов Е.Ю.**

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: egorstolbanov@gmail.com

**АННОТАЦИЯ:** Представлен обзор современных разработок в области применения нетрадиционного сырья растительного и животного происхождения с целью формирования органолептических показателей и по-

вышения пищевой и биологической ценности продукта, а также получения специальных сортов пива.

Ключевые слова: амарант, цикорий, добавки, пиво.

## **NON-TRADITIONAL TYPES OF RAW MATERIALS IN BREWIN**

**Kamlenok I.S.**

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: ioann.kamlenok@mail.ru

**Mikhalev D.A.**

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: mlhaly0v@mail.ru

**Stolbanov E.U.**

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: egorstolbanov@gmail.com

**ANNOTATION:** An overview of modern developments in the field of non-traditional raw materials of plant and animal origin is presented in order to form organoleptic parameters and increase the nutritional and biological value of the product, as well as to obtain special beers.

**Keywords:** amaranth, chicory, food additives, beer.

На сегодняшний день одним из самых популярных слабоалкогольных напитков у россиян является пиво. Как известно, существует огромное количество марок пива: светлого и темного, с многообразием горечи, спецификой вкуса и аромата, с различной начальной плотностью, с различным содержанием спирта и конечного экстракта. Основными стадиями технологического процесса производства пива являются: затирание солода; фильтрование затора; кипячение сусле с хмелем; брожение и дображивание; розлив в бутылки; бракераж; наклеивание этикеток и передача готовой продукции на склад; хранение и транспортировка продукции [1].

Основным сырьем для производства пива является ячменный солод. Допускается частичная замена пивоваренного солода несоложенными зернопродуктами, не превышающая 20% массы заменяемого солода, которые придают напитку новые вкусовые органолептические характеристики, увеличивают экстрактивность сусле, снижают себестоимость и повышают коллоидную стойкость пива [2].

Цель работы – провести обзор нетрадиционного несоложенного растительного сырья и функциональных добавок в пивоваренном производстве.

Наиболее перспективными видами сырья в пивоварении являются овес, сладкий картофель, амарант и цикорий [3,4]. Однако, согласно данным, приведенным в работе [5], овес улучшает аромат и вкус пива, но снижает стабильность пены по сравнению с пивом из ячменного солода. Сладкий картофель увеличивает содержание антоцианов и антиоксидантную способность пива. Ценным источником белка и незаменимых кислот является амарант, который отличается от других злаковых культур повышенным содержанием витаминов и минеральных веществ [6]. Экстракт цикория характеризуется высоким содержанием углеводов, аминокислот и микроэлементов, используется в технологии пивоварения в качестве инулинсодержащего сырья для «Диетического» сорта пива [7].

В зависимости от состава сырья может использоваться либо на этапе затирания в пивоварении, либо вноситься в сушловарочный котел. Также применяют рис, кукурузу, рожь, сорго, тритикале и просо. Наряду с данными культурами используют гречиху при производстве специальных диабетических сортов пива [8]. Гречишный солод характеризуется высоким содержанием витаминов, ионов калия, марганца, железа, цинка, меди, рутина, что позволяет получать пиво, обладающее антиоксидантной активностью и окислительной стабильностью [9].

Научные исследования, приведенные в статье [2], подтверждают возможность получения новых сортов пива путем внесения функциональных добавок с использованием продуктов переработки плодово-ягодного сырья или дикоросов, с целью ускорения, улучшения и совершенствования процесса пивоварения. Например, в качестве добавки применяют полынь обыкновенную, можжевельник, Melissa, душицу, розмарин, аир, тимьян, зверобой, горчицу черную и другие. Добавление в пиво лекарственных или ароматических трав или их экстрактов дает возможность получить напиток с приятным ароматом и функциональными свойствами.

Известны разработки по внесению в пиво сорта *Pilsner* инкапсулированных экстрактов зеленого чая и сухих экстрактов зеленого чая, цитрусовых, с целью получения фруктового коктейля из пива и лимонада [10].

Популярной тенденцией в крафтовом пивоварении является пиво со вкусом различной еды, например, для получения пива темного и насыщенного сорта с характерными шоколадно-апельсиновыми тонами используют бельгийский пшеничный шоколадный солод *Chateau Wheat Chocolat* [11]. Кроме этого, известны разработки особого сорта пива с добавлением винограда [1], в котором содержатся фенольные соединения и антоцианы.

В работе [12] рядом автором предложено использовать БАД на основе пантов марала под названием «Маранол», отличающиеся высоким содержанием микро- и макронутриентов, таких как: лизин, гипоксантин, ар-

гинин, железо, натрий. Данная добавка позволяет получать продукты лечебно-профилактического назначения.

За рубежом популярно цветное пиво, которое производит Японская пивоваренная компания *Hokkado Abashiri Beer* только из натуральных продуктов при помощи добавления особого вида морских водорослей. Красное пиво получают путем добавления в него шиповника [13].

Таким образом, анализ литературных данных показал, что одним из направлений процесса модернизации пивоварения является внесение функциональных добавок с использованием продуктов переработки плодово-ягодного сырья или дикоросов в виде экстрактов или растений, обогащенных различными биологически активными веществами, а также БАД на основе пантов марала. Пиво с такими добавками не только приобретает специфический цвет, но и позволяет расширять ассортимент продукции.

#### Библиографический список:

1. Бурак Л.Ч. Перспективы производства пива с функциональными свойствами / Л.Ч. Бурак // Технология пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания. – 2021. – №2. – С.79-88.
2. Меледина Т.В. Несоложенные материалы в пивоварении / Т.В. Меледина, И.В.Матвеев, А.В.Федоров. Учебное пособие. – Санкт-Петербург: Университет ИТМО. 2017. – 66 с.
3. Кретьова Ю.И. Перспективы использования нетрадиционного сырья в технологии пивоварения: отечественный и зарубежный опыт / Ю.И. Кретьова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2017. – Т. 5, – № 4. – С. 12–18.
4. Косминский Г.И. Пиво на основе экстракта цикория / Г.И. Косминский, Н.Г. Царева, Ю.Г. Гунцова // Пиво и напитки. – 2007. - №5. – С. 15-17.
5. Бурак Л.Ч. Использование крахмалсодержащего сырья в производстве пива и его влияние на качество готового продукта. Обзор зарубежной литературы / Л.Ч. Бурак, А.Н. Сапач // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». – 2021. – №3. – С.83-125.
6. Косминский Г.И. Производство пива с использованием амаранта / Г.И. Косминский, Н.Г. Царева, Н.Н. Петрович // Пиво и напитки. – 2011. – № 3. – С. 28-31.
7. Косминский Г.И. Пиво на основе экстракта цикория / Г.И. Косминский, Н.Г. Царева, Ю.Г. Гунцова // Пиво и напитки. – 2007. – № 5. – С.15-17.
8. Косминский Г.И. Диабетическое пиво с пониженным содержанием глютена / Г.И. Косминский, Н.Г. Царева, М.П. Лустенкова // Пиво и напитки. – 2009. - №6. – С. 11-14.

9. Безглютеновые слабоалкогольные напитки из светлого и томленого гречишного солода / Т.В. Танашкина, А.А. Семенюта, А.С. Троценко, А.Г. Клыков // Техника и технология пищевых производств. – 2017. –Т. 45. – № 2. - С. 74–80.

10. Leskosek-Cukalovic, I.; Despotovic, S.; Lakic, N.; Niksic, M.; Nedovic, V.; Tesevic, V. Ganoderma lucidum-Medical mushroom as a raw material for beer with enhanced functional properties. Food Res. Int. 2010, 43, 2262-2269.

11. Рогожникова, О. В. Инновации в сфере пивоварения и оценка качества пива / О. В. Рогожникова, И. В. Асфондьярова // Неделя науки СПбПУ: Материалы научной конференции с международным участием. Институт промышленного менеджмента, экономики и торговли., Санкт-Петербург, 19–24 ноября 2018 года. Том Часть 3. – Санкт-Петербург: ФГАОУ ВО "СПБПУ Петра Великого", 2018. – С. 66-68.

12. Парфенов, А.В. Использование нетрадиционного сырья в производстве пива / А.В. Парфенов // Евразийское пространство: добрососедство и стратегическое партнерство: Материалы VIII Евразийского экономического форума молодежи. В 3-х томах, Екатеринбург, 19–21 апреля 2017 года. Том 3. – Екатеринбург: Уральский государственный экономический университет, 2017. – С. 169-171.

13. <https://kraspivo.ru/tsvetnoe-pivo/>

УДК 664.6

## ОБОГАЩЕНИЕ ХЛЕБА БЕЛКОМ

**Стрельцова Е.И.**

студент гр. ТПб-20-1

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: listan12@yandex.ru

**Куприна О.В.**

к.х.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: rudra@mail.ru

**АННОТАЦИЯ:** в данной статье проводится анализ научных работ с целью установки ингредиентов, которые обеспечат обогащение хлебобулочной продукции белком. Так же в ходе анализа устанавливается рациональное количество таких ингредиентов, не снижающее качество и вкусовые характеристики готового продукта.

**Ключевые слова:** хлеб, белок, пищевые волокна, мука

## FORTIFICATION OF BREAD WITH PROTEIN

**Streltsova E.I.**

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: listan12@yandex.ru

**Kuprina O.V.**

Assistant professor

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: rudra@mail.ru

**ABSTRACT:** this article analyzes scientific papers in order to install ingredients that will ensure the enrichment of bakery products with protein. Also, during the analysis, the rational amount of such ingredients is determined, which does not reduce the quality and taste characteristics of the finished product.

**Keywords:** bread, protein, alimentary fiber, flour

Хлеб является неотъемлемой частью питания для многих граждан нашей страны. Так сложилось из-за его ценовой доступности для всех слоев населения и пищевых привычек, идущих от наших предков. В связи с высоким потреблением этого продукта, целесообразно производить функциональные продукты питания, используя разнообразные добавки именно в хлебопекарной отрасли. По последним данным Роспотребнадзора дефицит белка в рационе питания россиян составляет 11,5 % [1].

Недостаток потребляемого белка оказывает значительное влияние на рост и развитие детей. Происходит нарушение обмена веществ, работы внутренних органов (печени, нервной системы, желез внутренней секреции и тд.). Исходя из всего вышеперечисленного, можно сказать, что обогащение белком хлебобулочных изделий будет оправданным решением для сокращения дефицита потребляемого белка.

Источниками белка могут быть бобовые, масличные культуры и другое сырье. Сравнительный анализ содержания белка в хлебопекарной муке, бобовых, масличных культурах и амарантовой муке приведен в таблице 1 [2 – 9].

Таблица 1

### Сравнительный анализ содержания белка

	Содержание белка, гр/100гр	Содержание углеводов, гр/100гр	Содержание пищевых волокон, гр/100гр
Мука пшеничная хлебопекарная	10,3 – 11,6	64,8 – 70,6	0,1 – 1,9
Мука ржаная хлебопекарная	6,9 – 10,7	58,5 – 66,3	8 – 13,3

Продолжение таблицы 1

Амарантовая мука	9 – 13	61 – 68	9 – 11
Нутовая мука	20,1	46,16	9,9
Фасолевая мука	25	47	–
Соевая мука	38 – 48	15 – 21,7	3,5 – 5
Гороховая мука	25	63,1	14,1
Мука из семян подсолнечника	48,1	35,8	5,2

Из таблицы 1 видно, что амарантовая, нутовая, фасолевая, соевая и гороховая мука, а так же мука из семян подсолнечника превосходят пшеничную и ржаную хлебопекарную муку не только по содержанию белка, но и по содержанию пищевых волокон. Таким образом, использование таких добавок в смеси с хлебопекарной мукой будет обогащать продукт белками, а повышенное содержание клетчатки будет оказывать положительное влияние на работу желудочно-кишечного тракта и тормозить всасывание сахаров в кровь, что является несомненным плюсом для людей, страдающих диабетом. Рассмотрим каждый источник белка в отдельности.

#### 1. Амарантовая мука

Несмотря на то, что содержание белка незначительно выше по сравнению с хлебопекарной мукой, такая мука отличается довольно высоким содержанием лизина (в 2 раза больше, чем в пшеничной муке), который является незаменимой аминокислотой для нашего организма. Так же эта мука богата кальцием, магнием, фосфором и содержит витамин С, содержит значительное количество полиненасыщенных жирных кислот (50 % от всех жиров муки). Не содержит глютена.

В анализируемой статье было экспериментально установлено, что добавление 10 % амарантовой муки не снижало качество хлеба. Наоборот, такое количество добавки ускорило подъем тестовой заготовки. При добавлении уже 20 % амарантовой муки хлеб получился меньшего объема и темного цвета, несоответствующего пшеничному хлебу [5].

#### 2. Фасолевая мука

Фасоль по содержанию белка близка к мясу. Белки фасоли усваиваются на 75% организмом человека, так же отличаются высоким содержанием витаминов и незаменимых аминокислот (лизина и триптофана).

Внесение 15 % фасолевой муки не сказывалось отрицательно на качественных показателях и не ухудшало органолептические характеристики готового изделия. При внесении более 20 % такой муки и готового хлеба появлялся привкус фасоли. Внесение 15 % фасолевой муки увеличило содержание белка в хлебе почти на 6 % по сравнению с образцом, содержащим только пшеничную муку [6].

#### 3. Гороховая мука

По качеству белка гороховая мука приближена к фасолевой муке. Соответственно так же обладает высоким содержанием белка, витаминов и аминокислот и обладает значительной усвояемостью.

Замена 10 % пшеничной муки на 10 % гороховой муки не оказывало отрицательного воздействия как на важные физико-химические, так и на вкусовые характеристики продукта. При внесении более 15 % появлялся гороховый привкус и мякиш приобретал желтоватый оттенок, так же снижалось качество клейковины. Увеличение содержания белка в готовом изделии, приготовленном с использованием гороховой муки, увеличилось почти на 18 % по сравнению с образцом, содержащем только пшеничную муку [6].

#### 4. Нутовая мука

Такая мука содержит примерно в 2 раза больше белка, чем пшеничная или ржаная. Так же можно отметить низкое содержание углеводов, а 50 % всех жиров это ненасыщенные жирные кислоты. Не содержит глютена.

В анализируемой статье было экспериментально установлено, что внесение данной муки ускоряет процесс брожения и созревания теста за счет содержания большого количества минеральных веществ, дающих кислую реакцию. При добавлении 5 – 15 % нутовой муки можно было отметить небольшое изменение цвета. При увеличении ее содержания до 20% появлялся легкий ореховый аромат, характерный данному виду муки. Использование такой муки более 30 % ухудшает цвет мякиша и верхней корки, появляется вкус и запах бобовых. Главным минусом является повышенная кислотность мякиша готовых изделий. В образце, содержащем 20 % нутовой муки, содержание белка увеличилось на 20 % по сравнению с образцом, содержащем только пшеничную муку [7].

#### 5. Мука из семян подсолнечника

Подсолнечная мука характеризуется значительным содержанием белка, незаменимых аминокислот (лизин, метионин, триптофан), так же богата витаминами и микроэлементами. При внесении 5 % подсолнечной муки содержание белков в готовом изделии увеличилось почти на 5 %, по сравнению с контрольным образцом, приготовленным без замены пшеничной муки. Полученный хлеб имел приятный аромат, вкус и цвет, равномерную пористость. Отрицательного влияния на физико-химические показатели не наблюдалось [10].

#### 6. Соевая мука

Соевая мука обогащена витаминами и минералами. Белки сои хорошо усваиваются и обладают некоторыми лечебными свойствами (снижают уровень холестерина, повышают иммунитет).

Добавление 5 % соевой муки не дало весомых различий готового хлеба с образцом, выпеченным только из пшеничной муки. При внесении

15 % тесто стало сухим и рассыпчатым. Замена части пшеничной муки на 10 % соевой не оказало отрицательного эффекта на качественные характеристики, как теста, так и готового продукта. Соевая мука так же способствовала более быстрому увеличению объема тестовых заготовок и образованию более эластичного мякиша. Содержание белка увеличилось в 2,5 раза по сравнению с контрольным образцом, приготовленным из пшеничной муки [11].

Таким образом, чтобы повысить содержания белка в хлебобулочной продукции можно использовать различные натуральные ингредиенты, доля которых от содержания хлебопекарной муки в изделиях уже была установлена опытным путем. Так при замене соответствующего количества пшеничной муки на 10 % амарантовой, 15 % фасолевой, 10 % гороховой, 20 % нутовой, 5 % подсолнечной и 10 % соевой муки можно увеличить содержания белка, пищевых волокон в готовых изделиях, снизить содержание углеводов и обогатить продукт аминокислотами.

#### Библиографический список:

1. Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека [Электронный ресурс]. URL: [https://rosppn.gov.ru/about/info/news/news\\_details.php?ELEMENT\\_ID=12067](https://rosppn.gov.ru/about/info/news/news_details.php?ELEMENT_ID=12067) (дата обращения 27.03.2024).

2. ГОСТ 26574 – 2017. Мука пшеничная хлебопекарная. Технические условия. – Введен 2019-01-01. М.: Стандартинформ, 2018. – 16 с.

3. ГОСТ 3898 – 56. Мука соевая дезодорированная. Технические условия. – Введен 1957-01-01. М.: Стандартинформ, 2006. – 5 с.

4. ГОСТ 7045 – 2017. Мука ржаная хлебопекарная. Технические условия. – Введен 2019-01-01. М.: Стандартинформ, 2019. – 13 с.

5. Едыгова С.Н. Технология обогащения пшеничного хлеба амарантовой мукой [Текст] / С.Н. Едыгова // Научные исследования: итоги и перспективы. – 2022. – Т. 3. – № 1. – С. 61 – 64.

6. Русина И.М. О возможности применения муки из фасоли и гороха в хлебопечении [Текст] / И.М. Русина, А.Ф. Макариков, Т.П. Троицкая, [и др.] // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2012. – Т. 18. – № 4. – С. 22 – 27.

7. Клочкова И.С. Технология хлебобулочных изделий с использованием белоксодержащего растительного сырья [Текст] / И.С. Клочкова, В.В. Давидович // Научные труды Дальрыббета. – 2018. – Т. 46. – № 3. – С. 62 – 67.

8. Чижикова О.Г. Технология производства хлеба и хлебобулочных изделий: учебник для среднего профессионального образования / О.Г. Чижикова, Л.О. Коршенко. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. – 252 с.

9. Таблица калорийности и химический состав продуктов питания [Электронный ресурс]. URL: <https://health-diet.ru/> (дата обращения 27.03.2024).

10. Пухова М.Е. Разработка хлеба повышенной пищевой ценности с применением муки из семян подсолнечника [Текст] / М.Е. Пухова, Е.В. Кудрявцева, Н.А. Субботина // Развитие научной, творческой и инновационной деятельности молодежи. – 2019. – С. 228 – 233.

11. Ефремова Е.Н. Влияние соевой муки на качество пшеничного хлеба [Текст] / Е.Н. Ефремова, Е.А. Зенина, А.А. Шеренев // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 165. – № 12. – С. 171 – 177.

УДК 663

## **БЕЗАЛКОГОЛЬНЫЕ НАПИТКИ ИЗ НЕТРАДИЦИОННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ**

**Хаамируева С.А.**

студентка гр. ТПб-20-1

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: khamirueva@mail.ru

**Тигунцева Н.П.**

к.х.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: tignadezhda@yandex.ru

**АННОТАЦИЯ:** В работе представлен обзор безалкогольных напитков, преимущественно функциональной направленности на основе нетрадиционного растительного сырья, с целью выявления их достоинств для разнообразия рациона питания людей, следящих за состоянием своего здоровья.

**Ключевые слова:** безалкогольные напитки, биологически активные вещества, витамины, растительное сырье.

## **SOFT DRINKS MADE FROM NON-TRADITIONAL VEGETABLE RAW MATERIALS**

**Khamirueva S.A.**

Student gr. Tp-20-1

Irkutsk National Research

Technical University

664074, Irkutsk, Lermontov str., 83

e-mail: khamirueva@mail.ru

**Tiguntseva N.P.**

Cand. Sci (Chemistry), Assistant professor  
Irkutsk National Research Technical University  
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83  
e-mail: tignadezhda@yandex.ru

**ABSTRACT:** The article is devoted to the review of soft drinks, mainly of a functional orientation based on non-traditional vegetable raw materials, in order to identify their advantages for a variety of diets of people who monitor their health.

**Keywords:** soft drinks, biologically active substances, vitamins, vegetable raw materials.

На сегодняшний день отмечается рост производства потребления безалкогольных напитков, среди которых широкое распространение получили натуральные напитки: соки, морсы, квасы, чай, содержащие в своем составе растительные компоненты и способные оказывать благоприятное воздействие на организм человека. В связи с этим постоянно расширяется ассортимент напитков с использованием биологически активных компонентов различного строения и разнообразными свойствами культивированных и дикорастущих лекарственных растений, выпускаемые с учетом предпочтений потребителей.

При составлении рецептуры безалкогольных напитков с использованием растительного сырья важное значение имеют биологические активные вещества, так как формируют их функциональную направленность, физиологическую ценность и влияют на органолептические свойства. Дополнительные ингредиенты, обогащенные биологически активными веществами, вводят в напитки в виде сиропов, растительных экстрактов или пищевых добавок [1].

Рост потребления напитков также связан со здоровым питанием и имеет большое значение. Например, некоторые напитки, такие как минеральные воды, применяют в лечебном и профилактическом питании для нормализации водно-солевого обмена [2,3].

Таким образом, основные тенденции развивающегося рынка безалкогольных напитков связаны с созданием продуктов с целевым назначением, обогащенных растительными компонентами с широким спектром физиологических активных веществ и сбалансированным составом макро- и микроэлементов.

Цель работы – провести обзор ассортимента безалкогольных напитков с использованием нетрадиционного растительного сырья.

В последнее время расширяется сегмент безалкогольной продукции, ориентированный на здоровый образ жизни с функциональными добавками (витаминизированные, йодированные), например, в качестве добавки

используют микроводоросль – Спирулину, как богатый витаминно-минеральный и ценный источник аминокислот, фикоцианинов, гамма-линолевой кислоты и  $\beta$ -каротина. Несмотря на ценный источник питательных веществ, запах и вкус у водоросли специфический. Однако, согласно литературным данным [4], использование Спирулины в качестве добавки к напиткам позволяет нормализовать иммунитет, улучшить умственную и физическую работоспособность населения.

Ряд авторов в работе [5] получают купажные напитки с различным содержанием ромашки, апельсина, лимонника, валерианы, корицы, имбиря и розы, каркаде, шиповника и лимонника. Состав представленных ингредиентов богат витаминами, макро- и микроэлементами, органическими кислотами, дубильными веществами, пищевыми волокнами, флавоноидами. Напитки на основе этих ингредиентов обладают общеукрепляющими и лечебно-профилактическими свойствами для всех возрастных категорий людей.

Одним из необычных напитков является напиток Шорли, состоящий из 50% плодово-ягодного сока, в основном яблочного, и на 50% - из минеральной воды. Кроме того, Шорли могут быть ароматизированы натуральными ароматизаторами и получать с помощью комбинированного яблочного сока с другими плодами [6,7]. Натуральный сок утоляет жажду в отличие от сладких газированных напитков, обогащен витаминами и содержит минимальное количество калорий, что полезно для здоровья [8].

Также интерес представляют чайные напитки с экстрактами цветов, плодов и растений, на основе местного растительного сырья, улучшающие качество жизни пожилых людей. Ряд авторов в работе [9] в качестве ингредиентов используют – мяту, липу, крапиву, ромашку, листья смородины, малины, вишни, а из плодового сырья – плоды шиповника и боярышника, яблоки и ягоды малины. В зависимости от комбинации сырья напитки имеют различные антиоксидантные свойства, профилактическое воздействие и обогащены витаминами.

Согласно данным, приведённым в работе [10] авторы рассматривают возможность использования виноградной выжимки красных сортов винограда в технологии безалкогольных вин. Благодаря содержанию в сиропобразных экстрактах виноградной выжимки органических кислот – винной, яблочной, янтарной, катионов – калия, магния, кальция, в готовом напитке улучшается биологическая ценность и органолептические показатели. Концентрирование виноградного экстракта до сиропобразного состояния улучшает его стабильность и технологические показатели, что позволяет применять его в композициях безалкогольных газированных напитков в дозировках 0,05-0,2% об.

Анализируя вышеизложенное, целесообразным является расширение ассортимента безалкогольных напитков с применением растительного сырья и подобранных вкусовых компонентов. Все безалкогольные напитки

можно отнести к полезным напиткам, так как в них содержатся растительные компоненты, обогащенные витаминами и минеральными веществами. Технология приготовления безалкогольных напитков является традиционной, что не требует лишних затрат и средств.

#### Библиографический список:

1. Сосюра Е.А. Использование плодов фейхоа и ежевики для производства напитков функционального назначения / Е.А. Сосюра, Т.И. Гугучкина, Б.В. Бурцев [и др.] // Пищевая промышленность. – 2013. – № 7. – С. 57–59.
2. Позняковский В.М. Новый безалкогольный напиток на основе минеральной воды «Ширинская» / В.М. Позняковский, О.В. Голуб, Л.А. Маюрникова // Пиво и напитки. – 1999. – № 5. – С. 23–24.
3. Самарина П.Д. Разработка рецептуры напитка на основе природных минеральных вод Новгородской области / П.Д. Самарина, А.С. Петрова // Журнал «Международный студенческий научный вестник». – 2017. – №4-3. – С.346-348.
4. Евдокимова О.В. Обзор инновационных безалкогольных напитков с использованием нетрадиционного растительного сырья / О.В. Евдокимова, О.А. Петрова // Архивариус. – 2019. – С. 29-32.
5. Бабаева М.В. Инновационные безалкогольные напитки из натурального растительного сырья / М.В. Бабаева, С.В. Жуковская, Д.А. Казарцев [и др.] // Вестник ВГУИТ. – 2022. – Т. 84. – № 1. – С. 118–124.
6. Севостьянова Е.М. Безалкогольные напитки с использованием природных минеральных вод – фактор насыщения потребительского рынка напитками здоровья / Е.М. Севостьянова, Г.Л. Филонова, О.В. Соболева // Пиво и напитки. – 2013. № 5. – С.6-9.
7. Киселева Т.Ф. Безалкогольные напитки «ШОРЛЕ» из натурального сырья / Т.Ф. Киселева, А.В. Дюжев, М.В. Кардашева // Техника и технология пищевых производств. – 2013. - №2. – С. 1-3.
8. Удалова Л.П., Догаева Л.А., Юрикова Е.В. Инновационные виды безалкогольных напитков для функционального питания / Л.П. Удалова, Л.А. Догаева, Е.В. Юрикова // Успехи современного естествознания. – 2016. – № 11-1. – С. 33-37.
9. Брыксина К.В. Перспективы использования нетрадиционного растительного сырья при производстве функциональных продуктов питания / К.В. Брыксина, О.В. Перфилова // Наука и Образование. – 2020. – Т. 3. – № 4. – С. 126.
10. Ферзаули А.И. Совершенствование технологии безалкогольных напитков с использованием виноградных и растительных экстрактов: специальность 05.18.01 «Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и

виноградарства»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Ферзаули Асет Исаевна; Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия. - Краснодар, 2019. - 145 с. – Библиогр.: с. 296-335.

УДК 664.681.2

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕТРАДИЦИОННОГО СЫРЬЯ ПРИ ПРОЗВОДСТВЕ БИСКВИТНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ**

**Белик Н. Ю.**

студентка гр. ТПб-20-1

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

**Григорьева В. А.**

студентка гр. ТПб-20-1

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

**АННОТАЦИЯ:** проанализировано несколько статей на тему «Замена основного сырья» на продукты питания, повышающие пищевую ценность изделий, улучшающие физико-химические и органолептические показатели, выполнен литературный обзор. В качестве нетрадиционного сырья была рассмотрена мука из тритикале, миндаля, кукурузы и черемухи.

**Ключевые слова:** мучные кондитерские изделия, бисквит, тритикалевая мука, кукурузная мука, миндальная мука, черемуховая мука, пищевая ценность.

## **USE OF NON-TRADITIONAL RAW MATERIALS IN THE PRODUCTION OF SEMI-FINISHED BISCUIT PRODUCTS**

**Belik N. Yu.**

student

Irkutsk National Research Technical University

**Grigorieva V. A.**

student

Irkutsk National Research Technical University

**ABSTRACT:** several articles on the topic “Replacing basic raw materials” with food products that increase the nutritional value of products, improving physicochemical and organoleptic characteristics were analyzed, and a literature review was performed. Triticale, almond, corn and bird cherry flour were considered as non-traditional raw materials.

**Key words:** flour confectionery products, sponge cake, triticale flour, corn flour, almond flour, bird cherry flour, nutritional value.

Кондитерские изделия – это продукты питания, обладающие высокой

пищевой ценностью. Они имеют приятные вкусовые качества и привлекательный внешний вид. Кондитерские изделия подразделяются на несколько групп: мучные и сахаристые кондитерские изделия, шоколад и какао.

Мучные кондитерские изделия (МКИ) представляют собой выпеченный пищевой продукт или изделие, содержащее в своем составе выпеченный полуфабрикат, на основе муки и сахара, с содержанием муки в выпеченном полуфабрикате не менее 25 % [1]. К ним относят изделия типа печенье, вафли, пряничное изделие, кексы, рулеты, торты, пирожные, мучные восточные изделия. Они также могут быть с полным или частичным покрытием шоколадом, глазурью или неглазированные, а также с начинкой, без начинки, прослоенные отделочными полуфабрикатами, с отделкой поверхностей.

Из всех категорий кондитерских изделий потребителями наиболее востребованы именно МКИ. На них приходится 51% от общего объема производства. Приблизительно один раз в месяц каждый третий потребитель приобретает торты или пирожные.

Однако пищевая ценность большинства видов МКИ, которые вырабатывают по традиционным рецептурам, не отвечает современным требованиям к сбалансированному питанию. Они имеют достаточно высокую массовую долю содержания сахарозы и молочных жиров, существенно превышающих рекомендованную ФАО ВОЗ пропорцию к белкам (рекомендованное соотношение БЖУ – 1:1:4 по массе) [2].

В целях оптимизации пищевого, мучного кондитерского производства рецептуры преобразуют, то есть заменяют традиционное сырье на продукты питания, которые улучшат пищевую ценность изделия, избавят от аллергических признаков.

Для производства классического бисквитного полуфабриката традиционным сырьем будет являться пшеничная мука, крахмал, сахар-песок, меланж и различные эссенции. Также в бисквит можно добавлять сливочное масло, молоко, какао-порошок орехи и другие компоненты.

Одним из вариантов нетрадиционного сырья в технологии МКИ была предложена тритикалевая мука. Тритикале – это гибрид пшеницы и ржи. Такая зерновая культура сочетает в себе лучшие качества этих двух культур. Мука из тритикале имеет более высокую пищевую ценность в отличие от пшеничной муки высшего сорта, что дает возможность использовать ее для создания функциональных продуктов.

Исследования тритикалевой муки показали, что в этой культуре содержится большое количество белковых веществ и незаменимых аминокислот, а также витаминов (В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР, β-каротина), макро- и микроэлементов (натрия, калия, кальция, марганца, железа, фосфора) [3]. Например, по данным Burgstaller тритикале по сравнению с пшеницей содержит на 14 % больше белка, на 50 % лизина, на 35 % метионина и на 15 % цистеина [4].

В результате экспериментов была разработана рецептура бисквита с заменой пшеничной муки на тритикалевую до 90 %. Для выработки бисквита применялась мука обдирная, полученная из перспективного сорта озимого тритикале Рондо. Был получен бисквит, который имеет привлекательный внешний вид, вкус и аромат. Физико-химические свойства соответствуют требованиям нормативной документации, и превосходят показатели бисквита, приготовленного только из пшеничной муки [3].

Анализ аминокислотного состава бисквита на основе муки пшеничной высшего сорта и муки тритикалевой показал, что содержание аминокислот выше в бисквите на основе муки из зерна тритикале. Изделие богато всеми незаменимыми аминокислотами, в том числе лизином, треонином, фенилаланином, лейцином, валином и другими [4].

Так же в качестве нетрадиционного сырья используют миндальную и кукурузную муку, которые вносят в замен пшеничной муке высшего сорта, и получают безглютеновый бисквитный полуфабрикат. Выбранные компоненты позволяют повысить содержание в готовом продукте не только растительного белка, но и необходимых в рационе питания витаминов и минералов [5].

Ореховая мука богата витаминами E, группы B, A, PP, а также полезными минеральными веществами: калием, кальцием, магнием, цинком, марганцем, железом, фосфором и натрием. Кроме того, в ней содержится Омега-3 кислоты, без которых нормальная работа организма невозможна. Она так же содержит около 20 % белка и 55 % жира, а это, в свою очередь означает, что изделия и полуфабрикаты, приготовленные на её основе будут обладать приятной текстурой и вкусовыми свойствами [5].

Кукурузная мука содержит небольшое количество аминокислот, но отличается высоким содержанием углеводов, способствующими нормализации и стабилизации уровня сахара в крови, витамин B<sub>1</sub>, также в ее состав входят кальций, магний, железо, фосфор и медь. Её часто используют в производстве кондитерских изделий, что делает торты, печенья и пирожные наиболее рассыпчатыми и приятными на вкус [5].

Оптимальной пропорцией миндальной и кукурузной муки при замене пшеничной является соотношение 50:50. При таком соотношении относительная влажность выпекаемого образца (27,85%) будет максимально близка к показателю контрольного образца (27,59%). Еще одним качественным показателем, который определили в результате эксперимента, является намокаемость. Она тоже была максимально близка к контрольному образцу.

Так же при соотношении миндальной и кукурузной муки 50:50 пищевая и энергетическая ценность бисквитного полуфабриката имеют показатели лучше, чем у контрольного образца, приготовленного по основной рецептуре с пшеничной мукой [5].

В качестве дополнительной характеристики определяли высоту подъема бисквитных безглютеновых полуфабрикатов. При оценке качества исследуемых образцов выбрали высоту подъема бисквита в форме диаметром 20 см [5]. Высота контрольного образца составила 0,9 см, а высота безглютенового с соотношением 50:50 – 0,8 см.

Миндальная мука, содержащаяся, в исследуемом образце бисквита богата витаминами E, A, B<sub>2</sub>, что позволяет удовлетворять суточную потребность на 35,80 % и 21,01 %, 20 % соответственно; фосфора – на 19,81 %, железа – на 18% при использовании 100 г бисквитного безглютенового полуфабриката в приготовлении тортов, пирожных или десертов. Полученные данные позволяют отнести выпеченный полуфабрикат не только к группе специализированных продуктов (для спортсменов, беременных женщин и кормящих матерей и профилактической направленности), но и к продуктам функционального назначения [5].

Еще одним из возможных примеров нетрадиционного сырья можно считать черемуховую муку. Эта мука изготавливается из высушенных дикорастущих плодов черемухи. Муку получают путем отделения мякоти от косточки, высушиванием с последующим измельчением до состояния порошка.

В черемухе содержится большое количество полезных веществ, оказывающих выраженное бактерицидное и укрепляющее действие на организм человека. Плоды черемухи содержат до 15 % дубильных веществ, эфирные масла, фитонциды, органические кислоты (фруктовые – яблочная, лимонная), витамин C, сахара, гликозиды [6].

Основными компонентами черемухи, обладающие фитоницидными свойствами, являются ароматические вещества. Благодаря этому, растение обладает удивительным противомикробным действием. Из минеральных веществ, черемуховая мука содержит железо, цинк, медь, магний, марганец [6].

Черемуха в своем составе не содержит глютен, что позволяет использовать ее для производства функциональных продуктов питания для людей, которые имеют непереносимость к этому компоненту. А еще черемуха богата витаминами (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, E, PP, C), у нее калорийность в три раза ниже, чем у пшеничной.

При замене 10 % пшеничной муки на черемуховую улучшаются органолептические показатели. Бисквит приобретает шоколадный окрас, однородный ромово-миндальный вкус и запах. А вот нежелательный хруст отсутствует. Также снижается энергетическая ценность и увеличивается содержание витаминов и минеральных веществ.

Использование черемуховой муки позволяет получить новый вид бисквитного полуфабриката, с новыми органолептическими характеристиками, который, благодаря содержанию функционального ингредиента, бо-

лее сбалансирован по составу и свойствам [6].

В результате обзора и анализа статей можно сделать вывод о том, что заменять традиционное сырье не только целесообразно, но и необходимо. При замене пшеничной муки различными аналогами (тритикалевая, миндальная, кукурузная и черемуховая мука) у полученного бисквита улучшались как органолептические и физико-химические показатели, но также значительно улучшалась пищевая ценность. Содержание витаминов и минеральных веществ имеет достаточно высокий уровень.

Полученные результаты позволяют рекомендовать использование нетрадиционного сырья для производства функциональных бисквитных полуфабрикатов. Также такие полуфабрикаты можно использовать для производства мучных кондитерских изделий для спортсменов, беременных и кормящих женщин, а также аллергиков.

#### Библиографический список:

1 ГОСТ Р 53041-2008. Изделия кондитерские и полуфабрикаты кондитерского производства. Термины определения. Введ. 2010-01-01. М., 2008. 26 с.;

2 В. М. Киселев, Р. З. Григорьев, Н. Н. Зоркина. Разработка рецептуры и технологии бисквитного полуфабриката повышенной пищевой ценности. // Техника и технология пищевых производств. 2010. № 4. С. 10-16.

3 Т.Н. Тертычная, И.В. Мажулина. Оптимизация рецептуры бисквита с применением тритикалевой муки. // Технологии и товароведение сельскохозяйственной продукции. 2015. №2 (5). С. 82-85.

4 Н.В Сокол. Зерновая культура тритикале – перспективы использования в технологии хлебопечения: монография // Н.В. Сокол. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – С 132 .

5 М. П. Щетинин, З. Р. Ходырева. Формирование рецептурного состава бисквитного безглютенового полуфабриката. // ХИПС. 2019. №1. С. 106-115.

6 Т. Ю. Фомина, И. В. Калинина. К вопросу использования черемуховой муки в производстве бисквитных полуфабрикатов. // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2016. Т. 4, № 3. С. 55–63.

УДК 663

### **КРАФТОВОЕ ПИВО В РОССИИ**

**Каушева Е.И.**

студент гр. ТПб-20-1

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова 83

e-mail: [kausheva03@mail.ru](mailto:kausheva03@mail.ru)

**АННОТАЦИЯ:** В последние годы рынок пивоваренной продукции в России испытывает негативное влияние санкций, подорожания сырья и осложненной логистики. Российские пивовары испытывают дефицит качественного отечественного хмеля и оборудования для пивоварения, в последствии повышаются цены на продукцию. Чтобы не потерять своего клиента, производители придумывают оригинальные рецептуры, используя местное сырьё, а также внедряют новые технологии производства пива.

Ключевые слова: крафтовое пиво, местное сырьё, мед, дрожжи.

## **BREWING MARKET OVERVIEW**

**Kausheva E. I.**

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: kausheva03@mail.ru

**ABSTRACT:** In recent years, the brewing market in Russia has experienced the negative impact of sanctions, rising prices for raw materials and complicated logic. Russian brewers are experiencing a shortage of high-quality processed hops and brewing equipment, and subsequently product prices are rising. In order not to lose their client, manufacturers come up with original recipes using local raw materials, as well as introduce new beer production technologies.

The purpose of this study was to collect information on new products in the brewing market in Russia

Keywords: craft beer, local raw materials, honey, yeast

В американской системе BJCP, которая расшифровывается и переводится как «программа сертификации пивных судей», описывается большинство мировых стилей пива [1]. С помощью этой системы было выделено и описано 15 сортов пива. Самым развивающимся стилем на данный момент является «Особое пиво», в этот стиль входят все оригинальные виды пива, в которых намеренно изменялась рецептура. Цель данной работы – сбор информации о новинках на рынке пивоваренного производства в России.

Пивовары готовят пиво по классическим технологиям, но подбирают рецептуры так, чтобы вкус пива был не похож на классический и соответствовал запросам потребителей. Такое пиво на рынке называют «крафтовое». Для его приготовления используют различные комбинации пряностей и трав, что делает напиток необычным. Производители не боятся экспериментировать с сортами хмеля и зерна, которые придают пиву различные вкусы [2].

Как правило, любители крафтового пива ищут пиво, приготовленное из местных сортов злаков и хмеля и произведенное не пивоваренными за-

водами, а мастерами-пивоварами с интересной историей и прекрасным знанием местных ингредиентов и культуры пива [3]. Поэтому в 2024 году на рынке крафтового пива прослеживается тенденция замены импортного сырья отечественным. Например, «Подсосновский пивоваренный завод» в Алтайском крае восстановил хмелекомплекс, на котором культивируются российские и зарубежные сорта хмеля. Собственное производство хмеля несмотря на трудовые и финансовые затраты позволяет избежать фальсификата, порчи сырья при транспортировке, а также исключает купажирование дорогих сортов хмеля с менее ценными и дешевыми [4].

Также прослеживается тренд на добавление продукту региональной тематики. Например, Томск славится своим мёдом, поэтому в крафтовой пивоварне «SIBERIAN MEADERY» варят медовое пиво стиля Mead. Такое пиво производится из меда, но по гораздо более сложной технологии, чем медовуха, поэтому его и относят к пиву.

Особый интерес на рынке продуктов питания вызывают продукты без глютена, данная тенденция прослеживается и в производстве крафтового пива [5]. Кукуруза, гречиха и овёс содержат малое количество белков глютена. За счет этого некоторые пивовары включают в производство пиво, приготовленное с использованием большей части несоложенного сырья.

Стремление населения к здоровому образу жизни создаёт высокий спрос на производство безалкогольного пива. Производство безалкогольного пива на российском рынке увеличивается с 2017 года, а в 2022 году после COVID-19 рост стал ещё больше [5]. Внедряется новая технология безалкогольного пива с селективными дрожжами. Замороженные дрожжи вносят в сусло в необходимом количестве. Пропагация дрожжей не требуется, таким образом, упрощается процесс производства пива и сокращается его продолжительность. У пива появляется фруктовый аромат вследствие высокого содержания высших эфиров и тиолов. Используют специализированные дрожжи, которые потребляют только глюкозу и фруктозу.

Также на рынке приобретает популярность новый стиль пива Cold IPA [6]. Данная технология позволяет создать насыщенный вкус солода и хмеля с минимальным влиянием брожения на их трансформацию за счёт лагерных дрожжей. Создаются напитки категории Cold на лагерных дрожжах, а не на элевых, что снижает горечь и раскрывает аромат хмеля. При этом по технологии 20-40% риса или кукурузы смешиваются с двухрядным солодом.

Рынок пивоваренной продукции интенсивно развивается, не только увеличивая объемы производимой продукции, но и расширяя ассортимент во всех направлениях. Производители удовлетворяют потребительские предпочтения за счет разработки новой продукции с оригинальными вкусоароматическими характеристиками, чему способствует использование новых видов основного и дополнительного сырья.

### Библиографический список

1. Система сертификации пивных судей [электронный ресурс] / Beer Judge Certification Program, Inc. – электрон. дан. – М.: Beer Judge Certification Program, Inc. 2021 – Режим доступа: <https://www.bjcp.org/>, свободный. Загл. С экрана.
2. Бурак Л.Ч. Крафтовое пиво / Л.Ч. Бурак // Научное обозрение. Биологические науки. Журнал Российской Академии Естествознания. – 2023. - №1. – С. 37.
3. Whatson, B. (2020). State of the industry. Retrieved from <https://www.brewersassociation.org/wpcontent/uploads/2020/04/CBC-Online-2020-State-of-the-Craft-Brewing-Industry.pdf>
4. Новоселова Н. В. Влияние экономических санкций на рынок слабоалкогольной продукции / Н. В. Новоселова, А. Ю. Веретенникова // Стратегии развития социальных общностей, институтов и территорий : материалы IX Международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 17–18 апреля 2023 г. : в 2-х томах. — Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2023. - Т. 1. - С. 63-69.
5. Ермолаева Г.А. Ермолаев С.В. Современные технологии пива и пивных напитков на малых предприятиях. // Пиво и напитки 2022. - №2. - С.23-29
6. Грейнрус: агропромышленный комплекс: офиц. сайт. URL: <https://grainrus.com> (Дата обращения: 01.04.2024)

УДК 663.813

### **ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ НАПИТОК НА ОСНОВЕ МОРКОВНОГО СОКА**

**Степанова М.В.**

магистрант гр. БПМ-22-1,  
Иркутский национальный исследовательский  
технический университет,  
664070, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83  
e-mail: och@istu.edu

**Гусакова Г.С.**

к.с-х.н., доцент  
Иркутский национальный исследовательский  
технический университет,  
664070, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83  
e-mail: gusakova58@mail.ru

**АННОТАЦИЯ:** В статье представлены результаты исследования и разработки рецептуры функционального напитка на основе соевого молока, с добавлениями морковного сока, какао-порошка и дигидрокверцетина (ДКВ). Установлено, что разработанный напиток может служить источни-

ком важнейших веществ (каротиноидов и ДКВ), что подтверждает его функциональную направленность и перспективу применения в составе как общих, так и лечебно-профилактических рационов питания.

Ключевые слова: функциональный напиток, дигидрокверцетин, каротиноиды, соевое молоко, морковный сок.

## **FUNCTIONAL DRINK BASED ON CARROT JUICE**

**M.V. Stepanova,**

Student gr. BPM-22-1,

Irkutsk National Research Technical University,

664070, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: och@istu.edu

**G.S. Gusakova,**

Associate professor

Irkutsk National Research Technical University,

664070, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: gusakova58@mail.ru

**ABSTRACT:** The article presents the results of research and formulations development for a functional drink made from soy milk, with addition of carrot juice, cocoa powder and dihydroquercetin (DHQ). It has established that the drink can serve as a source of the most important substances (carotenoids and DHQ), which confirms its functional orientation and the prospect of use as part of both general and therapeutic-and-prophylactic diets.

Key words: functional drink, dihydroquercetin, carotenoids, soy milk, carrot juice.

Несмотря на то, что потребители все больше ориентированы на здоровый образ жизни и хотят покупать продукты питания, в том числе соки высокого качества. В России по-прежнему остается тенденция производства соковой продукции из концентратов. Восстановленные соки и нектары имеют в своем содержании низкий уровень биологически активных веществ.

Перспективным направлением является разработка и внедрение новых технологий по получению высококачественной соковой продукции изготовленной из местного растительного сырья. Данные исследования являются гарантом качественной и безопасности продукции, предназначенные для существующего рынка России. Продолжение научных исследований и вовлечение в производство местных сырьевых ресурсов, внедрение современных приемов обработки сырья и полуфабрикатов на всех этапах производственного процесса остается весьма актуальным [1].

Цель настоящего исследования: разработка купажного напитка с повышенной физиологической ценностью благодаря наличию в составе природных компонентов.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- обосновать выбор сырья для напитка;
- разработать и экспериментально обосновать принципиальную технологическую схему приготовления полуфабрикатов;
- получить полуфабрикаты, исследовать их химический состав и разработать рецептуру напитка с повышенной физиологической ценностью.

*Объекты и методы исследования:* исследование проводили в лаборатории кафедры химии и биотехнологии имени В.В. Тутуриной ИРНИТУ. Исходя из анализа литературных источников и состояния вопроса применения на предприятиях пищевой промышленности Иркутской области в качестве основных сырьевых компонентов для функционального напитка были выбраны соевое молоко и морковный сок.

В качестве Функционального компонента выбрали дигидрокверцетин (ДКВ). Для исследований использовали образец, полученный учеными Сибирского института физиологии и биохимии растений СО РАН приготовленный по патенту РФ № 2174403, Б.И. № 28, 2001, авторы В.А. Бабкин, Л.А. Остроухова, Д.В. Бабкин. ДКВ нашел применение в пищевой промышленности и медицине, как антиоксидант, акцептор свободных радикалов кислорода, гепатопротектор, радиопротектор, вещество, обладающее противовоспалительными, обезболивающими, иммунокорректирующими свойствами [2,9].

Как вкусовую добавку использовали какао-порошок. Известно, что какао-бобы содержит вещество дофамин (нейромедиатор). В организме человека это соединение выполняет основные функции мотивации и движения, положительно влияет на память и способность сосредотачиваться. Теобромин, природный спазмолитик, помогающий бороться с приступами кашля. Какао-порошок содержит антиоксиданты, витамины В1, В6, В9, Е, РР, а также необходимые организму человека минеральные вещества, такие как калий, кальций, магний, фосфор [3].

*Методы анализа:* в исследованиях качества сырья, полуфабрикатов и готовых изделий применялись стандартные методики, регламентированные действующей нормативно-технологической документацией.

*Обсуждение результатов.* Для получения морковного сока использовали корнеплоды моркови сорта Абако (F1), выращенные на приусадебном участке (16 км Голоустненского тракта). Это раннеспелый голландский гибридный сорт моркови. Сорт является высокопродуктивным на тяжелых почвах. Созревает в среднем через 90–95 дней после посева. Отличается высокой урожайностью (12–13 кг/м<sup>2</sup>), красивой окраской, устойчивостью к стрелкованию и растрескиванию в процессе роста.

Качество корнеплодов в стадии технической зрелости проверяли на соответствие п. 4.1. ГОСТ 33540. Внешний вид корнеплодов имеет цилин-

дрическую форму, свежесть, целостность, чистоту, однородность по окраске, свойственность этому виду ботанического сорта. Масса корнеплода соответствует 100–110 г, длина корнеплодов 14–16 см, размер корнеплодов по наибольшему поперечному диаметру имеет 2,5–4,5 см, цвет оранжевый, свойственный данному продукту. Вкус слегка-сладковатый, запах специфический, слабо уловимый, свойственный данному виду. Имеются механические повреждения на глубину в % 1,50 см с зарубцевавшимися трещинами. Не имеет порезы головок, легких увяданий. Содержание корнеплодов не содержит увядших с признаками морщинистости, загнивших запаренных и замороженных. Имеется наличие земли, прилипшей к корнеплодам в % 0,2 [4].

По результатам проведенной оценки исследуемые плоды моркови соответствуют товарному сорту Абако (F1).

Требования по безопасности сырья устанавливаются гигиеническими нормами в СанПиН, Регламентах по безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктах. По показателям безопасности содержание токсичных элементов составило: свинец – 0,2, кадмий – 0,01, мышьяк – 0,1; ртуть – 0,01; цинк – 3,0; медь – 8,0; нитраты – 250,0 [5].

При производстве продуктов питания функционального назначения не допускается использование генетически модифицированного сырья, переработка гнилых, плесневых, с признаками механической порчи.

При проведении анализа способов получения морковного сока, установили, что основными факторами, оказывающими влияние на выход сока, являются сортовые особенности корнеплодов (цвет, аромат, консистенция и сочность), степень измельчения и разрушения клеточной стенки. В лабораторных условиях, для изучаемых корнеплодов, были использованы два метода разрушения растительной ткани – механическое измельчение и замораживание. Для этого вначале корнеплоды моркови проверяли на наличие посторонних включений и грубых повреждений. Затем промывали в теплой воде, очищали и делили на 3 партии: две перерабатывали в свежем виде, а одну замораживали для более глубокого разрушения клеточной стенки. При получении мезги из свежих корнеплодов: образец 1 и 2 степень измельчения составила соответственно 2–4 мм и 1–2 мм, образец 3 после размораживания 2–4 мм [4].

Выход сока варьировал в пределах 65–70 %. Это на 10–15 % ниже сложившегося в промышленности, что по нашему мнению, связано с ограниченными возможностями лабораторного пресса. Наибольший выход сока составил 72 % образец 3, значительно меньше в образце 1 – 64 %.

Дегустационная оценка соков приведена в таблице 1. Все образцы оценивались по пятибалльной шкале.

Таблица 1

**Органолептические показатели полученных образцов  
морковного сока**

Показатель	Характеристика		
	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Внешний вид			
Цвет	Оранжевый, свойственный данному продукту.	Оранжевый, свойственный данному продукту.	Насыщенный темно-оранжевый
Вкус	Слегка-сладковатый, свойственный данному продукту.	Слегка-сладковатый, свойственный данному продукту.	Слегка-сладковатый, свойственный данному продукту.
Запах	Специфический, слабо уловимый, свойственный данному продукту.	Специфический, слабо уловимый, свойственный данному продукту.	Специфический, слабо уловимый, свойственный данному продукту.
Средняя оценка, балл.	4,8	4,7	4,5

Органолептические показатели образцов изменились незначительно. Однако цвет сока, из замороженных корнеплодов более насыщенный и темный. Возможная причина в активации окислительных процессов под действием нативных ферментов, переходящих в сок в большем количестве из разрушенных замораживанием растительных клеток [6].

Физико-химические показатели соков приведены в таблице 2.

Таблица 2

**Физико-химический состав корнеплодов**

Показатель	Содержание		
	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Массовая доля растворимых сухих веществ, %	10,8+0,5	12,4+0,5	14,1+0,5
Массовая доля сахаров, %	6,5+0,5	6,9+0,5	7,2+0,5
Массовая доля титруемых кислот (по яблочной), %	0,25+0,01	0,10+0,01	0,26+0,01
Массовая доля содержанием р-каротина	15+0,5	15+0,5	18+0,5
Массовая доля пектиновых веществ, %	2,2+0,2	1,9+0,2	2,1+0,2
Массовая доля витамина С, мг/100 г	32,6+1,8	35,6+1,8	37,5+1,8

Из приведенных данных видно, что содержание сухих веществ, сахаров и титруемых кислот имеет незначительную тенденцию к увеличению их концентрации (до 3 %) по мере возрастания степени разрушения растительной клетки. Содержание пектиновых веществ меняется в пределах погрешности, а содержание каротиноидов и витамина С возрастает соответственно на 25 % и 13 % в соке из замороженных корнеплодов. Таким образом, для производства напитка можно рекомендовать к переработке сырье после замораживания [7].

Напиток готовили на основе пробных купажей, изменяли соотношение соевого молока и моркови: 2 : 1; 1 : 1 и 1 : 2. По органолептическим показателям выбрано соотношение 1 : 1. Дозу дигидрокверцетина рассчитывали исходя из суточной потребности взрослого человека. Пектиновый экстракт задавали исходя из технологических потребностей для стабилизации консистенции напитка [8]. Расход ингредиентов на 100 л напитка приведен в таблице 3.

Таблица 3

**Расход ингредиентов на 100 л купажа**

Компоненты	Единица измерения	Количество
Соевое молоко	мл	495,0
Морковный сок	мл	495,0
Дигидрокверцетин	гр	0,5
Какао-порошок	гр	0,5
Пектиновый экстракт из соевой шелухи	мл	10

Таблица 4

**Морковно-соевый напиток**

Физико-химические показатели	Органолептические показатели
Общий экстракт 18 г/100 см <sup>3</sup>	Цвет темно-сливочный
Общий сахар 15 г/100 см <sup>3</sup>	Вкус кисло-сладкий, шоколадный, со слабо выраженным соевым привкусом
Кислотность 0,13 г/100 см <sup>3</sup>	Аромат приятный, ненавязчивый, какао-порошок и соя дают гармоничный оттенок
Цветность по эталону № 9 – 10 мм	

Напиток обладает приятным вкусом, имеет однородную консистенцию, насыщенный цвет, свойственный рецептурным компонентам. Является функциональным по содержанию каротиноидов и дигидрокверцетина (выше 10 % суточной потребности).

Таким образом в результате работы были выбраны и экспериментально опробированы :

- режимы получения морковного сока;
- разработана рецептура нового напитка с использованием местного сорта корнеплодов моркови Абака;
- приведена потребительская оценка.

Установлено, что разработанный напиток может служить источником важнейших веществ (каротиноиды и ДКВ), что подтверждает его функциональную направленность и перспективу применения в составе как общих, так и лечебно-профилактических рационов питания.

#### Библиографический список:

1. Киселева, Т.Ф. Исследование структуры рынка соков, нектаров и сокосодержащих напитков в РФ /Т.Ф. Киселева, А.А. Маслов// Практический маркетинг. - 2006. - № 12. - С. 31- 34.
2. Зяблицева М.А., Додонова Н.А. Применение дигидрокверцетина в производстве молочных продуктов // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2021. Т 12. №1. С. 111-113.
3. Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник / Под ред. член-корр. МАИ, проф. И. М. Скурихина и академика РАМН, проф. В. А. Тутельяна. - Х46 М.: ДеЛи принт, 2002. - 236 с.
4. ГОСТ 33540-2015. Морковь столовая свежая для промышленной переработки. Технические условия. Введ. 01.01.17. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2019. – 9 с.
5. Санпин 2.3.2.560-96 Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов.
6. ГОСТ 8756.11-2015. Продукты переработки фруктов и овощей. Методы определения прозрачности и мутности. Введ. 01.07.16. – М.: Издательство стандартов, 2016. – 8 с.
7. ГОСТ Р 51434-99. Соки фруктовые и овощные. Метод определения титруемой кислотности. Введ. 01.01.01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 16 с.
8. Лимарева, Н.С. Функциональные пектиносодержащие напитки на основе морковного сока / Н.С. Лимарева, Л.В. Донченко, Н.В. Галут // Труды Кубанского государственного аграрного университета. - 2013. - № 41. - С. 156-159.

УДК 664.641.1

### **ПРИМЕНЕНИЕ НЕТРАДИЦИОННОГО СЫРЬЯ В ТЕХНОЛОГИИ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ**

**Бадмаева К.А.**

студентка гр. ТПб-20-1

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: kristinareyd@gmail.com

**Чеснокова А.Н.**

к.х.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: chesnokova@istu.edu

**АННОТАЦИЯ:** Работа заключается в изучении применения альтернативных видов муки, таких как кокосовая, миндальная и гречневая в производстве мучных кондитерских изделий. Представленная информация будет полезна для людей с непереносимостью глютена и любителей необычного сочетания ингредиентов в выпечке. Статья позволит оценить достоинства использования альтернативных видов муки в мучных кондитерских изделиях, а также может стать основой для понимания значимости замены пшеничной муки на другие ее виды.

Ключевые слова: мучные кондитерские изделия, мука, эксперимент.

## **THE USE OF NON-TRADITIONAL RAW MATERIALS IN FLOUR CONFECTIONERY PRODUCTS**

Badmaeva K.A.

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: kristinareyd@gmail.com

Chesnokova A.N.

Cand. Sci (Chemistry), Associate Professor,  
Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: chesnokova@istu.edu

**ABSTRACT:** The work consists of studying the use of alternative types of flour, such as coconut, almond and buckwheat in the production of flour confectionery products. The information presented will be useful for people with gluten intolerance and people who prefer unusual combinations of ingredients in baking. The article will allow you to evaluate the merits of using alternative types of flour in flour confectionery products, and can also become the basis for understanding the importance of replacing wheat flour with other types.

Keywords: flour confectionery, flour, experiment.

Технология мучных кондитерских изделий постоянно меняется и развивается, и одним из самых интересных трендов в последнее время стало использование нетрадиционного сырья в производстве печенья, тортов, пирожных и других кондитерских изделий. Это позволяет не только придать новые вкусы и текстуры изделиям, но и сделать их более полезными.

Кокосовая мука – ценный и питательный продукт, несущий пользу организму человека. Ее получают из мякоти кокоса, сушат и перемалывают. Такая мука содержит большое количество растительного белка – более 20%, а также углеводы, жиры и существенное количество клетчатки, на долю которой приходится около 60% от общего объема. В кокосовой муке нет глютена. Также она богата витаминами А, В, С, D, Е, минералами и омега-6 кислотами [1]. Такие свойства делают ее полезным диетическим продуктом, отличным дополнением или даже альтернативой муке пшеничной. Кокосовая мука придает изделиям хорошую текстуру и природную сладость. Ею можно заменить 1/3 количества необходимой пшеничной муки в большинстве стандартных рецептов. Использование кокосовой муки в кондитерских изделиях придает им легкость и нежность. Например, кокосовую муку можно использовать для приготовления печенья, маффинов или кексов. Эти сладости характеризуются нежной и влажной текстурой, приятным кокосовым ароматом и слегка сладким вкусом. Они обычно более легкие и менее плотные, чем изделия из обычной пшеничной муки [2].

К полезным свойствам кокосовой муки можно отнести:

- снижение уровня холестерина;
- антиоксидантные и антиканцерогенные свойства;
- богатство клетчаткой, белком и незаменимыми аминокислотами;
- низкий гликемический индекс [3].

Миндальная мука – представляет собой мелко перемолотые ядра миндаля. Она обладает нежным ореховым вкусом и текстурой, которая делает изделия более воздушными и хрустящими. Кроме того, миндальная мука не содержит глютена, поэтому изделия из нее можно употреблять людям, страдающим от целиакии [4].

Миндальная мука богата белками, жирами, витаминами (витамин Е, витамин В2, витамин В3) и минералами (магний, железо, кальций, цинк). Польза миндальной муки заключается в ее низком гликемическом индексе, что делает ее подходящей для тех, кто следит за уровнем сахара в крови. Она также содержит большое количество антиоксидантов. Миндальная мука очень богата клетчаткой, которая способствует нормализации работы желудочно-кишечного тракта и насыщает организм полезными веществами [5]. Она придает сладостям нежный аромат миндаля и делает их более сочными. Например, миндальную муку можно использовать для приготовления пирогов, печенья и популярного десерта макарон. Эти сладости обычно характеризуются более нежным и мягким вкусом, чем из обычной пшеничной муки. Они также обладают более хрустящей текстурой и более насыщенным ароматом миндаля. Такие изделия часто имеют более высокое содержание белка и диетического волокна, что делает их полезными для здоровья [6].

Мука гречневая — это продукт, полученный в результате измельчения зерен гречихи. Получаемый продукт обладает множеством полезных свойств: содержит аминокислоты, железо, медь, фосфор, белок, витамины и клетчатку. Также в гречневой муке нет глютена, поэтому она отлично подходит для приготовления диетических блюд и служит заменителем пшеничной муки для выпечки, допустимой к употреблению людьми с непереносимостью глютена. Гречневая мука имеет темный серовато-коричневатый цвет и немного горьковатый привкус [7]. Ее можно использовать для приготовления пирожных, кексов или печенья. Они характеризуются плотной текстурой, нежным вкусом и ароматом. Гречневая мука придает изделиям неповторимый ореховый оттенок [8].

Использование кокосовой, миндальной и гречневой муки в кондитерских изделиях позволяет добиться улучшения их качественных характеристик. Эти виды муки придают изделиям более насыщенный вкус, нежную текстуру и уникальный аромат. Благодаря высокому содержанию питательных веществ и пищевых волокон, изделия с использованием этих видов муки становятся более полезными для здоровья.

Таким образом, можно сделать вывод, что использование в мучных кондитерских изделиях альтернативных видов муки позволяет создавать оригинальные и уникальные изделия, которые будут радовать не только любителей вкусной и разнообразной еды, но и тех, кто следит за своим здоровьем.

#### Библиографический список:

1. Кокосовая мука – самая модная сегодня [Электронный ресурс] – URL: <http://cooks.kz/kokosovaya-muka/>
2. Все секреты использования кокосовой муки [Электронный ресурс] – URL: <https://1000.menu/table/80430-kokosovaya-muka>
3. Полезная мука: виды и особенности [Электронный ресурс] – URL: <https://www.delikateska.ru/lenta/360>
4. Все о миндальной муке [Электронный ресурс] – URL: <https://paulinecakeclub.ru/vsyo-o-mindalnoy-muke/>
5. Мука миндальная калорийность. Химический состав и пищевая ценность [Электронный ресурс] – URL: [https://health-diet.ru/table\\_calorie\\_users/1988082/](https://health-diet.ru/table_calorie_users/1988082/)
6. Свойства миндальной муки в выпечке [Электронный ресурс] – URL: <https://dzen.ru/list/food/svoistva-mindalnoi-muki-v-vypechke>
7. Мука гречневая. Описание, польза и вред, калорийность, способы приготовления [Электронный ресурс] – URL: <https://www.tveda.ru/encyclopedia/bakaleya/muka-grechnevaya/>
8. Гречневая мука в кулинарии [Электронный ресурс] – URL: <https://priroda-znaet.ru/grechnevaya-muka-v-kulinari/>

УДК 663

## ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА КИСЛОГО ПИВА

**Кодачигов А.Д.**

магистрант БПм-22-1

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова 83

e-mail: kod.artem@gmail.com

**Привалова Е.А.**

к.х.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова 83

e-mail: epriv@istu.edu

**АННОТАЦИЯ:** Рассмотрены способы получения кислого пива. Основными стадиями внесения молочнокислых бактерий в сусло являются затирание, кипячение сусла с хмелем и сбраживание. Возможно также использование специфических рас дрожжей, способных продуцировать молочную кислоту. Наиболее простым способом повышения кислотности является внесение молочной кислоты в уже готовый напиток. Органолептический профиль такого пива, как правило, существенно отличается от получаемого способом молочнокислого брожения.

Ключевые слова: кислое пиво, молочнокислые бактерии, дрожжи, сбраживание, органолептическая оценка.

## SPECIAL ASPECTS OF SOUR BEER PRODUCTION

**Kodachigov A.D.**

Student BPM-22-1

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova 83

e-mail: kod.artem@gmail.com

**E.A. Privalova**

Cand. Sci (Chemistry), Assistant professor

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: epriv@istu.edu

**ABSTRACT:** Methods for sour beer producing are considered. Lactic acid bacteria can be introduced into mash, wort while boiling with hops, and during fermentation. It is also possible to use specific races of yeast capable of producing lactic acid. The simplest way to increase beer acidity is to add lactic acid to a final drink. The organoleptic profile of such beer, as a rule, differs significantly from that obtained by lactic acid fermentation.

Keywords: sour beer, lactic acid bacteria, yeast, fermentation, organoleptic evaluation.

В последние годы наблюдается увеличение потребительского спроса на кислое пиво. Этот стиль пива становится все более популярным и представляет собой новый тренд в пивоварении. По данным ВЖСР (Система сертификации пивных судей) кислые эли были не только вынесены в отдельную категорию, но и были разделены на большое количество подкатегорий. Также во всемирной пивной сети «Untappd» за последние несколько лет было описано большое количество сортов «Gose», «Берлинер вайсе» и просто сауэр элей [1, 2]. Ранее кислый вкус, как правило, связывался с порчей напитка, появление кислотообразующих бактерий зачастую сильно ухудшало его вкус, и до сих пор считается болезнью пива [3].

Родоначальником кислого пива можно считать стиль «Gose» – немецкий стиль пшеничного пива спонтанного брожения, впервые сваренный в XI в. в Нижней Саксонии. Вкусовой профиль этого пива отличался некоторой солоноватостью из-за повышенной концентрации соли в местной воде и кислотностью, характерной для спонтанного брожения. Возрождение старинных рецептов, начатое в ряде стран, привело к появлению современных стилей кислого пива, вкусовые особенности которых обеспечиваются добавлением различных ингредиентов, в частности, молочной и лимонной кислот [4].

Кислое пиво имеет множество различных стилей и вариаций, каждый из которых отличается своими уникальными характеристиками и вкусовыми особенностями. Исследование и разработка новых рецептов позволяет расширить ассортимент кислого пива и удовлетворить разнообразные предпочтения потребителей. Пивовары постоянно стремятся к инновациям и разработке новых продуктов, чтобы привлечь внимание и удовлетворить запросы рынка. Исследование и разработка рецептов кислого пива предоставляет возможность создания уникальных и интересных продуктов, которые могут быть привлекательными для потребителей.

В современных производственных условиях получить кислый вкусовой профиль пива можно двумя основными способами: внесением пищевых кислот (например, молочной, лимонной, яблочной) и проведением брожения с использованием чистых культур кислотообразующих микроорганизмов [5].

Молочнокислое брожение – наиболее популярный способ внесения молочной кислоты в сусло и пиво, этот способ применялся для изготовления кислого пива со времени зарождения стиля, так как спонтанное брожение предполагает попадание в сусло молочнокислых бактерий из воздуха, и применяется до сих пор, но уже с использованием чистых культур лактобактерий.

Молочнокислые бактерии можно вносить на разных этапах технологической схемы производства пива: во время затирания, после фильтрования затора или после охмеления сусла [5]. В первом случае молочнокислые бактерии необходимо вносить в затор при 30–35 °С и выдерживать двое суток для достижения рН 3,2–3,3 [6, 7], а затем проводить затирания обычным способом. По окончании осахаривания затор необходимо выдерживать при температуре 75–85 °С или кипятить для инактивации молочнокислых бактерий

При закислении уже отфильтрованного сусла необходимо охлаждать его до 30–35 °С, засеивать молочнокислыми бактериями и выдерживать для развития бактерий. После достижения необходимого уровня кислотности сусло кипятят для инактивации бактерий, а затем вносят хмель. Длительность кипячения подкисленного таким способом сусла влияет на вкусовой профиль пива, так как продукты молочнокислого брожения способны испаряться [8].

Внесение молочнокислых бактерий после охмеления, предполагает последовательное или одновременное проведение процессов молочнокислого и спиртового брожения. Метод одновременного сбраживания с помощью двух культур микроорганизмов издавна используется для получения хлебного кваса. Последовательное внесение молочнокислых бактерий и дрожжей используется, например, в спиртовом производстве при выращивании маточных дрожжей, где молочнокислые бактерии создают необходимую кислотность среды, а затем уничтожаются пастеризацией [8]. Однако в традиционной технологии производства пива такой метод не применяется.

Последний способ представляется наиболее перспективным, но требует применения кислотоустойчивых штаммов дрожжей с высокой флокуляционной способностью. Коммерческие расы кислотоустойчивых дрожжей описаны в работе [3], авторы которой считают наиболее подходящей расой бельгийские дрожжи *Belgian Ale M27*, способные активно развиваться при рН 2.

Альтернативой внесения в сусло молочнокислых бактерий является использование специфических рас дрожжей, способных продуцировать молочную кислоту. Этой способностью обладают как дикие, так и культурные дрожжи, например, *Filly sour* фирмы «Lallemand» (Австрия). Данный способ получения кислого пива отличается простотой технологии, но при этом невозможно контролировать кислотность получаемого продукта, которая будет зависеть только от расы дрожжей и их кислотообразующей способности. По этой причине данный способ хорошо подходит для приготовления сортов пива с добавками, но плохо подходит для специфичных сортов, таких как «Gose» или «Берлинер вайсе». Отмечается, что дрожжи

этих рас во время следующих генераций не способны производить молочную кислоту, что не даёт возможности использовать их повторно [9].

Вклад различных микроорганизмов в формирование кислотности и аромата пива также служит предметом научного интереса. Установлено, различные штаммы *Lactobacillus* и *Pediococcus* могут давать разные профили вкуса, и некоторые из них могут быть предпочтительными для производства кислого пива определенного стиля [10]. Например, для приготовления пива с выраженным кислым вкусом и с наименьшим количеством ароматических веществ («чистым» ароматом), целесообразно использовать гомоферментативные культуры молочнокислых бактерий – *Lactobacillus delbrueckii* и *Pediococcus damnosus* [5]. Для получения сортов с более сложным ароматом и «сглаженным» кислым вкусом, используют гетероферментативные молочнокислые бактерии *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus fermentum*.

Еще более простой способ получения кислого пива – это внесение молочной кислоты в уже готовый продукт. Использование реактива с известным содержанием молочной кислоты дает возможно изменять кислотность пива по желанию изготовителя в широких пределах. Также при этом способе не тратится экстракт на развитие молочнокислых бактерий, следовательно, можно получать более крепкое пиво при той же экстрактивности начального сусла. Профиль такого пива, как правило, существенно отличается от получаемого способом молочнокислого брожения, так как в результате жизнедеятельности бактерий, кроме молочной кислоты, образуются и другие соединения, например, янтарная и уксусная кислоты, этиловый спирт.

#### Библиографический список:

1. Система сертификации пивных судей [Электронный ресурс] / Beer Judge Certification Program, Inc. – электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.bjcp.org/>, свободный. Загл. с экрана.
2. Социальная сеть по оценке пива [Электронный ресурс] / Untappd, inc. – электрон. дан. – Режим доступа: <https://untappd.com/>, свободный. Загл. с экрана.
3. Кунце В. Технология солода и пива / В. Кунце. СПб.: Профессия, 2001. – 912 С.
4. Brauwelt International [Электронный ресурс]. – электрон. дан. – So the Story Goes – Режим доступа: <https://brauwelt.com/en/topics/beer-brewing-history/622013-so-the-story-goes-the-story-of-gose-part-i>, свободный. Загл. с экрана.
5. Пономарева О.И., Борисова Е.В., Прохорчик И.П. Использование молочнокислых бактерий для приготовления кислых элей // Вестник Международной академии холода. – 2017. – № 2. – С. 13–17.

6. Пономарева О.И., Борисова Е.В., Прохорчик И.П. Кислотоустойчивые штаммы дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* для производства кислых элей // Вестник Международной академии холода. – 2018. – № 1. – С. 41–47.

7. Батаева А.И., Вистовская В.П., Игимбай А.Б. Влияние особенностей рецептуры на свойства кислого эля // Современные проблемы техники и технологии пищевых производств: Материалы XXII Международной научно-практической конференции, Барнаул, 26–27 октября 2022, Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, 2022. – С. 68–72.

8. Пономарева О.И., Борисова Е.В., Прохорчик И.П. Молочнокислые бактерии в технологии производства кислых элей // Вестник Международной академии холода. – 2018. – № 2. – С. 61–70.

9. Lallemand Brewing [Электронный ресурс]/ Lallemand Inc. – электрон. дан. – LallemandInc. – Режим доступа: <https://www.lallemandbrewing.com/en/united-states/products/wildbrew-philly-sour//>, свободный. Загл. с экрана.

10. Борисова Е.В., Прохорчик И.П. Биотехнологические основы использования молочнокислых бактерий рода *Lactobacillus* и вида *pediococcus damnosus* в пивоварении для производства кислых элей // Актуальная биотехнология. – 2018.– №3. – С. 26.

УДК 664.

## **СЫРЬЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ ДИАБЕТИКОВ**

**Муратова Д.А.**

студентка гр.ТПб-20-1

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

**Чеснокова А.Н.**

к.х.н, доцент

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: chesnokova@ex.istu.edu

**АННОТАЦИЯ:** Рассмотрен вопрос сырья для мучных кондитерских изделий и их влияния на людей с сахарным диабетом. Описаны методы профилактики данного заболевания, основанные на диетотерапии. Особое внимание уделено новым сахарозаменителям и подсластителям, которые используются для изготовления кондитерских изделий для диабетиков. Приведены различные виды подсластителей. Также представлена инфор-

мация о гликемическом индексе (ГИ) различных видов муки и приведены рекомендации по ее использованию при приготовлении кондитерских изделий для людей с сахарным диабетом.

Ключевые слова: мучные кондитерские изделия, диабет, сахарозаменители, подсластители.

## **FLOUR CONFECTIONERY AND DIABETES MELLITUS.**

**Muratova D.A.**

student

Irkutsk National Research Technical University

**Chesnokova A.N.**

Cand. Sci (Chemistry), Associate Professor,

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, Lermontov str., 83

e-mail: chesnokova@ex.istu.edu

**ABSTRACT:** The issue of flour confectionery products and their use among people with diabetes mellitus is considered. Methods for preventing this disease based on diet therapy are described. Particular attention is paid to new sweeteners and sweeteners that are used to make confectionery products for diabetics. Various types of sweeteners are given. Information is also provided on the glycemic index (GI) of various types of flour and recommendations for its use in the preparation of confectionery products for people with diabetes are given.

**Keywords:** flour confectionery, diabetes, sweeteners.

Мучное кондитерское изделие – кондитерское изделие, представляющее собой выпеченный пищевой продукт или изделие, содержащее в своем составе выпеченный полуфабрикат, на основе муки и сахара, с содержанием муки в выпеченном полуфабрикате не менее 25%.

Благодаря высокому содержанию углеводов, жиров и белков мучные кондитерские изделия представляют собой высококалорийные продукты питания. Вследствие чего люди, имеющие сахарный диабет, не могут себе позволить сладкие и калорийные изделия.

Сахарный диабет (СД) – это хроническое заболевание, приводящее к нарушениям углеводного, белкового и жирового обменов в результате недостаточной выработки гормона инсулина или неправильного его действия. Выделяют сахарный диабет двух типов: ИЗСД (инсулинзависимый сахарный диабет), или диабет I типа, и ИНСД (инсулиннезависимый сахарный диабет), или диабет II типа [1].

Согласно данным Международной Федерации Диабета (International Diabetes Federation, IDF), количество пациентов с СД в возрасте 20–79 лет в мире в 2021 году достигло 537 млн. По данным ФРСД (Федеральный Ре-

гистр сахарного диабета) распространенность СД 1 типа в среднем по РФ на начало 2023 года составила 191,0/100 тыс. населения; распространенность СД 2 типа в среднем по РФ на начало 2023 года составила 3158,8/100 тыс. населения [2].

Для профилактики и лечения сахарного диабета применяют диетотерапию. Диета должна предусматривать ограничение потребления продуктов с высокой калорийностью. Для этого при производстве мучных кондитерских изделий понижают содержание животного жира, а также углеводов за счет снижения количества сахара и сахаросодержащих продуктов.

В настоящее время рынок товаров диабетического назначения заметно расширился. Появились новые сахарозаменители и кондитерские изделия, приготовленные на их основе.

Сахарозаменители – это химические соединения или вещества, которые вкусовые рецепторы человека определяют, как сладкие. В отличие от сахара они метаболизируются в организме с меньшей потребностью в инсулине, умеренное употребление не приводит к выраженной гипергликемии. Это относится к таким веществам как ксилит, сорбит, фруктоза [3].

Вещества не обладающие, или почти не обладающие энергетической ценностью и метаболизирующиеся без участия инсулина, не влияющие на уровень сахара крови, называют подсластителями.

К натуральным сахарозаменителям относятся: фруктоза, мёд, эритрит, стевизоид, ксилит, сорбит.

Фруктоза – моносахарид из группы кетогексоз, изомер глюкозы. Один из наиболее распространённых в природе сахаров: встречается как в индивидуальном состоянии, так и в составе дисахаридов (сахарозы) и полисахаридов (инулина).

Мёд – сладкое, вязкое пищевое вещество, производимое медоносными пчелами и некоторыми другими пчелами.

Эритрит (эритриол). Или «дынный сахар» – заменитель сахара, получаемый из природных источников. Внешне очень похож на кристаллический сахар. Уровень сладости эритрита составляет около 70% от уровня обычного сахара. При этом калорийность на 95% ниже, чем у сахара. Не вызывает кариес, метаболизируются без участия инсулина. Оказывает положительное влияние на углеводный обмен и снижает показатели оксидативного стресса. Часто используется в комбинациях с другими подсластителями, так как эффективно корректирует специфические вкусовые оттенки и нежелательное послевкусие, свойственные некоторым подслащивающим веществам. На сегодняшний момент эритриол заслуженно считается «золотым стандартом» сахарозаменителей и подсластителей.

Стевизоид – гликозид. Получают из природного источника – листьев травянистого растения «стевия», произрастающего в Южной Америке и Азии. В 200 раз слаще сахара, бескалориен. Однако, обладает выраженным

специфическим послевкусием, который значительная часть людей характеризует как неприятный. Безопасен, не имеет противопоказаний к применению.

Ксилит – это сахарозаменитель натурального происхождения, который используется в продуктах для диабетиков и стоматологических товарах. Ксилит содержится в ягодах и фруктах, древесине лиственных пород и кукурузных початках.

Сорбит – многоатомный спирт натурального происхождения. Содержится в плодах рябины, яблоках, абрикосах. Коэффициент сладости – 0,6, в 4 раза менее калориен, нежели сахар.

К синтетическим подсластителям относятся: аспартам, ацесульфам калия, сахарин, цикламат, сукралоза.

Аспартам – искусственный подсластитель, используемый в качестве заменителя сахара, а также как пищевая добавка E951.

Ацесульфам калия – подсластитель синтетического происхождения, примерно в 180—200 раз слаще сахарозы (сахара песка). Зарегистрирован как пищевая добавка E950 в Европейском союзе. Представляет собой белый кристаллический порошок, легко растворимый в воде.

Сахарин – искусственный подсластитель, практически не содержащий пищевой энергии. Он примерно в 300-400 раз слаще сахарозы, но имеет горький или металлический привкус, особенно в высоких концентрациях. Обычно используется в смеси с цикламатом натрия. Зарегистрирован в качестве пищевой добавки E954.

Цикламат – подсластитель, химическое вещество синтетического происхождения, используемое для придания сладкого вкуса. В 30—50 раз слаще сахара. Часто используют с другими искусственными подсластителями, особенно сахарином. Цикламат натрия дешевле, чем большинство подсластителей, включая сукралозу, и стабилен при нагревании. Подсластитель зарегистрирован как пищевая добавка E952.

Сукралоза (трихлоргалактосахароза) – искусственный подсластитель, используемый в качестве заменителя сахара и как пищевая добавка E955 в большом количестве продуктов питания.

Так как мучные кондитерские изделия готовятся не только на основе сахара, но и с использованием муки и других видов сырья, их подбирают в соответствии с гликемическим индексом (ГИ). При СД рекомендуется употреблять продукты с низким или средним ГИ. В таблице 1 приведены показания ГИ муки [4].

Таблица 1

**Гликемический индекс муки**

Наименование	Обозначение ГИ
Амарантовая	45

Полбяная	35
Овсяная	45
Кукурузная	70
Ржаная	40
Льняная	35
Кокосовая	45
Гречневая	50
Соевая	50
Пшеничная	75
Ячменная	60
Рисовая	70
Гороховая	35

Проанализировав данные таблицы, видим, что для приготовления мучных кондитерских изделий больше всего подойдут следующие виды муки: гречневая, ячменная, льняная, ржаная мука с низким ГИ. Их можно смешивать в соотношении 1:1 или 1:2 с другой мукой из данного списка.

#### Библиографический список:

1. Тошев, А. Д. Кондитерские изделия без сахара в питании диабетиков / А. Д. Тошев, К. М. Персецкая. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2018. – № 52 (238). – С. 23-27. <https://moluch.ru/archive/238/54698/>
2. Единая платформа. Борьба с ахарным диабетом. Проект ГНЦ ФГБУ «НМИЦ эндокринологии» Минздрава России. [https://diabet.endocrincentr.ru/o\\_platforme/epidemiologiya\\_saharnogo\\_diabeta\\_v\\_rf](https://diabet.endocrincentr.ru/o_platforme/epidemiologiya_saharnogo_diabeta_v_rf)
3. Роспотребнадзор. <https://zpp.rospotrebnadzor.ru/news/regional/438323>
4. <https://akonit-med.ru/articles/pitanie/12-razreshennye-sorta-muki-pri-sakharnom-diabete.html>

УДК 663

### **ДЖИН: ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ**

**Василенко А.С.**

Студент гр. ТПб-20-1

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова 83

e-mail: a9.arina@yandex.ru

**Чудинова В.К.**

Студент гр. ТПб-20-1

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова 83

e-mail: lera.chudinova.9588@yandex.ru

**АННОТАЦИЯ:** Рассмотрены различные виды сырья, используемые в производстве джина. Показано их влияние на органолептическую характеристику. Приведены особенности производства данного напитка в России с использованием хвои можжевельника.

Ключевые слова: джин, можжевельные ягоды, хвоя.

## **GIN: HISTORY AND MODERNITY**

**Vasilenko A.C.**

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: a9.arina@yandex.ru

**Chudinova V.K.**

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: lera.chudinova.9588@yandex.ru

**ABSTRACT:** Different types of raw materials used in gin production are considered. Their influence on organoleptic characteristics is shown. The peculiarities of production of this drink in Russia with the use of juniper needles are given.

Keywords: gin, juniper berries, needles.

Тема различных видов сырья в производстве джина является актуальной и интересной, так как влияние ингредиентов на вкус и аромат напитка может быть значительным. Разнообразие рецептур и использование различных видов трав, специй, фруктов и других ингредиентов позволяют производителям создавать уникальные и инновационные вкусы джина. Интерес к экспериментам с различными видами сырья в производстве джина растет среди потребителей, которые ищут новые вкусы и ароматы, отличные от традиционных. Кроме того, использование местных и экзотических ингредиентов позволяет создавать джины с уникальными характеристиками, отражающими местную культуру.

Целью данной работы являлось сбор информации о различных видах сырья джина и его новинках в производстве.

Джин (англ. gin) - крепкий алкогольный напиток крепостью не менее 37,5 %. Изготавливается путём перегонки зернового спирта с добавлением растительных пряностей, обычно это можжевельная ягода, кориандр, корень дудника (ангелика), корень ириса (фиалковый корень), миндаль и другие, которые придают джину его характерный вкус. Вкус обычного джина очень сухой, и поэтому джин не всегда употребляется в чистом виде. Необходимо отличать от тернового джина, сладкого ликёра, традици-

онно изготавливаемого из ягод тёрна, настоянных на джине. Наиболее распространённый вид джина, обычно используемый для коктейлей, - «London dry gin» (Лондонский сухой джин) [1].

Производство джина включает в себя использование различных видов сырья, которые определяют вкус, аромат и характер готового напитка. Основным видом сырья в производстве джина является зерновой спирт и различные специи, пряности, особенно можжевельные ягоды. Без плодов можжевельника можно получить лишь разновидность водки. Может показаться необычным, что раньше использовалось столь большое количество экзотических ингредиентов, но следует вспомнить, что в то время, когда начали производить джин, происходило обильное использование пряных трав, что считалось нормой жизни [2].

Кроме можжевельных ягод в производстве джина применяют много различных растительных ингредиентов. Основой джина считается можжевельник, для приготовления джина необходимо взять приблизительно 90% можжевельных ягод. Кроме можжевельника, очень популярны зерна кориандра. На формирование вкуса напитка также влияют дополнительные растительные ингредиенты такие как: дягиль; фенхель (семена); фиалка (корень); корица и имбирь; кориандр; цедра citrusовых плодов; миндаль горький и солодка; тмин, кардамон и анис; мускатный орех; чабер и аир; ромашка (цветы).

Особенно широко применяются при приготовлении джинов различные ароматические растения в основном стебельки, листья и соцветия ароматных трав, а также разные виды плодов, корней и корневищ [3].

Разнообразить органолептические характеристики алкогольного напитка можно, добавляя в рецептуру следующие компоненты: зерна кофе, лепестки роз, лаванду, розмарин, ваниль, гвоздику, гранатовые зерна, иссоп, калган.

Все выше перечисленные растения дают джину свой определенный вкус и аромат, за счет смешивания многих растений, вкус становится особенным и уникальным [4].

В приготовлении джинов основным сырьем, который определяет вкус и аромат напитка, являются можжевельные ягоды. В России растение можжевельник начинает плодоносить только на 5 или 6 год. В качестве сокращения времени, затрат и различных потерь, авторами работы [5] было предложено использовать хвою можжевельника сибирского вместо ягод. Литературные данные показали, что в хвое сибирского можжевельника содержится достаточное количество эфирных масел около 2%. Основными компонентами эфирного масла хвои и ягод обоих видов можжевельника являются  $\alpha$ -пинен (62,02% и 33,25% соответственно) и  $\beta$ -пинен (4,17 и 13,0% соответственно). По количественному содержанию в хвое сибирского можжевельника и ягодах можжевельника обыкновенного являются

близкими следующие компоненты:  $\delta^2$ -карен (0,89 и 1%),  $\alpha$ -фелландрен (0,10 и 0,17%), лимонен (2,57 и 4,4%), кариофиллен (2,27 и 1,88%), что свидетельствует о большем разнообразии состава эфирного масла хвои сибирского можжевельника, чем ягод. Поэтому будет правильнее заменить ягоды можжевельника на хвою для производства различных видов джина, что позволит уменьшить расходы на приобретение ягод и сократит время ожидания, пока вырастят плоды ягод на растении можжевельника [6].

Таким образом, в производстве джина используют много различных растительных ингредиентов, которые позволяют производителям создавать уникальные вкусы напитка. Также в качестве уменьшения времени и затрат можжевельные ягоды для производства джина можно заменить на можжевельную хвою, которая также будет продавать напитку свой можжевельный вкус.

#### Библиографический список

1. Дубровин И.А. Всё о Джине. - Т8 изд. - М.: Научная книга, 2020. - 104 с.
2. Официальный сайт «alcorproof.ru» [Электронный ресурс] – Режим доступа <https://alcorproof.ru/gin-production/>
3. Поляков, В. А. Пряно-ароматические и лекарственные растения в производстве алкогольных напитков / В. А. Поляков, Р. В. Кунакова, Р. А. Зайнуллин [и др.]. - Москва: ВНИИПБТ, 2008. - 384 с. ISBN: 978-5-89703-120-7
4. Официальный сайт «gonim-varim» [Электронный ресурс] – Режим доступа <https://gonimvarim.ru/blog/dzhin-eto-prosto-gotovim-v-domashnikh-usloviyakh/>
5. Князева С.Г. Изменчивость и морфоструктура природных популяций можжевельника сибирского *Juniperus sibirica* Burgsd // Красноярск: Институт леса им. ВН Сукачева СО РАН. - 2000.
6. Новые ингредиенты в производстве ликероводочных изделий [Содержание биологически активных веществ в хвое можжевельника и ее использование в рецептуре]. Берикашвили З.Н., Стародубцева О.В., Величко Н.А. // Вестн. КрасГАУ / Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск.- 2007.-Вып. 2.-С. 261-266.-Библиогр.: с.266. Шифр 07-2811Б.

## СЕКЦИЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ И БИОТЕХНОЛОГИЯ

УДК 579.695; 579.017.8

### **ВЛИЯНИЕ НА МОРФОЛОГИЮ ГРИБОВ *ASPERGILLUS NIGER* F-4815D И F-4816D УГЛЕВОДНОГО КОМПОНЕНТА СРЕДЫ. СРАВНЕНИЕ ЛЕКТИНОВОЙ АКТИВНОСТИ ЭТИХ ШТАММОВ**

**Миндубаев А.З.**

кандидат химических наук,  
магистрант кафедры промышленной биотехнологии  
Казанский национальный исследовательский  
технологический университет, г. Казань,  
e-mail: a.mindubaev@knc.ru; mindubaev-az@yandex.ru.

**Кобелев А.В.**

ведущий инженер  
кафедры промышленной биотехнологии  
Казанский национальный исследовательский  
технологический университет,  
e-mail: alexei-ksu@mail.ru

**АННОТАЦИЯ:** Морфология колоний грибов *Aspergillus niger* зависит от того, какое соединение внесено в культуральную среду в качестве источника углерода. В присутствии растительного полисахарида пектина мицелий приобретает вид гранул. Кроме того, показаны глубокие различия активности лектинов у F-4815D И F-4816D.

Ключевые слова: *Aspergillus niger*, культуральная среда, пектин, лектины, морфология.

### **THE MEDIUM CARBOHYDRATE COMPONENT EFFECT ON THE MORPHOLOGY OF *ASPERGILLUS NIGER* F-4815D AND F-4816D FUNGI. LECTIN ACTIVITY OF THESE STRAINS COMPARISON**

**Mindubaev A.Z.**

Ph.D. in Chemistry,  
master of KNRTU, Kazan,  
e-mail: a.mindubaev@knc.ru;  
mindubaev-az@yandex.ru

**Kobelev A.V.**

Leading Engineer, Department of Industrial Biotechnology,  
Kazan National Research Technological University  
e-mail: alexei-ksu@mail.ru

Annotation. The morphology of *Aspergillus niger* fungal colonies depends on the compound introduced into the culture medium as a carbon source. In the presence of the plant polysaccharide pectin, the mycelium takes on the appear-

ance of granules. In addition, profound differences in lectin activity are shown in F-4815D AND F-4816D.

Keywords: *Aspergillus niger*, culture medium, pectin, lectins, morphology.

Нами впервые в мире наблюдался рост микроорганизмов в культуральной среде, содержащих белый фосфор в качестве единственного источника фосфора [1, 2]. В процессе исследований были обнаружены новые штаммы гриба, идентифицированного как черный аспергилл [3]. Источником этих уникальных организмов стала емкость с кусковым белым фосфором, погруженным в толщу воды. Для культивирования *Aspergillus niger* AM1 ВКМ F-4815D и AM2 ВКМ F-4816D использовалась среда Сабуро. Глюкозу в культуральных средах заменили на полисахарид цитрусовый пектин марки Classic CS 401 (Herbstreith & Fox, Германия). Пектин перед применением переосадили для освобождения от примеси декстрозы.

Замена в культуральной среде глюкозы пектином приводит к радикальному изменению морфологии колоний грибов. Если в присутствии глюкозы мицелий растет в виде рыхлых хлопьев, то в присутствии пектина он приобретает форму плотных гранул, размером и формой похожих на рисовое зерно. То есть, морфология описанных нами штаммов в значительной степени зависит от состава среды. Возникла идея высевать грибы не спорами, а этими «гранулами».

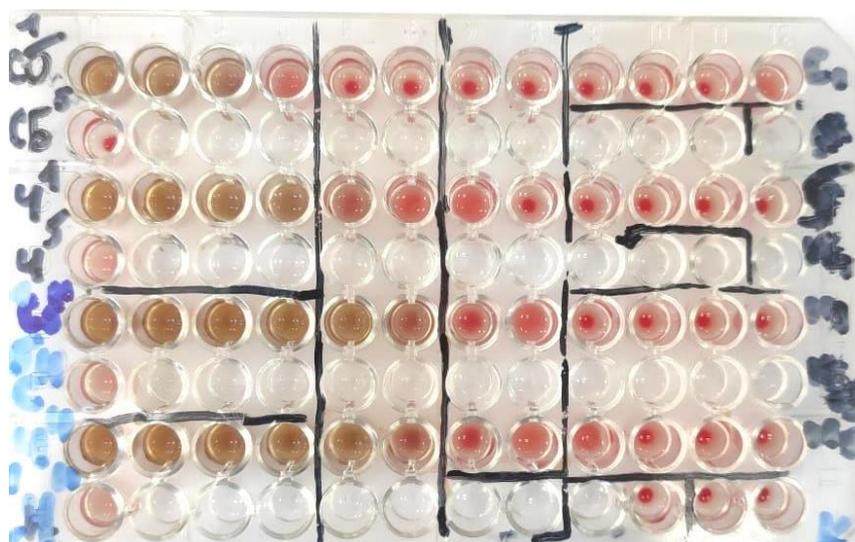
Исследование лектиновой активности на хлорелле с клеточной стенкой из целлюлозы показало сильную активность, как внеклеточную, так и внутриклеточную. Из-за наличия клеточной стенки водоросль не самый удачный объект. Тем не менее, показана четкая разница лектиновой активности двух штаммов. У F-4816D сильная активность, как внеклеточная, так и внутриклеточная. У F-4815D она слабая, в серии разведений проявляется только в первой лунке.

Исследование на эритроцитах кролика показало, что лектины наших грибов обладают выраженной гемолитической активностью. Это свидетельствует о токсичности для млекопитающих, в том числе людей. Наибольшей активностью обладает культуральная среда, очищенная от взвешенных частиц фугованием. Лектины наших грибов демонстрируют гемолиз до 6-9 рядов лунок, а разрушение клеток хлореллы, покрытых клеточными стенками, до 2 ряда. В каждом последующем ряду лунок концентрация среды и, соответственно, лектинов, падает вдвое.

У F-4816D активность лектинов выше, чем у F-4815D. В среде Сабуро активность лектинов через 5 суток была в 8-9 раз выше, чем в среде Чапека через 30-35 суток. Это связано не только с приростом биомассы, но и, по-видимому, с усилением выработки лектинов. Высокая гемолитическая активность свидетельствует о токсичности для человека. Это может стать помехой в использовании для биодegradации. Зато, открывает пер-

спективы создания на основе штаммов лекарственных препаратов (антибактериальных, противогрибковых, возможно, даже противоопухолевых), сельскохозяйственных препаратов для борьбы с вредителями. Планируется исследование активности против бактериальных и грибковых культур [4].

Показано, что лектины из исследуемых культур выдерживают однократную заморозку на 10 дней. После второй заморозки их активность резко снижается. Вероятно, белковые молекулы лектинов повреждаются кристаллами льда, но при слабых повреждениях их нативная структура сохраняется.



**Рисунок 2.** Гемолиз эритроцитов кролика. Разрушение мембран эритроцитов лектинами приводит к окислению входящего в состав гема железа и изменению окраски с кроваво-красной до бурой

Объекты наших исследований, штаммы *A. niger* F-4815D и F-4816D, являются эффективными деструкторами токсичных промышленных загрязнителей. Однако, проведенное исследование показало, что этим их возможности не ограничиваются. Вполне возможно создание медицинских и ветеринарных биопрепаратов, а также биопрепаратов для защиты растений.

#### Библиографический список:

1. Миндубаев А.З., Бабынин Э.В., Бадеева Е.К., Минзанова С.Т., Миронова Л.Г., Акосах Й.А. Биологическая деградация желтого (белого) фосфора - вещества первого класса опасности // Журнал неорганической химии. 2021. Т.66. №8. С.1137-1142. (ВАК). DOI: 10.31857/S0044457X21080158

2. Миндубаев А.З., Бабынин Э.В.. Штаммы *Aspergillus niger* – эффективные биодеструкторы // Материалы VII Всероссийской научно-

практической конференции с международным участием «Актуальные проблемы химии, биотехнологии и сферы услуг». – Иркутск, 27-28 апреля 2023 г. - С. 124-127.

3. Миндубаев А.З., Федосимова С.В., Григорьева Т.В., Романова В.А., Бабаев В.М., Бузюрова Д.Н., Бабынин Э.В., Бадеева Е.К., Минзанова С.Т., Миронова Л.Г., Акосах Й.А., Караева Ю.В. Влияние белого фосфора на клеточную морфологию и белковый профиль штаммов гриба *Aspergillus niger* // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2021. Т.11. №1. С.69-79. DOI: 10.21285/2227-2925-2021-11-1-69-79

4. Миндубаев А.З., Клементьев С.В., Кобелев А.В., Минзанова С.Т., Миронова Л.Г., Бабынин Э.В., Антех Д.Д. Активность лектинов *Aspergillus niger* AM1 и AM2 // Бутлеровские сообщения. 2022. Т.72. №12. С. 117-129. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/22-72-12-117

УДК 665.73

## **УЛУЧШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК БЕНЗИНА ПРИ ВВЕДЕНИИ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ПРИСАДОК**

**Кузьминская А.М.**

аспирант

Ульяновский государственный технический университет

432027, г. Ульяновск, ул. Северный венец, 32

e-mail: a.m.kuzminskaya@yandex.ru

**Бузаева М.В.**

д.х.н., доцент

Ульяновский государственный технический университет

432027, г. Ульяновск, ул. Северный венец, 32

e-mail: m.buzaeva@mail.ru

**АННОТАЦИЯ:** Использование присадок, обладающих свойствами поверхностно-активных веществ позволяет решить несколько задач по улучшению экологических и эксплуатационных характеристик топлив. Рассмотрены присадки, снижающие испаряемость бензина, механизм их действия, показано, что поверхностно-активные свойства придают таким присадкам моющее действие и снижают негативное воздействие на окружающую среду при работе двигателя.

**Ключевые слова:** поверхностно-активные вещества, автомобильные бензины, испаряемость

## **IMPROVING THE ENVIRONMENTAL AND PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF GASOLINE WITH THE INTRODUCTION OF SURFACTIVE ADDITIVES**

**Kuzminskaya A.M.**

Graduate Student

Ulyanovsk State Technical University

432027, Ulyanovsk, Severny Venets str., 32

e-mail: a.m.kuzminskaya@yandex.ru

**Buzaeva M.V.**

Ph.D., Associate Professor

Ulyanovsk State Technical University

432027, Ulyanovsk, Severny Venets str., 32

e-mail: m.buzaeva@mail.ru

**ABSTRACT:** The use of additives with the properties of surfactants allows solving several problems to improve the environmental and operational characteristics of fuels. Additives that reduce the volatility of gasoline and their mechanism of action are considered; it is shown that surface-active properties give such additives a detergent effect and reduce the negative impact on the environment during engine operation.

**Keywords:** the words surfactants, motor gasolines, volatility

При длительном хранении бензинов в резервуарах большой вместимости существует проблема, связанная с их испаряемостью. Так, например, в летнее время при температуре 25° С из бензиновых резервуаров с каждого кубического метра вытесняемой наружу через дыхательные клапаны паровоздушной смеси выбрасывается 1 кг паров бензина. Перспективным методом снижения испаряемости бензинов при хранении их в резервуарах является применение химических присадок, обладающими свойствами поверхностно-активных веществ. Снижение испаряемости бензинов с использованием недорогих и эффективных присадок, вводимых в топливо в небольших количествах, не только снижает негативное воздействие на окружающую среду от попадания в неё низкомолекулярных углеводородов, уменьшает потери, но и снижает взрывопожароопасность при хранении в больших резервуарах [1].

Такие присадки содержат в своем составе кислород, углерод, водород, азот, галогены, кремний, а также функциональные группы, такие как гидроксильная, карбонильная, эпоксидная, аминная. Состав присадки, оптимально снижающей испаряемость бензинов следующий: фторсодержащий йодид четвертичной аммониевой соли (4-5% мас.); полиэтиленгликоль (4-5 % мас.); Лапрол-1003 (9-10% мас.); Лапроксид-703 (19-20% мас.); бутанол (до 100% мас.). Концентрация данной присадки в бензинах составляет 0,02% масс [2].

Введение в бензин некоторых поверхностно-активных веществ одновременно снижает потери от испарения бензина, улучшает смесеобразо-

вание при впрыске бензина в двигатель, улучшает моющие и антикоррозионные свойства [3].

Действие поверхностно-активных присадок в бензине основывается на том, что они увеличивают растворимость воды. В результате повышается электропроводность бензина и межфазное натяжение в системе «вода-бензин». Подобные вещества являются мицеллообразующими ПАВ, и даже в небольшом количестве приводят к образованию обратных мицелл. Образующиеся агрегаты – мицеллы содержат внутри воду и растворенные в ней вещества. Таким образом, вода не только находится в топливе в растворенном виде, но и в виде капельных кластеров, окруженных амфифильными ПАВ, снижающими и межфазное натяжение. Увеличение растворимости воды и увеличение количества обратных мицелл зависит от концентрации поверхностно-активных присадок и типа используемых компонентов. Применение бензинового топлива в виде микроэмульсии снижает его негативное воздействие на окружающую среду. Наличие воды в топливе способствует полному сгоранию углеводородов до малотоксичных газов, а также отсутствию технического углерода в отработавших газах. Снижение расхода топлива, повышение мощности двигателя и снижения температуры сгорания уменьшает выбросы летучих органических соединений (ЛОС), оксидов азота (NO<sub>x</sub>), диоксида серы (SO<sub>2</sub>), оксида углерода (CO) и твердых частиц в окружающую среду [4].

При сжигании топлива образуются осадки, которые осаждаются на различных элементах двигателя, таких как клапаны, поршневые кольца, форсунки и прочие детали. Образование таких отложений, скапливающиеся на клапанах, приводит к их засорению клапанов и других элементов двигателя, ухудшает качество распыления топлива в форсунке. Нагар на стенках камеры сгорания и головке поршня химический меняет состав продуктов сгорания, из-за изменения температуры и условий теплообмена. Отложения в желобах улитки поршня могут вызвать их заедание, что в свою очередь ухудшает сжатие воздуха, облегчает проникновение масла в камеру сгорания и может даже повредить поршневое кольцо. Применение моющих средств, в состав которых входят поверхностно-активные вещества, растворимые в топливе, снижает поверхностное натяжение и помогает удалять грязь и отложения с элементов двигателя. Они предназначены для поддержания чистоты двигателя путем предотвращения образования отложений на упомянутых элементах двигателя.

#### Библиографический список:

1. Кузьминская, А. М. Современные методы снижения испарения и обеспечения безопасности при хранении нефтепродуктов в резервуарах / А. М. Кузьминская, М. В. Бузаева, О. В. Агеева // Технологии техносферной безопасности. 2021. № 4(94). С. 65-75.

2. Кузьминская А.М. Применение химических присадок для снижения испаряемости бензинов при хранении в резервуарах // Теория и практика современной науки. №11(65) 2020. С. 77-79.

3. Magaril E, Magaril R. Improving the environmental and performance characteristics of vehicles by introducing the surfactant additive into gasoline. Environ Sci Pollut Res Int. 2016 Sep;23(17):17049-57. doi: 10.1007/s11356-016-6900-1. Epub 2016 May 21. PMID: 27206755.

4. Kalak T. Environmental impact of the use of surfactants and oxygenates in the petroleum industry. Appl Char Surfactants. 2017:3-32, <https://doi.org/10.5772/intechopen.68683>.

УДК 544.723.23

### **СОРБЦИОННОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИОНОВ СТРОНЦИЯ ИЗ ПЛАСТОВЫХ РАССОЛОВ**

**Зелинская Е.В.**

д.т.н., профессор  
Иркутский национальный  
исследовательский технический университет  
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83  
e-mail: [zelinskaelena@mail.ru](mailto:zelinskaelena@mail.ru)

**Филатова Е.Г.**

к.т.н., доцент  
Иркутский национальный исследовательский  
технический университет  
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83  
e-mail: [efila@list.ru](mailto:efila@list.ru)

**Монхороева Л.М.**

магистрант гр. ФХМ-22-1  
Иркутский национальный  
исследовательский технический университет  
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83  
e-mail: [lubamon071299@gmail.com](mailto:lubamon071299@gmail.com)

**Петрова А.Р.**

магистрант гр. ФХМ-22-1  
Иркутский национальный исследовательский  
технический университет  
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83  
e-mail: [arpetrova@inbox.ru](mailto:arpetrova@inbox.ru)

**АННОТАЦИЯ:** В работе показано, что даже на фоне больших концентраций кальциевых и натриевых ионов оксид марганца  $MnO_2$  обнаруживает высокую сорбционную емкость и селективность относительно ионов стронция. Установлено, что максимальная обменная емкость при извлече-

нии ионов стронция сорбентом на основе  $MnO_2$  составляет более 50 мг/г. Для извлечения стронция из кислых и нейтральных растворов апробирован промышленный сульфокатионит КУ-2-8.

Ключевые слова: адсорбция, природные рассолы, ионы стронция.

## **SORPTION EXTRACTION OF STRONTIUM IONS FROM RESERVOIR BRINES**

**Zelinskaya E.V.**

Professor

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: zelinskaelena@mail.ru

**Filatova E.G.**

Assistant professor

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: efila@list.ru

**Monkhoroeva L.M.**

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: lubamon071299@gmail.com

**Petrova A.R.**

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: arpetrova@inbox.ru

**ANNOTATION:** The work shows that even against the background of high concentrations of calcium and sodium ions, manganese oxide  $MnO_2$  exhibits high sorption capacity and selectivity relative to strontium ions. It was found that the maximum exchange capacity during the extraction of strontium ions by a  $MnO_2$ -based sorbent is more than 50 mg/g. Industrial sulfocationite KU-2-8 has been tested to extract strontium from acidic and neutral solutions.

Key words: adsorption, natural brines, strontium ions.

В промышленном масштабе стронций преимущественно получают в основном из целестина  $SrSO_4$  и стронцианита  $SrCO_3$ . Помимо минералов, стронций в достаточно большом количестве встречается в составе подземных высокоминерализованных пластовых рассолов, насыщенных макро- и микроэлементами. Для извлечения ценных компонентов в том числе и стронция из растворов широко используют сорбционные методы. Сорбционные методы являются наиболее доступными и экономически оправдан-

ными. К наиболее востребованным сорбентам, используемым для извлечения стронция, относят природные и синтетические цеолиты, титаносиликаты, малорастворимые фосфаты металлов [1–3]. Известно, что в сравнении с другими органическими и неорганическими сорбентами для извлечения стронция наиболее широко используют оксиды марганца [4]. Даже на фоне больших концентраций кальциевых и натриевых ионов оксид марганца  $MnO_2$  обнаруживает высокую сорбционную емкость и селективность относительно ионов стронция. Установлено, что максимальная обменная емкость при извлечении ионов стронция сорбентом на основе  $MnO_2$  составила более 50 мг/г. Так же для извлечения стронция из кислых и нейтральных растворов широко используют сульфокатионит КУ-2-8. При проведении трех циклов сорбция-десорбция ионов стронция катионитом КУ-2-8 установлено, что величина предельной динамической обменной емкости при первом цикле использования катионита КУ-2-8 составила 34 мг/г. При втором и третьем цикле применения катионита обменная емкость сократилась на 3,9 и 4,8 мг/г соответственно. При втором и третьем цикле проведения процессов сорбция-десорбция содержание извлекаемых ионов в элюате уменьшилось на 3 и 5 %. Экспериментально подтверждено, что на извлечение ионов стронция лучше направлять рассол после извлечения ионов лития [5] при этом концентрация стронция в элюате увеличивается почти в 2 раза. Таким образом, сорбент на основе оксида марганца  $MnO_2$  и катионит КУ-2-8, содержащий сульфогруппу, показали удовлетворительные результаты при извлечении ионов стронция из рассолов.

#### Библиографический список:

1. Magdy Khalil, Moubarak A. Sayed, Yousra H. Kotp. Gamma radiation-induced synthesis of  $TiO_2$  immobilized on polyacrylonitrile nanocomposite for gallium, strontium and rubidium ions separation from aqueous solutions // *Radiation Physics and Chemistry*. 2023. V.212. 111085.
2. Koppula Suresh, Poonam Jagasia, Manabolu Surya Surendra Babu. Hierarchical mesoporous spherical  $Zn(4-hzba)$  MOF for efficient adsorption of Strontium and Caesium ions from aqueous solution // *Surfaces and Interfaces*. 2023. V.39. 102944.
3. Asgari P., Mousavi S.H., Aghayan H., Ghasemi H., Yousefi T. Nd-BTC metal-organic framework (MOF); synthesis, characterization and investigation on its adsorption behavior toward cesium and strontium ions // *Microchemical Journal*. 2019. V.150. 104188.
4. Иванец А.И., Кацошвили Л.Л., Кривошапкин П.В., Прозорович В.Г., Кузнецова Т.Ф., Кривошапкина Е.Ф., Радкевич А.В., Зарубо А.М. Сорбция ионов стронция мезопористым оксидом марганца типа OMS-2 // *Радиохимия*. 2017. Т.59. №3. С. 230–236.

5. Зелинская Е.В., Филатова Е.Г., Каненкин Е.И., Монхороева Л.М., Петрова А.Р. Особенности сорбционного извлечения ионов лития из концентрированных растворов // В сборнике: Актуальные проблемы химии, биотехнологии и сферы услуг. Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Иркутск, 2023. С. 127-131.

УДК 579.6; 573.6; 504.064.45

**ИЗУЧЕНИЕ ГЕНЕРАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА  
МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИМ ПРЕПАРАТОМ «ДОКТОР РОБИК 109»  
В МИКРОБНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ**

**Посёлкина А.О.**

студент гр. БТб-21-1

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: alexposelkina@mail.ru

**Закарчевский С.А.**

аспирант гр. аБТ-20-1,

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: serzh94lan@mail.ru

**Чеснокова А.Н.**

к.х.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: belweder@yandex.ru

**Жданова Г. О.**

научный сотрудник

Иркутский государственный университет

664003, г. Иркутск, ул. Карла Маркса, 1

e-mail: zhdanova86@ya.ru

**АННОТАЦИЯ:** В работе представлены данные исследования электрогенерации (напряжение, сила тока) биопрепаратом «Доктор Робик 109» при использовании в качестве субстрата отход пивоваренного производства – шелуху ячменя.

**Ключевые слова:** генерирование электрического тока, микробные топливные элементы, микробиологический препарат «Доктор Робик 109».

# STUDYING THE GENERATION OF ELECTRIC CURRENT BY THE “DOCTOR ROBIK 109” MICROBIOLOGICAL PREPARATION IN MICROBIAL FUEL CELLS

**Poselkina A. O.**

Student

Irkutsk National Research Technical University  
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83  
e-mail: alexposelkina@mail.ru

**Zakarchevsky S.A.**

graduate student gr. aBT-20-1

Irkutsk National Research Technical University  
664074, Irkutsk, st. Lermontov, 83.  
e-mail: serzh94lan@mail.ru

**Chesnokova A. N.**

Cand.Sci.(Chem), Associate Professor

Irkutsk National Research Technical University  
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83  
e-mail: belweder@yandex.ru

**Zhdanova G. O.**

Researcher

Irkutsk State University  
664003, Irkutsk, Karl Marx st., 1  
e-mail: zhdanova86@ya.ru

**ABSTRACT:** The paper presents data on the study of electrical generation (voltage, current, power) with the “Doctor Robik 109” microbiological preparation when using barley husk as a substrate for the waste of brewing production.

**Keywords:** electric current generation, microbial fuel cell, “Doctor Robik 109” microbiological preparation.

Запасы ископаемых топливно – энергетических ресурсов, которые в огромных количествах используются человеком для получения энергии, не бесконечны, их бесконтрольное потребление ведёт к возникновению глобальных экологических проблем. Это объясняет возросший интерес к разработке альтернативных технологий, позволяющих получать энергию за счёт возобновляемых источников, не причиняя при этом вред окружающей среде. К таким технологиям можно отнести микробный топливный элемент (МТЭ), в котором выработка электроэнергии осуществляется благодаря использованию микроорганизмов [1,2].

Целью данной работы было изучение генерации электрического тока микробиологическим препаратом «Доктор Робик 109» в микробных топливных элементах, где в качестве субстрата используется отход пивоваренного производства – шелуха ячменя.

Для проведения эксперимента по изучению электрогенерации были использованы микробные топливные элементы из оргстекла. Ячейка микробного топливного элемента разделена на две камеры (анодную и катодную) с помощью протонообменной мембраны МФ-4СК, электроды представляли собой куски углеродной ткани «Урал Т22Р» [3]. В качестве биоагента в данном исследовании выступал коммерческий микробиологический препарат «Доктор Робик 109» (ООО «ВИПЭКО», Россия). Данный биопрепарат представляет собой сильнодействующую композицию 4-х культур почвенных спорообразующих бактерий – *Bacillus amyloliquefaciens*, *B. pumilis*, *B. licheniformis*, *B. subtilis*. способных утилизировать жиры, белок, крахмал, целлюлозу, мочевины. В составе препарата бациллы представлены спорами в комплексе с пшеничными отрубями и пищевой содой. Титр микроорганизмов в препарате –  $3 \times 10^{10}$  КОЕ/г [4].

В условиях стерильного бокса в анодные камеры ячеек поместили модельную сточную воду (состав компонентов на 1 л дистиллированной воды: углекислый натрий – 0,05 г/л, натрий уксуснокислый 3-водный – 0,05 г/л, калий фосфорнокислый 1-замещенный – 0,025 г/л, диаммонийфосфат – 0,025 г/л, кальция хлорид – 0,007 г/л, магний сернокислый 7-водный – 0,005 г/л) навески измельченной шелухи ячменя, суспензию микроорганизмов, очищенную от пшеничных отрубей. Катодные камеры были заполнены дистиллированной водой. Также в анодные и катодные камеры поместили электроды. На протяжении всего опыта в анодных камерах поддерживали анаэробные условия, в катодных камерах – аэробные условия.

После установки микробных топливных элементов в течение пяти дней производили измерения их электрических параметров (напряжения и силы тока) с помощью мультметров DT-266 (КНР).

Наибольшие значения электрических показателей в МТЭ были получены на четвертые сутки после начала измерений: напряжение разомкнутой цепи - 179,8 мВ, сила тока короткого замыкания - 192,1 мкА.

На основе полученных данных, можно сделать вывод о том, что микробиологический препарат «Доктор Робик 109» способен генерировать электричество в микробных топливных элементах.

#### Библиографический список:

1. Дубовец, Д.П. Микробный топливный элемент как альтернативный источник энергии / Д.П. Дубовец // Проблемы науки. – 2018. №7(31). – С. 28.
2. Жигула, Е.А. Перспективы и направления развития технологии микробных топливных элементов и спектр их применения для решения глобальных экологических проблем / Е.А. Жигула // Вологодские чтения. – 2012. – №80. – С. 303.
3. Пат. 153691 Российская Федерация, МПК С12М 1/00(2006.01), С12N 13/00. Микробный биотопливный элемент / Е.Ю. Коновалова, Д.И.

Стом, В.А. Быбин, А.Л. Пономарева, Г.О. Жданова, М. Ю. Толстой; № 2014153142/10; заявл. 05.07.2016; опубл. 18.01.2017 Бюл. № 2.

4. Комплексный биопрепарат "Доктор Робик 109" как биоагент для утилизации фитомассы водных растений в биотопливных элементах / Д. И. Стом, Г. О. Жданова, Н. Ю. Юдина [и др.] // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2022. – Т. 12, № 1(40). – С. 50-63. – DOI 10.21285/2227-2925-2022-12-1-50-63.

УДК 544.723.5

## **ДЕСОРБЦИЯ ИОНОВ НИКЕЛЯ(II) С ПОВЕРХНОСТИ ЦЕОЛИТА**

**Чугунов А.Д.**

аспирант гр. аФХ-20-1

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: chugunovsasha1996@yandex.ru

**Филатова Е.Г.**

к.т.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

**Соболев И.А.**

студент гр. АД-23-1

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

**АННОТАЦИЯ:** Работа посвящена регенерации насыщенного никелем(II) цеолита. В качестве элюентов использовали неорганические кислоты и соли:  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3$ . Регенерацию проводили в течение 120 минут при  $\text{pH}=5$ , в интервале температур 298-358 К. Установлено, что лучшим элюентом является раствор хлорида аммония. Кинетика десорбции лучше всего описывается уравнением Хо и Маккея.

**Ключевые слова:** Сточные воды, ионы тяжелых металлов, цеолит, регенерация

## **DESORPTION OF NICKEL(II) IONS FROM THE SURFACE OF ZEOLITE**

**Chugunov A.D.**

graduate student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: chugunovsasha1996@yandex.ru

**Filatova E.G.**

assistant professor

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

**Sobolev I.A.**

student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

**ABSTRACT:** The work is devoted to the regeneration of nickel(II)-saturated zeolite. Inorganic acids and salts were used as eluents:  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3$ . Regeneration was carried out for 120 minutes. at  $\text{pH}=5$ , in the temperature range 298-358 K. It has been established that the best eluent is ammonium chloride solution. The desorption kinetics is best described by the Ho and Mackay equation.

**Keywords:** Wastewater, heavy metal ions, zeolite, regeneration.

Регенерация сорбента, т.е. восстановление поглотительной способности, проводится с целью его многократного использования. Способы регенерации ионообменных материалов делятся на химические (реагентные), термо- и электрохимические. Наибольшее распространение получила химическая регенерация, отличающаяся эффективностью, универсальностью, простотой и доступностью.

Более ранние наши работы показали, что эффективную очистку сточных вод от ионов  $\text{Ni}(\text{II})$  обеспечивают природные цеолиты [1]. Однако вопросы регенерации отработанного насыщенного ионами  $\text{Ni}(\text{II})$  цеолита оставались не решенными.

Цель работы – исследование десорбции ионов никеля(II) с поверхности цеолита. В качестве элюентов использовали неорганические кислоты и соли:  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3$ , которые применяются для регенерации отработанных цеолитов [2-5]. Условия десорбции модифицированного цеолита в статическом режиме: масса сорбента – 100 мг, объем элюентов – 100 мл, время контакта 120 мин.,  $\text{pH}=5$ , температура 298-358 К. Определение концентрации металла осуществлялось спектрофотометрическим методом анализа.

Степень десорбции (%) рассчитывали по формуле:

$$R = CV_{\text{сорб.}}/m_{\text{цеолита}}A_{\text{пред.}}, \quad (1)$$

где  $C$  – концентрация ИТМ в элюате, ммоль/дм<sup>3</sup>;  $A_{\text{пред.}}$  – сорбционная емкость, ммоль·г<sup>-1</sup> (0,63);  $m_{\text{цеолита}}$  – масса цеолита, г;  $V_{\text{сорбата}}$  – объем элюента, дм<sup>3</sup>.

Для описания закономерностей десорбции Ni(II) с исследуемого образца применяли кинетические модели псевдо-первого и псевдо-второго порядка. Константу псевдо-первого порядка  $k_1$  находят из линейной зависимости уравнения Лагергрена:

$$\log(A_{\text{равн.}} - A) = \log A_{\text{равн.}} - k_1 \tau / 2.3, \quad (2)$$

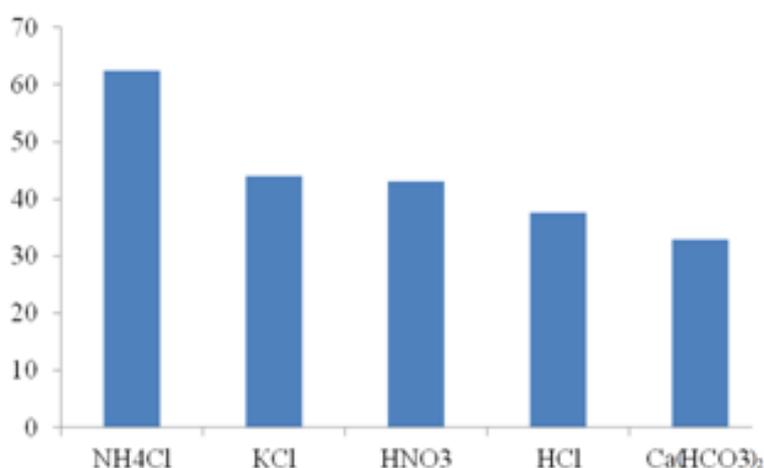
где  $k_1$  – константа скорости десорбции псевдо-первого порядка,  $\text{мин}^{-1}$ ;  $A_{\text{равн.}}$  – равновесная адсорбция, ммоль/г;  $A$  – рабочая адсорбционная емкость, ммоль/г;  $\tau$  – время, мин.

Константу псевдо-второго порядка  $k_2$  также определяли графически из линейной зависимости уравнения Хо и Маккея:

$$\frac{\tau}{A} = \frac{1}{k_2 A_{\text{равн.}}^2} + \frac{\tau}{A_{\text{равн.}}}, \quad (3)$$

где  $k_2$  – константа скорости адсорбции псевдо-второго порядка,  $\text{г} \cdot \text{мг}^{-1} \cdot \text{мин.}^{-1}$ .

На рисунке показана максимальная степень десорбции R Ni(II) в зависимости от типа элюента. Из данной диаграммы видно, что наилучшим элюентом, обеспечивающим 63 % регенерации от ионов Ni(II), является хлорид аммония. Его оптимальная концентрация составляет  $1 \text{ моль} \cdot \text{дм}^{-3}$ . R, %



**Рисунок 1.** Максимальная степень десорбции R ионов никеля(II) в зависимости от 1 М элюента при 298 К

Таким образом, данные по регенерации говорят о том, что лучшим элюентом по ионам Ni(II) является хлорида аммония в концентрации  $1 \text{ моль} \cdot \text{дм}^{-3}$ . Кинетика десорбции лучше всего описывается моделью псев-

до-второго порядка, что характерно для ионного обмена. Регенерация сорбента позволит не только снизить эксплуатационные затраты на очистку СВ, но и вернуть никель(II) в повторное использование, что может иметь дополнительную экономическую выгоду.

Библиографический список:

1. Филатова Е.Г., Помазкина О.И., Пожидаев Ю.Н. Разработка цеолитно-сорбционной технологии очистки сточных вод гальванического производства // Химия и технология воды. 2014. Т. 36. № 6. С. 559-567.
2. Зонхоева Э.Л. Природные цеолиты Забайкалья: свойства и применение. Улан-Уде. Изд-во.: БНЦ СО РАН. 2017. 193 с.
3. Panek R., Medykowska M., Wiśniewska M., Szewczuk-Karpisz K., Jędruchniewicz K., Franus M. Simultaneous Removal of Pb<sup>2+</sup> and Zn<sup>2+</sup> Heavy Metals Using Fly Ash Na-X Zeolite and Its Carbon Na-X(C) // Composite, Materials (Basel). 2021. № 14. P. 2832.
4. Парфенова В.В. Концентрирование и сорбционно-спектроскопическое определение благородных металлов и рения с использованием силикагеля, химически модифицированного серосодержащими группами // Диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук. Красноярск. 2018. 213 с.
5. Zeng Y., Woo H., Lee G., Park J. Adsorption of Cr(VI) on hexadecylpyridinium bromide (HDPB) modified natural zeolites // Microporous Mesoporous Mater. 2010; № 130. P. 83-91.

УДК 579.22

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВЕРЧКОВОЙ МУКИ КАК ИСТОЧНИКА АЗОТА ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ *BACILLUS SUBTILIS***

**Галиулин Д.Р.**

студент гр. БТб-21-1

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: galiulindaniil@gmail.com

**Лозовая Т.С.**

к.б.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: tnike75@mail.ru

**АННОТАЦИЯ:** В работе изучена возможность культивирования сенной палочки на питательной среде ГРМ-агаре с добавлением сверчковой муки в качестве дополнительного источника азота, с целью полной или ча-

стичной замены источника органического азота в ГРМ-среде, что может позволить снизить её стоимость.

Ключевые слова: питательные среды, сверчковая мука, *Bacillus subtilis*

## THE USE OF CRICKET FLOUR AS AN ADDITIVE TO THE MEDIUM FOR THE CULTIVATION OF *BACILLUS SUBTILIS*

**Galiulin D.R.**

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: galiulindaniil@gmail.com

**Lozovaya T.S.**

Assistant professor

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: tnike75@mail.ru

**ABSTRACT:** The paper examines the possibility of cultivating hay sticks on a nutrient medium of GRAM agar with the addition of cricket flour as an additional source of nitrogen, in order to completely or partially replace the sources of organic nitrogen in the GRAM medium, which will reduce its cost.

**Keywords:** cultivation, cricket flour, *Bacillus subtilis*

В современном мире всё активнее растёт интерес к альтернативным источникам белкового сырья не только в отношении пищи для человека, но и для выращивания различных микроорганизмов. В последнем случае применяются специальные питательные среды различного назначения, подбор состава которых крайне важен для получения адекватных результатов. В состав таких сред обычно входят источники углерода, органического или неорганического азота и зола. Но многие из существующих питательных сред не могут покрыть потребности современной микробиологии, в частности из-за дороговизны компонентов, входящих в их состав. Поэтому существует тенденция к оптимизации существующих питательных сред и поиск новых более дешёвых, но не уступающих по качеству источников сырья [1]. Насекомые являются богатым и перспективным источником белка, макро- и микроэлементов. В частности, сверчки способны к быстрому набору белковой биомассы, поэтому они удобны для промышленного производства. Кроме того, для получения из насекомых 1 кг белка необходимо в 12 раз меньше корма, в 500 раз меньше воды и 10 раз меньше земельных площадей в сравнении с 1 кг белка говядины [2]. В воздушно-сухом веществе в среднем содержится 57,2 % сырого протеина и 4-6 % золы; причем количество протеина в сверчках примерно соответствует его количеству в кормовых дрожжах, мясной, кровяной и рыбной муке. По

микроэлементному составу сухих веществ сверчки также сравнимы с рыбной нежирной мукой [3]. Установлено, что рыбная мука содержит 60-70 % сырого протеина и 14-19 % золы. Количественный и качественный аминокислотный состав рыбной и сверчковой муки практически идентичен [3,4]. Из этого следует, что сверчки являются весомой альтернативой белку крупнорогатого скота и рыбы, применяемых в качестве источника органического азота при культивировании микроорганизмов.

Целью данной работы является изучение культуральных возможностей сверчковой муки и выявление оптимального её количества для адекватного роста микроорганизмов, имеющих протеолитическую активность.

В качестве исходного сырья использовался сверчок домашней сушёный, его влажность составляла 10%. Для получения сверчковой муки (далее СМ) его измельчали в дробилке, высушивали при температуре 90 °С в течение 2 ч до содержания влаги 4,217%.

В качестве контроля была выбрана среда ГРМ-агар (Оболенск), состав которой указан в таблице 1. Данная среда подходит для культивирования большого количества гетеротрофных микроорганизмов. Исходная влажность среды составляла 5,544%.

Таблица 1

**Состав ГРМ-агара, Оболенск**

Компонент	Количество, г/л
ПГРМ	12,0
Пептон ферментативный	12,0
NaCl	6,0
Агар микробиологический	10 ± 2

В качестве объекта для культивирования была выбрана бактерия *Bacillus subtilis* из-за ее способности к продуцированию широкого спектра ферментов, в том числе протеаз, необходимых для усвоения белкового сырья [5].

На первом этапе исследований проверяли возможность полной или частичной замены органических источников азота, входящих в состав среды ГРМ-агар, на СМ. Для этого были приготовлены 4 варианта сред на чашках Петри с различным содержанием в них СМ, по 3 чашки на каждый вариант (таблица 1). В качестве контроля был использован ГРМ-агар. Для выявления протеолитической активности в питательные среды вносили 1%-ный раствор бромтимолового синего. В среды, в состав которых входила СМ, рН смещалась в кислую сторону, поэтому ее корректировали 10%-м раствором гидроксида натрия. Среды стерилизовались в автоклаве при 121°С в течение 15 мин. Посев *Bacillus subtilis* проводили бактериологической петлей. Культивирование проводили при 30°С. Результаты представлены в таблице 3.

Таблица 2

## Характеристика питательных сред (1 этап)

№	Вариант питательной среды	Компоненты	Содержание компонентов, г/100 мл	pH среды
1	ГРМ-агар – 100%, без красителя	ГРМ Пептон ферментативный NaCl Агар микробиологический	1,2 1,2 0,6 1 ± 0,2	≈7
2	ГРМ-агар – 100%, с красителем	ПГРМ Пептон ферментативный NaCl Агар микробиологический	1,2 1,2 0,6 1	≈7
3	ГРМ-агар – 50%, СМ – 50%, с красителем	ПГРМ Пептон ферментативный СМ NaCl (в составе ГРМ-агара) NaCl (внесенный дополнительно) Агар микробиологический (вносимый с ГРМ-агаром) Агар микробиологический (внесенный дополнительно)	0,6 0,6 1,18408 0,3 0,3 0,5 1,5	≈7
4	СМ – 100%, с красителем	СМ NaCl Агар микробиологический	2,36815 0,6 2,0	≈7

Таблица 3

## Результаты первого этапа исследований

Вариант среды	1 сут		2 сут		3 сут		7 сут	
	рост	изменение pH						
1	++	-	+	-	+	-	+	-
2	++	-	+	-	+	-	+	-
3	+	-	++	-	+	-	+	+
4	-	-	+	-	+	-	+	+

Примечание: «+» - наличие изменений, «-» - отсутствие изменений.

Оценка полученных данных показала, что питательные среды с добавлением СМ согласно составу 3 уже на второй день культивирования отличались более интенсивным ростом в сравнении с контролем. Это выражается в большей занимаемой площади субстрата. Также важно отметить, что pH сред с добавлением СМ сместился в щелочную сторону. Среда под 4-м вариантом имели более скудный рост, в сравнении с остальными составами, но отличались наибольшим изменением цвета красителя, что свидетельствует о ферментации белкового сырья. Как следствие, был сде-

лан вывод, что среды с добавлением СМ в принципе подходят для культивирования микроорганизмов с протеолитической активностью, однако необходим поиск оптимального количества добавляемой СМ.

Поэтому на втором этапе исследований были приготовлены 6 вариантов сред, в которых СМ колебалось от 50 до 100% (таблица 4). Каждая чашка засеивалась суспензией *Bacillus subtilis* (0,5 мл/чашку), содержание клеток в которой составляло 230 КОЕ/мл. Подсчёт клеток осуществлялся на камере Горяева. Остальные условия совпадали с первым этапом исследований. Результаты представлены в таблице 5.

Таблица 4

**Характеристика питательных сред (2 этап)**

№	Среда	V, мл	Компонентный состав	Масса компонентов, г.	pH среды
1	ГРМ-агар – 100%, с красителем	100	ПГРМ Пептон ферментативный NaCl Агар микробиологический	1,2 1,2 0,6 1 ± 0,2	≈7
2	ГРМ-агар – 50%, СМ - 50%, с красителем	100	ПГРМ Пептон ферментативный СМ NaCl в составе ГРМ – агара NaCl добавочный Агар микробиологический в составе ГРМ - агара Агар микробиологический добавочный	0,6 0,6 1,18408 0,3 <b>0,3</b> 0,55 0,55	≈7
3	ГРМ-агар – 40%, СМ - 60%, с красителем	100	ПГРМ Пептон ферментативный СМ NaCl в составе ГРМ – агара NaCl добавочный Агар микробиологический в составе ГРМ - агара Агар микробиологический добавочный	0,48 0,48 1,42089 0,24 0,36 0,44 0,66	≈7
4	ГРМ-агар – 30%, СМ - 70%, с красителем	100	ПГРМ Пептон ферментативный СМ NaCl в составе ГРМ – агара NaCl добавочный Агар микробиологический в составе ГРМ - агара Агар микробиологический добавочный	0,36 0,36 1,65771 0,18 0,42 0,33 0,77	≈7

Продолжение таблицы 4

5	ГРМ-агар – 20%, СМ - 80%, с красителем	100	ПГРМ	0,24	≈7
			Пептон ферментативный	0,24	
			СМ	1,89452	
			NaCl в составе ГРМ – агара	0,12	
			NaCl добавочный	0,48	
			Агар микробиологический в составе ГРМ - агара	0,22	
			Агар микробиологический добавочный	0,88	
6	ГРМ-агар – 10%, СМ - 90%, с красителем	100	ПГРМ	0,12	≈7
			Пептон ферментативный	0,12	
			СМ	2,13134	
			NaCl в составе ГРМ – агара	0,06	
			NaCl добавочный	0,54	
			Агар микробиологический в составе ГРМ - агара	0,11	
			Агар микробиологический добавочный	0,99	

Таблица 5

### Результаты второго этапа исследований

Вариант среды	1 сут		2 сут		3 сут		7 сут	
	рост средн. число колоний	изменение рН						
1	-	-	225	-	225	-	225	+
2	-	-	80	-	87	+	87	+
3	-	-	50	-	53	+	53	+
4	-	-	3	-	3	-	3	-
5	-	-	4	-	5	-	5	+
6	-	-	2	-	3	-	3	-

Примечание: «+» - наличие изменений, «-» - отсутствие изменений.

Анализ полученных данных показал, что среды, имеющие в своём составе СМ, уступают оригинальной по количеству выросших колоний. Колонии у всех исследуемых составов были в среднем в 2,5 раза больше контрольных, сильнее возвышались над субстратом, а также наблюдалась общая тенденция к растеканию колоний по поверхности субстрата и образование ассоциаций, отчего сравнение составов по количеству проросших колоний нельзя считать до конца достоверным. Среди исследуемых сред наиболее оптимальной концентрацией СМ оказалась концентрация 50% по отношению к оригинальной среде, так как на среде с таким её содержанием выросло наибольшее количество колоний (в том числе и ассоциирован-

ных) в сравнении с другими составами, содержащими СМ.

Таким образом, было показано, что сверчковая мука относительно неплохо подходит в качестве добавки в среду для культивирования бактерий, имеющих протеолитическую активность. Исходя из результатов исследования, при внесении СМ в питательную среду наблюдается активное смещение рН в щелочную сторону, что свидетельствует о разложении белков и, как следствие, об образовании протеолитических ферментов. В рамках последующих исследований будет рассмотрена возможность глубокого культивирования микроорганизмов, обладающих протеолитической активностью, на жидких средах, включающих в свой состав СМ.

#### Библиографический список:

1. Шепелин А.П. Сравнительная оценка качества основных питательных сред отечественного и импортного производства // Астраханский медицинский журнал. 2013. №1. С. 321-326.

2. Пластун А.Д. Изучение и поиск альтернативного источника белка / А.Д. Пластун, А.А. Нейфельд // Кузбасс: образование, наука, инновации. Молодежный вклад в развитие научно-образовательного центра "Кузбасс" : Материалы X Инновационного конвента, Кемерово, 30 января 2022 года. Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2022. С. 163-165.

3. Сашина Л.М. Особенности биологии и питательная ценность сверчков разных видов при разведении в кормовых целях: автореф... дис. канд. биол. наук. М.: 2006. 24 с.

4. Шепелин А.П. Разработка технологии производства панкреатического гидролизата рыбной муки и конструирование на его основе бактериологических питательных сред : автореф... дис. докт. биол. наук. М.: 2013. 45 с.

5. Хазиев А.Ф. Получение и изучение свойств протеазы, синтезируемой *Bacillus subtilis* : автореф... дис. канд. биол. наук. М.: 2004. 22 с.

УДК 544.1

## ИЗУЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ЭМУЛЬСИЙ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ВОДЕ

**Матиенко О.И.**

к.х.н, ст. преподаватель каф. НГД

Иркутский национальный

исследовательский технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: olga\_pomazkina@mail.ru

**Климова А.А.**

студент гр. НДМ-23-1

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет  
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83  
e-mail: cherdanceva.94@yandex.ru

**АННОТАЦИЯ:** В работе изучено влияния концентрации и температуры на плотность эмульсий нефтепродуктов в воде. В качестве объекта исследования использовали нефть Ярактинского месторождения – нефтегазоконденсатного месторождения России

Ключевые слова: эмульсии нефти в воде, плотность, концентрация нефти, температура, устойчивость эмульсий.

## **STUDYING THE STABILITY OF EMULSIONS PETROLEUM PRODUCTS IN WATER**

**Matienko O.I.**

Assistant professor

Irkutsk National Research Technical University  
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83  
e-mail: olga\_pomazkina@mail.ru

**Klimova A.A.**

Student

Irkutsk National Research Technical University  
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83  
e-mail: cherdanceva.94@yandex.ru

**ANNOTATION:** The work studied the influence of concentration and temperature on the density of emulsions of petroleum products in water. The object of study was oil from the Yaraktinskoye field, an oil, gas and condensate field in Russia. The deposit is located 140 km from the city of Ust-Kut, in the northern part of the Ust-Kutsky district and the southern part of the Katangsky district of the Irkutsk region.

Key words: oil emulsions in water, density, oil concentration, temperature, stability of emulsions.

В качестве объектов исследования использовали эмульсий нефтепродуктов в воде. Известно, что чем больше минерализация воды, тем выше стойкость эмульсии [1]. Классические эмульсии нефти первого типа готовили на основе водного раствора  $\text{CaCl}_2$  (с плотностью  $1150 \text{ кг/м}^3$ ) и нефти. Соотношение углеводородной составляющей и водной фазы составило: 5:92; 10:87; 15:82; 20:77; 25:72; 30:67; 35:62 (в об %). С добавлением эмульгатора (олеата натрия 0,02 М в количестве 3-х об %) в углеводородную фазу. В работе использовали нефть Ярактинского месторожде-

ния – нефтегазоконденсатного месторождения России. Нефть Ярактинского месторождения по ГОСТ 51858-2002 относится к 1 классу, 1 типу. Нефть достаточно легкая, малосернистая, с небольшим содержанием асфальто-смолистых веществ и низкой температурой застывания. Плотность нефти составляет 842,5 кг/м<sup>3</sup> при 15 °С. Плотность газового конденсата – 670-710 кг/м<sup>3</sup>.

В нефть поочередно диспергировали эмульгатор, перемешивая на мешалке (трехшпиндельной HAMILTON BEACH®, 115 В, 60 Гц) не менее получаса, и водный раствор CaCl<sub>2</sub>. После приготовления эмульсионные системы выдерживались в течение одного часа для визуальной оценки на наличие неравномерной дисперсности и расслоение фаз. Все приготовленные системы эмульсионные системы в течение часа после приготовления были стабильны, эмульсии не расслаивались.

Исследование плотности эмульсий осуществляли по известной методике [2], пикнометрическим методом анализа с погрешностью измерений (до ± 0,01 кг/м<sup>3</sup>). Это может быть достигнуто использованием высокоточных аналитических весов. В работе проводили измерения на весах BEL DA-124 (цена деления, 0001 г). В основе метода лежит точное определение массы исследуемого раствора и дистиллированной воды, занимающих в пикнометре известный объем (50 см<sup>3</sup>).

Плотность нефти и водных эмульсий ( $\rho$ , кг/м<sup>3</sup>) определяли по формуле:

$$\rho = \rho_0 ((m_2 - m_0) / (m_1 - m_0)), \quad (1)$$

где  $\rho_0$  – плотность дистиллированной воды, при температуре измерения, кг/м<sup>3</sup>;  $m_0$  – массы пустого пикнометра, г;  $m_1$  – массы пикнометра с дистиллированной водой, г;  $m_2$  – массы пикнометра с исследуемой эмульсией, г.

Поддержание постоянной температуры при проведении основных опытов осуществляли с использованием термостата, исследования проводили при температуре 20, 40 и 60 °С.

Стабилизирующую способность эмульсий нефтепродуктов в воде оценивали по коэффициенту светопропускания ( $T$ , %), для этого проводили измерения оптической плотности при 525 нм на спектрофотометре ПЭ-5400В [3,4]. Оценка величины светопропускания служила критерием стабильности эмульсии в воде [5]. Установлено, что плотность исследуемых эмульсий закономерно уменьшается с ростом температуры, получены уравнения регрессий.

#### Библиографический список:

1. Небогина Н.А., Прозорова И.В., Юдина Н.В. Влияние степени обводненности нефти и минерализации водной фазы водонефтяных эмульсий

на структуру природных нефтяных эмульгаторов // Нефтепереработка и нефтехимия. 2016. N12. С.10–15.

2. Криштафович В.И., Криштафович Д. В., Еремеева Н. В. Физико-химические методы исследования. М.: Дашков и К, 2018. – 208 с.

3. Gertsen M.M., Dmitrieva E.D. Ability of humic acids of peats to stabilize oil and petroleum product emulsions. Vestnik TvGU. – Seriya: Himiya. 2020. N3(41). P. 103-111.

4. Grechishcheva N.Y., Korolev A.M., Zavorotny V.L., Starodubtseva K.A., Ali M.S. Stabilization of oil-in-water emulsions with highly dispersed mineral particles: biodegradation and toxic effect on aquatic organisms. СНЕМСНЕМТЕСН. 2023. V. 66. N 2. P. 23-35.

5. Зейгман Ю.В., Беленкова Н.Г., Сергеев В.В. Экспериментальное исследование стабильности эмульсионных систем с содержанием наночастиц SiO<sub>2</sub> // Нанотехнологии в строительстве. 2017. Т. 9, N5. С. 36–52.

УДК 544.6.018.47;573.6

**ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК  
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АЦИДОФИЛЬНЫХ БАКТЕРИЙ  
В КАЧЕСТВЕ КАТОДНОГО БИОАГЕНТА В МИКРОБНЫХ  
ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ**

**Коваль Е.Т.**

бакалавр гр. БТб-21-1,  
Иркутский национальный исследовательский  
технический университет  
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.  
e-mail: koval.11za@yandex.ru

**Закарчевский С.А.**

аспирант гр. аБТ-20-1,  
Иркутский национальный исследовательский  
технический университет  
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.  
e-mail: serzh94lan@mail.ru

**Чеснокова А.Н.**

к.х.н., доцент  
Иркутский национальный исследовательский  
технический университет  
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83  
e-mail: chesnokova@istu.edu

**Жданова Г. О.**

научный сотрудник  
Иркутский государственный университет  
664003, г. Иркутск, ул. Карла Маркса, 1  
e-mail: zhdanova86@ya.ru

**АННОТАЦИЯ:** В работе представлены результаты исследования работы микробного топливного элемента (МТЭ) с использованием ацидофильных бактерий *Leptospirillum sp.*, *Acidithiobacillus sp.*, *Ferroplasma sp.* в качестве катодных биоагентов и новых ионообменных мембран на основе поливинилового спирта (ПВС), сшитого сульфоянтарной кислотой (СЯК), допированного цеолитом ZSM-5.

**Ключевые слова.** Микробный топливный элемент, ацидофильные бактерии, ионообменная мембрана, цеолит ZSM-5.

## **STUDY OF MICROBIAL FUEL CELLS ELECTROCHEMICAL CHARACTERISTICS USING ACIDOPHILIC BACTERIA AS A CATHODE BIOAGENT**

**Koval E.T.**

Student,

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontov, 83.

e-mail: koval.11za@yandex.ru

**Chesnokova A.N.**

Cand.Sci.(Chem), Associate Professor

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: chesnokova@istu.edu

**Zakarchevsky S.A.**

graduate student gr. aBT-20-1,

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontov, 83.

e-mail: serzh94lan@mail.ru

**Zhdanova G. O.**

Researcher

Irkutsk State University

664003, Irkutsk, Karl Marx st., 1

e-mail: zhdanova86@ya.ru

**ABSTRACT.** The paper presents the results of a study on the operation of a microbial fuel cell (MFC) using acidophilic bacteria of the genus *Leptospirillum sp.*, *Acidithiobacillus sp.*, *Ferroplasma sp.* as the cathodic bioagent and ion exchange membranes based on polyvinyl alcohol (PVA) crosslinked with sulfonic acid (SA), doped with ZSM-5 zeolite.

**Keywords:** Microbial fuel cell, acidophilic bacteria, ion exchange membrane, ZSM-5 zeolite.

В настоящее время в связи с ростом промышленности острой проблемой является истощение водных ресурсов [1]. Одной из главных при-

чин недостатка данных ресурсов является их загрязнение из-за нерационального использования.

Технология микробных топливных элементов (МТЭ) нашла свое применение в том числе и в очистке кислотных металло- и серосодержащих сточных вод [2].

Использование ацидофильных бактерий в катодной камере МТЭ показало свою эффективность для процессов ослабления катодного перенапряжения, где окислительно-восстановительные реакции, инициируемые данными микроорганизмами, способствуют получению наибольшего потенциала [3].

Целью настоящей работы является изучение электрохимических характеристик МТЭ, сконструированных с применением новой протонпроводящей мембраны на основе поливинилового спирта, сшитого сульфоянтарной кислотой, допированной цеолитом ZSM-5 (ПВС-СЯК-ZSM-5), при использовании в качестве катодного биоагента ацидофильных бактерий [4].

Для эксперимента использовали двухкамерные МТЭ из оргстекла [5], разделенные между собой новой мембраной ПВС-СЯК-ZSM-5. В качестве сравнительного образца использовали МТЭ с промышленной перфторированной протонпроводящей мембраной МФ-4СК (ООО Пластполимер, Россия). Эксперимент проводили в течение 10 суток.

Измерение вольт-амперных характеристик выполняли мультиметрами DT-266 (КНР). Статистическую обработку осуществляли в программе Microsoft Excel. Выводы сделаны при вероятности безошибочного прогноза  $P=0,95$ .

В МТЭ на основе новой синтезированной протонпроводящей мембраны с добавлением ацидофильных бактерий в катодную камеру напряжение в режиме холостого хода в течение 10 суток возрастало до 105 мВ. При этом сила тока короткого замыкания увеличивалась до 479 мкА. В контрольных МТЭ без ацидофильных бактерий эти показатели были ниже: 32 мВ и 95 мкА, соответственно. МТЭ с новыми протонпроводящими мембранами ПВС-СЯК-ZSM-5 показывали характеристики, схожие с промышленными мембранами МФ-4СК.

По полученным данным можно сделать вывод, что использование ацидофильных бактерий в качестве катодного биоагента оказывает значительное влияние на работу МТЭ с предлагаемыми нами протонпроводящими мембранами ПВС-СЯК-ZSM-5.

*Авторы благодарят к.х.н., доцента ИРНИТУ Скорникову С.А. за предоставление образцов цеолитов.*

#### Библиографический список:

1. Шимко Д.А., Бондарчик О.Б. Проблема дефицита пресной воды в мире / Д.А. Шимко, О.Б. Бондарчик // *Alfabuild*. – 2017. – №1. – С. 9.

2. Teng W, Liu G, Luo H, Zhang R, Xiang Y. Simultaneous sulfate and zinc removal from acid wastewater using an acidophilic and autotrophic biocathode / Teng W, Liu G, Luo H, Zhang R, Xiang Y. // Journal of Hazardous Materials. – 2016. – Vol.304 – P. 159–165.

3. Stom D.I., Zhdanova G.O., Kalashnikova O.B., Bulaev A.G., Kashevskii A.V., Kupchinsky A.B., Vardanyan N.S., Ponamoreva O.N., Alferov S.V., Saksonov M.N., Chesnokova A.N. & Tolstoy M. Yu. Acidophilic Microorganisms *Leptospirillum* sp., *Acidithiobacillus* sp., *Ferropasma* sp. As a Cathodic Bioagents in a MFC / D. I. Stom , G. O. Zhdanova, O. B. Kalashnikova, A. G. Bulaev, A. V. Kashevskii, A. B. Kupchinsky, N. S. Vardanyan, O. N. Ponamoreva, S. V. Alferov, M. N. Saksonov, A. N. Chesnokova & M. Yu. Tolstoy // Geomicrobiology Journal. – 2020.

4. Усманов Р.Т., Чеснокова А.Н., Закарчевский С.А., Жамсаранжапова Т.Д. Синтез и исследование протонообменных мембран для твердополимерных топливных элементов / Р.Т. Усманов, А.Н. Чеснокова, С.А. Закарчевский, Т.Д. Жамсаранжапова // В сборнике: Электроэнергетика глазами молодежи-2019. Материалы юбилейной X Международной научно-технической конференции. 2019. – С. 44-47.

5. Stom D. I., Zhdanova G. O. and Kashevskii A. V. New designs of biofuel cells and testing of their work / D. I. Stom, G. O. Zhdanova and A. V. Kashevskii. // International Conference on Construction, Architecture and Technology Safety 2017 (ICCATS-2017), IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 262 012219. – 2017.

УДК 544.723

## **ИЗВЛЕЧЕНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ СОРБЦИОННЫМИ МЕТОДАМИ**

**Соболев И.А.**

студент гр. АД-23-1

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: ig.sobolek5@gmail.com

**Соболева В.Г.**

к.т.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

**АННОТАЦИЯ:** Работа посвящена обзору современных перспективных методов сорбционной очистки водных растворов от разливов нефти и нефтепродуктов. Показана сравнительная характеристика различных ад-

сорбентов и преимущества их выбора, как экономически более эффективных и экологически выгодных.

Ключевые слова: нефть, нефтепродукты, сорбция, вермикулит, биоуголь

## **EXTRACTION OF PETROLEUM PRODUCTS FROM AQUEOUS SOLUTIONS BY SORPTION METHODS**

**Sobolev I.A.**

student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: ig.sobolek5@gmail.com

**Soboleva V.G.**

assistant professor

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

**ABSTRACT:** The work is devoted to the review of modern promising methods of sorption purification of aqueous solutions from oil and petroleum product spills. The comparative characteristics of various adsorbents and the advantages of their choice as economically more effective and environmentally beneficial are shown.

**Keywords:** oil, petroleum products, sorption, vermiculite, bio coal

Одной из важнейших экологических проблем в настоящее время является загрязнение гидросферы нефтью и нефтепродуктами. Ежегодно от 0,5 до 11 млн. тонн нефтепродуктов попадают различными путями в мировой океан. В ходе естественных природных процессов - разломов морского дна в районе нефтегазовых бассейнов высвобождаются залежи нефти. Крупные разливы нефти и нефтепродуктов случаются в результате природных катаклизмов, техногенных катастроф, причинами разлива топлива могут являться недостатки, проектирования и строительного производства, а также некачественный контроль за эксплуатацией сооружений.

Последствия от разлива нефти и нефтепродуктов в водоемы имеют негативное долгосрочное воздействие на окружающую среду. Очистка водоемов от токсичных нефтяных загрязнений является важной и остро необходимой задачей. Современные достижения науки предлагают разнообразные способы решения данных вопросов. В настоящее время широкое применения нашли механические, физико-химические, химические и биологические методы.

Сорбционные способы очистки сточных вод от нефтепродуктов является наиболее эффективным и экологически выгодными. Преимуществами этих методов является возможность удаления загрязнений

различной природы, отсутствие вторичных загрязнений и возможность управления процессом. В настоящее время разрабатывается большое количество технологий сорбционной очистки, и изучаются различные сорбционные материалы.

В качестве недорогого масляного адсорбента для адсорбционного удаления разливов сырой нефти предложено использовать суперолеофильный сополимер, привитый нонанилхитозан-поли (бутилакрилат) [1]. Термодинамические параметры, рассчитанные по графику Вант -Гоффа, подтвердили, что процесс был экзотермическим, благоприятным и самопроизвольным. Полученные результаты позволяют отнести суперолеофильный адсорбент к потенциальным масляным адсорбентам для удаления разливов нефтепродуктов.

Был протестирован биоуголь в качестве активного укрывного материала для осадков, загрязненных разливами нефти, и его эффективность сравнивалась с активированным углем и органоглиной [2]. Биоуголь, показавший большую эффективность укупорки, чем активированный уголь и органоглина, можно считать экономически эффективной альтернативой более твердым сорбирующим материалам.

Также оценку эффективности использования биоугля при ликвидации разливов нефти проводили в работе [3]. Удаление нефти с помощью биоугля считается экологически ориентированной концепцией. Biochar — это богатый углеродом недорогой материал с высокой пористостью и специфическим химическим составом поверхности, обладающий огромным потенциалом для удаления масла из водных растворов. Нефтесорбционные свойства биоугля в основном зависят от метода производства/синтеза биоугля и типа сырья биомассы.

Сточные воды нефтепереработки (PPW) представляют собой сложную смесь свободных, растворимых и эмульсионных углеводородов, которые часто содержат тяжелые металлы и/или твердые частицы. Использование экологических нанотехнологий (E-Nano) считается привлекательным вариантом решения проблем, связанных с PPW. Среди различных технологий очистки было доказано, что подходы к сорбции (адсорбции/абсорбции) на основе электронных наноматериалов и мембранной фильтрации обладают выдающейся эффективностью при удалении загрязняющих веществ из PPW [4].

Основной целью исследования [5] было изучение удаления нефти из воды вспученным и гидрофобизированным вермикулитом. Значение pH 9 показало более высокую эффективность удаления масла вермикулитом. Было установлено, что эффективность удаления масла при pH 9 составляет 79%, 93%, 90%, 57% для стандартного минерального масла (SMO), масла канолы (CO), масла Кутвелла (KUT45), сточных вод нефтеперерабатывающих заводов (RE), соответственно, в случае вспученного вермикулита, и

56%, 58%, 47%, 43% для SMO, CO, KUT45 и RE, соответственно, для гидрофобизированного вермикулита. Вспученный вермикулит показал лучшую удерживаемость, чем гидрофобный вермикулит. Результаты показали, что вспученный вермикулит обладает большим сродством к маслу, чем гидрофобизированный вермикулит.

Сверхлегкие гибридные аэрогели на основе двумерных наноструктурированных слоистых материалов приобретают огромный интерес для абсорбционной утилизации разлитых углеводородных масел и органических растворителей с целью смягчения их неблагоприятного воздействия на морские и наземные экосистемы. Эти аэрогели могут быстро поглощать широкий спектр углеводородных масел и органических растворителей с сорбционной способностью 2780-8100 мас.% от их массы. Эти результаты открывают потенциал сверхлегкого аэрогеля на основе *h*-BN и графена (6,7 мг/см<sup>3</sup>) для утилизации разлитых масел и органических растворителей с целью минимизации их неблагоприятного воздействия на окружающую среду [6].

#### Библиографический список:

1. A.M. Omer, R.E. Khelifa, T.M. Tamer, M. Elnouby, A.M. Hamed, Y.A. Ammar, A.A. Ali, M. Gouda, M.S. Mohy Eldin Fabrication of a novel low-cost superoleophilic nonanyl chitosan-poly (butyl acrylate) grafted copolymer for the adsorptive removal of crude oil spills // *International Journal of Biological Macromolecules* Volume 140, 1 November 2019, Pages 588-599
2. Ludovica Silvani, Paolo R. Di Palma, Carmela Riccardi, Espen Eek, Sarah E. Hale, Paolo Viotti, Marco Petrangeli Papini Use of biochar as alternative sorbent for the active capping of oil contaminated sediments // *Journal of Environmental Chemical Engineering* Volume 5, Issue 5, October 2017, Pages 5241-5249
3. A.M.P. Madhubashani, Dimitrios A. Giannakoudakis, B.M.W.P.K. Amarasinghe, Anushka Upamali Rajapaksha, P.B. Terney Pradeep Kumara, Konstantinos S. Triantafyllidis, Meththika Vithanage Propensity and appraisal of biochar performance in removal of oil spills: A comprehensive review // *Environmental Pollution* Volume 288, 1 November 2021
4. Sherif A. Younis, Hubdar Ali Maitlo, Jechan Lee, Ki-Hyun Kim Nanotechnology-based sorption and membrane technologies for the treatment of petroleum-based pollutants in natural ecosystems and wastewater streams // *Advances in Colloid and Interface Science* Volume 275, January 2020
5. Deepa Mysore, Thiruvengkatachari Viraraghavan, Yee-Chung Jin Treatment of oily waters using vermiculite // *Water Research* Volume 39, Issue 12, July 2005, Pages 2643-2653
6. Kanika Gupta, Pratiksha Joshi, Om P. Khatri *h*-BN and graphene-

based ultralight hybrid aerogels: Highly efficient sorbent for recovery of hydrocarbon oils and organic solvents // Journal of Environmental Chemical Engineering Volume 9, Issue 6, December 2021

УДК 665.383.2.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ОТРАБОТАННОГО ФРИТЮРНОГО МАСЛА**

**Верхотурова С.А.**

магистрант гр.ФХм-23-1

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: 20verkhoturovasofa02@mail.ru

**Говорин А.С.**

генеральный директор ООО «Зелёные технологии»

664074, г. Иркутск, ул. Железнодорожная 4-ая, 104В

e-mail: gt-2020@yandex.ru

**АННОТАЦИЯ:** В данной работе отражены результаты исследования физико-химических свойств и жирнокислотного состава образцов отработанного фритюрного масла (ФМО). Показано, что все образцы различны по составу и свойствам. Последующее использование ФМО в качестве основы для производства фактиса, противоизносной присадки и эмульсолов или смазок опалубки, возможно только после их предварительной обработки.

**Ключевые слова:** отработанное фритюрное масло, растительные и животные жиры, жирнокислотный состав.

## **RESEARCH OF USED FRYING OIL**

**Verkhoturova S.A.**

Master's student gr. FHM-23-1

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: 20verkhoturovasofa02@mail.ru

**Govorin A.S.**

General Director of Green Technologies LLC

664074, Irkutsk, st. Zheleznodorozhnaya 4th, 104B

e-mail: gt-2020@yandex.ru

**ABSTRACT:** This work reflects the results of a study of the physico-chemical properties and fatty acid composition of samples of used frying oil (FMO). It has been that all samples are different in composition and properties. The subsequent use of FMO as a base for the production of factis, anti-wear ad-

ditives and emulsols or formwork greases is possible only after their pre-treatment.

Keywords: used frying oil, vegetable and animal fats, fatty acid composition.

При термической обработке качество фритюрного масла значительно изменяется (потемнее, неприятный запах и горький привкус). В процессе жарки одновременно происходят физические и термохимические превращения, обусловленные окислением жиров, и взаимодействием масла, воды и пищевых ингредиентов. В результате во фритюрных маслах накапливаются вторичные термостабильные продукты сополимеризации и окисления ненасыщенных жирных кислот (альдегиды, кетоны, спирты, кислоты, эфиры, углеводороды, лактоны и ароматические соединения). В этом случае фритюрное масло считается отработанным [1, 2].

Отработанные фритюрные жиры (ФМО), относящиеся к 4-му классу опасности, накапливаются на пищевых предприятиях в больших количествах. Вследствие чего появляется необходимость их переработки. И на первом этапе переработки необходимо провести анализ химического состава и дать оценку физико-химических показателей ФМО.

В связи с этим, целью данной работы являлось исследование физико-химических показателей и жирнокислотного состава отработанных фритюрных масел трех образцов, собранных с разных пищевых производств Иркутской области и Республики Бурятия.

Внешний вид образцов представлен на рис.1 (а, б, в) в стеклянных цилиндрах объёмом 100 мл. Далее, образец на рис.1 (а) промаркирован как образец №1, рис.1 б) – образец №2, рис.1 (в) – образец №3.



(а) образец №1



(б) образец №2



(в) образец №3

**Рисунок 1.** Внешний вид образцов ФМО в стеклянных цилиндрах объёмом 100 мл

Результаты исследований физико-химических свойств ФМО отражены в табл. 1.

Таблица 1

**Физико-химические свойства образцов ФМО**

№	Показатель	ФМО		
		Образец 1	Образец 2	Образец 3
1	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	922,952	921,043	923,21
2	Перекисное число, ммоль ½ О/кг	5,302	3,008	3,945
3	Кислотное число, мг КОН на 1 г жира	3,122	12,211	2,659
4	Йодное число, г I <sub>2</sub> /100 г	81,505	75,958	81,537
5	Число омыления, мг КОН/г	230,916	234,4	229,981
6	Содержание воды, %	0,117	0,106	0,1195
7	Вязкость, мм <sup>2</sup> /с	69,438	72,654	77,446

Как видно из табл. 1 во всех исследуемых образцах ФМО содержание первичных и вторичных продуктов окисления отличается. Было установлено, что в образце №1 в большей мере присутствуют первичные продукты окисления (перекиси и гидроперекиси), а в образце №2 свободные жирные кислоты. Данное отличие значений связано с различным количеством присутствующих в них ненасыщенных жирных кислот, которые более подвержены окислению, а также с различной технологией, при которой проходила высокотемпературная обработка фритюрного масла, вследствие чего мог пройти гидролиз жировой фазы.

Был изучен жирнокислотный состав отработанных фритюрных масел. Пробоподготовку проводили путем переэтерификации ФМО метиловым спиртом с разделением на глицериновую и жирнокислотную части. Жирнокислотную часть исследовали методом хромато-масс-спектрометрии (ХМС). Жирнокислотный состав каждого из трёх образцов представлены в таблице 2.

Таблица 2

**Результаты проведения исследований жирнокислотного состава ФМО**

№ п/п	Наименование жирной кислоты в составе ФМО	Образец 1, % масс.	Образец 2, % масс.	Образец 3, % масс.
1	C14	0,1	0,07	0,33
2	C16:1	0,15	0,21	0,25
3	C16	12,17	7,81	16,37

Продолжение таблицы 2

4	C18:2	44,87	49,12	14,84
5	C18:1	36,54	36,76	36,16
6	C18	4,13	3,56	24,43
7	C20:1	0,32	0,43	4,25
8	C20	0,54	0,56	0,43
9	C22	1,17	1,31	0,89
10	C24	-	0,18	0,25
ИТОГО		100	100	100

Из данных, приведённых в таблице 2, можно сделать вывод о том, что используемое в настоящем исследовании ФМО состоит в основном из растительных масел. На это указывает высокое содержание ненасыщенных жирных кислот (C18:2, C18:1), однако не исключено, особенно в образце 3, наличие животных жиров, состав которых характеризуется насыщенными жирными кислотами (C16, C18).

Таким образом, было выявлено, что химический состав растительных масел всех образцов ФМО различный и дальнейшее их применение возможно только в результате тщательно подобранной схеме переработки. Для этого требуются дополнительные исследования.

Отработанные фритюрные масла могут найти применение в качестве основы для производства фактиса, компонента при производстве противозносной присадки для дизельного топлива с низким содержанием серы и компонента для создания эмульсолов или смазок опалубки при производстве железобетонных изделий.

#### Библиографический список:

1. Шапаков, Н. А. Технологические аспекты и перспективы переработки отработанного фритюрного масла / Н. А. Шапаков // Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. – 2015. – Т. 1, № 8. – С. 809-813.
2. Симакова, И. В. Исследование качества жиров в технологии производства фритюрной продукции / И. В. Симакова, А. С. Носова // Аграрная наука в XXI веке: проблемы и перспективы : VII Всероссийская научно-практическая конференция, Саратов, 18–22 марта 2013 года / Под редакцией И.Л. Воротникова. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2013. – С. 284-287.

УДК 575.8+574.9

### **ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИ ПЕРСПЕКТИВНОГО ВИДА РАСТЕНИЙ *ANEMONE ALTAICA* В ЮЖНОМ ПРИБАЙКАЛЬЕ**

**Нелюбина П.Е.**

магистрант

Иркутский государственный университет  
664003, г. Иркутск, ул. Карла Маркса, 1,  
Сибирский институт физиологии и биохимии  
растений СО РАН  
664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 132  
e-mail: nelubina01@mail.ru

**Швецова Н.А.**

ведущий инженер

Сибирский институт физиологии и биохимии  
растений СО РАН  
664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 132  
e-mail: shvecovanatasha1997@gmail.com

**Павличенко В.В.**

старший научный сотрудник

Сибирский институт физиологии и биохимии  
растений СО РАН  
664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 132,  
Иркутский государственный университет  
664003, г. Иркутск, ул. Карла Маркса, 1  
e-mail: vpravlichenko@gmail.com

**Протопопова М.В.**

старший научный сотрудник

Сибирский институт физиологии и биохимии  
растений СО РАН  
664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 132,  
Иркутский государственный университет  
664003, г. Иркутск, ул. Карла Маркса, 1  
e-mail: marina.v.protopopova@gmail.com

**АННОТАЦИЯ:** Работа посвящена исследованию пространственно-генетической структуры редкого и биотехнологически перспективного вида растений *Anemone altaica* в Южном Прибайкалье. Результаты показали, что вид представлен тремя группами популяций, формирующих его генофонд в Южном Прибайкалье.

Ключевые слова: ветреница алтайская, хребет Хамар-Дабан, редкие виды.

**GENETIC STRUCTURE OF BIOTECHNOLOGICALLY PROMISING  
PLANT SPECIES ANEMONE ALTAICA IN THE SOUTH CIS-BAIKAL  
REGION**

**Nelyubina P.E.**

Master student

Irkutsk State University

664003, Irkutsk, st. Karl Marx, 1

Siberian Institute of Plant Physiology and

Biochemistry SB RAS

664033, Irkutsk, st. Lermontova, 132

e-mail: nelubina01@mail.ru

**Shvetsova N.A.**

Chief engineer

Siberian Institute of Plant Physiology and

Biochemistry SB RAS

664033, Irkutsk, st. Lermontova, 132

e-mail: shvecovanatasha1997@gmail.com

**Pavlichenko V.V.**

Senior researcher

Siberian Institute of Plant Physiology and

Biochemistry SB RAS

664033, Irkutsk, st. Lermontova, 132

Irkutsk State University

664003, Irkutsk, st. Karl Marx, 1

e-mail: marina.v.protopopova@gmail.com

**Protopopova M.V.**

Senior researcher

Siberian Institute of Plant Physiology and

Biochemistry SB RAS

664033, Irkutsk, st. Lermontova, 132

Irkutsk State University

664003, Irkutsk, st. Karl Marx, 1

e-mail: marina.v.protopopova@gmail.com

**ABSTRACT:** The study was dedicated to estimating the spatial-genetic structure of the rare and biotechnologically promising plant species *Anemone altaica* in the Southern Cis-Baikal region. The results indicated that the species is represented by three populations groups, which form its gene pool in the southern Cis-Baikal.

**Keywords:** *Anemone altaica*, the Khamar-Daban Ridge, endangered species.

Работа направлена на изучение пространственно-генетической структуры ветреницы алтайской (*Anemone altaica* Fisch. ex C. A. Mey.). В Южном Прибайкалье, на хр. Хамар-Дабан расположен оторванный от основного крайне восточный фрагмент сибирской части ареала вида. Ветреница алтайская обладает биотехнологическим потенциалом и активно ис-

пользуется в народной медицине ряда стран Европы и Азии. Вторичные метаболиты, содержащиеся в растении, обладают обезболивающими, антимикробными и противовоспалительными свойствами [1]. Вид является неморальным реликтом [2] и имеет статус редкого или уязвимого вида, и на территории Южной Сибири включен в Красные книги Иркутской области (2020) и Республики Бурятия (2013). Определение генетического разнообразия популяций видов является важным условием для оценки генофонда биотехнологически ценных растений, а также разработки мер по сохранению и восстановлению редких видов.

Сбор образцов для молекулярно-генетического анализа проводили из нескольких популяций *A. altaica* в предгорьях хр. Хамар-Дабан (поймы рек Безымянная, Утулик, Хара-Мурин, Снежная, Большой Мамай, Выдринная, Осиновка, Мишиха, Мантуриха, Мысовка, Большая Речка, Еловка). В качестве молекулярных маркеров использовали регионы пластидной ДНК: *trnL* и *trnL-trnF*. Филогенетический анализ проводили методом максимального правдоподобия (ML) в MEGA v. 6.06. и байесовским анализом (BI) в MrBayes v. 3.2.7.

Результаты показали наличие как минимум трех филогеографических групп *A. altaica* на хр. Хамар-Дабан, которые могли сформироваться в результате их изоляции в течение ледниковых максимумов плейстоцена. В популяциях восточного участка хребта выявлено три пластотипа (P1, P2 и P5), в популяциях из центральной части – пластотипы P2 и P4, в крайне западных популяциях – пластотипы P3 и P4. Зона вторичного контакта между центральной и восточными группами приходится на восточную границу микрорефугиума II (р. Выдринная) и на центральную часть микрорефугиума III (р. Осиновка, пос. Танхой), между центральной и западной группами – на восточную границу микрорефугиума I (р. Бабха), где одновременно обнаруживаются гаплотипы из разных географических участков. Полученные результаты важны для установления генофонда *A. altaica* в Южном Прибайкалье.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-24-00501, <https://rscf.ru/project/23-24-00501/>.*

#### Библиографический список:

1. Hao D.C., Gu X., Xiao P. *Anemone* medicinal plants: ethnopharmacology, phytochemistry and biology / Hao D.C. [et al.] // *Acta pharmaceutica Sinica B*. 2017. Vol. 7. P. 146-158.
2. Чепинога В.В., Протопопова М.В., Павличенко В.В. Выявление вероятных плейстоценовых микрорефугиумов на северном макросклоне хребта Хамар-Дабан (Южное Прибайкалье) // *Сибирский Экологический Журнал*. 2017. Т. 24, № 1. С. 44–50.

УДК 665.1.09

**ГЛУБОКОЕ ГИДРИРОВАНИЕ СМЕСЕЙ РАСТИТЕЛЬНЫХ  
МАСЕЛ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ И СРАВНЕНИЕ  
СВОЙСТВ СТЕАРИНОВ РАЗНОГО СОСТАВА**

**Бессольцев В.В.**

магистрант гр. БПм-22-1

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет  
664070, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83  
e-mail: vityaly16@yandex.ru

**Луцкий В.И.**

к.х.н., профессор

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет  
664070, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83  
e-mail: vladlutsky@gmail.com

**Куприна О.В.**

к.х.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет  
664070, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83  
e-mail: rudra@mail.ru

**АННОТАЦИЯ:** Полностью гидрированные растительные масла – один из важных компонентов современных маргаринов без транс-жиров. В результате исследования были отработаны условия глубокого гидрирования смесей соевого и пальмового масел в лабораторном реакторе. В полученных стеаринах были определены температура плавления, йодное число, содержание триацилглицеринов при разных температурах (ТТГ). На основе стеаринов с использованием реакции переэтерификации ацильных радикалов были синтезированы пержиры. Исследование физико-химических характеристик этих жиров показало, что они могут быть использованы в качестве жировой основы маргарина.

Ключевые слова: гидрирование жиров, переэтерификация, соевое масло.

**FULL HYDROGENATION OF VEGETABLE OIL BLENDS IN LA-  
BORATORY CONDITIONS AND COMPARISON OF THE PROPER-  
TIES OF THE DIFFERENT STEARINS**

**Bessoltsev V.V.**

Master student

Irkutsk National Research Technical University  
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83  
e-mail: vityaly16@yandex.ru

**Lutskiy V.I.**

professor

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: vladlutsky@gmail.com

**Kuprina O.V.**

Assistant professor

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: rudra@mail.ru

**ABSTRACT:** The full hydrogenation of blending mixtures of soybean oil and palm oil was investigated. The following characteristics for the obtained stearins: solid fat content (SFC), melting point and iodine value were determined. The properties of the different stearins were compared. Fats were synthesized from the obtained stearins using the transesterification reaction. It was shown the obtained fats has all the necessary properties to be used as a fat for margarines.

**Keywords:** full hydrogenation, interesterification, soybean oil.

Современные маргарины, свободные от транс-жиров производятся либо из пальмового масла, либо из жидких масел (подсолнечное, соевое, рапсовое). Во втором варианте, для получения жиров с необходимыми физико-химическими характеристиками используется реакция переэтерификации ацильных радикалов между жидким маслом и его полностью гидрированной твёрдой формой – «стеарином». Полностью гидрогенизированное соевое масло имеет температуру плавления 70<sup>0</sup>С [1], что не очень удобно, поскольку есть риск застывания такого стеарина в трубопроводе. Поэтому для гидрирования обычно используют смесь соевого масла и пальмового в соотношении 70:30. Получающийся при промышленном гидрировании такой смеси стеарин имеет температуру плавления 61-62<sup>0</sup>С.

Свойства стеарина влияют на характеристики сделанного на его основе пержира (жира, полученного в результате реакции переэтерификации), который, в свою очередь, определяет качество произведённого из него маргарина.

Целью данного исследования было: 1) найти условия для полного гидрирования смеси масел в лабораторном реакторе; 2) сравнить характеристики стеаринов лабораторного и промышленного производства; 3) получить стеарины разного состава, исследовать их свойства и оценить пригодность для участия в реакции переэтерификации.

Материалы и методы. Постановка метода полного гидрирование масел осуществлялась в лабораторном специализированном реакторе ЭФКО. Переэтерификация смеси масел проводилась по разработанному нами ме-

тоту в вакуумном дистилляторе ВУСНІ. Массовая доля твёрдых триацилглицеринов (ТТГ) при разных температурах определялась на ЯМР-анализаторе по [2]. Температуру плавления, и твёрдость по Каминскому определяли в соответствии с [3], йодное число по [4].

**Результаты и обсуждение.** На первом этапе исследования были подобраны условия для полного гидрирования в лабораторном реакторе ЭФ-КО смеси масел соевого и пальмового в соотношении 70:30. В полученном стеарине определяли температуру плавления, йодное число и количество твёрдых триацилглицеринов при разных температурах (ТТГ). Данные представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Физико-химические характеристики стеаринов промышленного и лабораторного изготовления**

стеарин	t <sub>плавл</sub> °C	йодное число I <sub>2</sub> /100г	ТТГ %				
			10 °C	15 °C	20 °C	30 °C	35 °C
пром. 70:30	61-62	2,0-5,0	98,3	98,2	98,0	97,6	97,4
лаб. 70:30	61,8	3,6	98,5	98,4	98,3	98,1	98,1
лаб. 50:50	60,7	3,8	98,5	98,4	98,3	98,1	98,1

Исходя из результатов, можно заключить, что сделанный в лабораторных условиях стеарин практически идентичен промышленному и, соответственно, процесс гидрирования в лабораторном реакторе проходит достаточно полно.

На следующем этапе исследований было проведено гидрирование смеси соевого и пальмового масел в соотношении 50:50 (таблица 1). Новый стеарин имеет несколько меньшую температуру плавления, что подтверждает теоретические представления о влиянии содержания пальмитиновой кислоты на свойства стеарина, но изменение соотношения масел не повлияло на профиль ТТГ.

Далее нами была проверена способность лабораторных стеаринов участвовать в реакции переэтерификации. Это важная характеристика стеаринов, поскольку стеарин необходимая компонента для получения пержира - жировой основы маргарина. С этой целью на основе лабораторных стеаринов были синтезированы пержиры и проведено их сравнение с пержиром из промышленного стеарина. Состав пержира был выбран следующий: (30% стеарин, 52% соевое масло, 18% кокосовое масло). Данные представлены в таблице 2.

Таблица 2

**Физико-химические характеристики пержиров**

Пержир на основе стеарина:	t <sub>плавл</sub> °C	Твёрдость г/см	ТТГ %				
			10 °C	15 °C	20 °C	30 °C	35 °C

Продолжение таблицы 2

пром. 70:30	33,0- 36,0	166-235	40,9- 44,8	31,6- 33,0	23,4- 22,8	9,4- 8,3	6,8- 5,1
лаб. 70:30	34,4	228	43,6	33,4	23,1	9,5	5,5
лаб. 50:50	34,0	235	43,3- 45,5	32,5- 34,0	22,9- 23,5	8,3- 9,9	4,9- 6,4

Результаты экспериментов позволяют сделать вывод, что стеарины, полученные гидрированием в лабораторном реакторе, обладают всеми необходимыми характеристиками промышленного стеарина и участвуют в реакции переэтерификации. Это открывает перспективу получать стеарины самого разного состава и синтезировать на их основе пержиры. Разработанный лабораторный метод даёт возможность для конструирования и изучения жиров с различными свойствами для нужд масложировой промышленности.

#### Библиографический список:

1. Li D., Adhikari P., Shin J.-A., et al. Lipase-catalyzed interesterification of high oleic sunflower oil and fully hydrogenated soybean oil comparison of batch and continuous reactor for production of zero trans shortening fats // Food Science and Technology. 2010. V.43. P.458-464

2. ГОСТ 31757-2012 Масла растительные, жиры животные и продукты их переработки. Определение содержания твердого жира методом импульсного ядерно-магнитного резонанса.

3. ГОСТ 32189-2013 Маргарины, жиры для кулинарии, кондитерской, хлебопекарной и молочной промышленности. Правила приёмки и методы контроля.

4. ГОСТ ISO 3961-2020. Жиры и масла животные и растительные. Определение йодного числа.

УДК 005.6

### ОСНОВНЫЕ ОШИБКИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ АНАЛИЗА ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ

**Полонникова Е. А.**

магистрант группы БПм-22

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

664074, РФ, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: e.polonnikova@yandex.ru

**Евстафьева О.А.**

доцент,

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет

664074, РФ, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

**АННОТАЦИЯ:** В докладе отражены основные ошибки, допускаемые производителями пищевой продукции при внедрении системы ХАССП.

Ключевые слова: качество, ХАССП, опасные факторы.

## **MAJOR ERRORS IN CONDUCTING HAZARD ANALYSIS**

**E.A.Polonnikova**

Master's student

Irkutsk National Research Technical University

664074, RF, Irkutsk, Lermontova st., 83

e-mail: e.polonnikova@yandex.ru

**Evstaf`eva O.A.**

Irkutsk National Research Technical University

664074, RF, Irkutsk, Lermontova st., 83

**ABSTRACT:** The report reflects the main mistakes made by food manufacturers when implementing the HACCP system.

Keywords: quality, HACCP, hazardous factors

Для обеспечения безопасности пищевой продукции используется модель управления, основанная на принципах ХАССП. В первую очередь, важно определить происхождение тех или иных загрязнителей, которые могут попасть в пищевую продукцию и сделать ее небезопасной. Производителю необходимо провести глубокий анализ своих производственных процессов, чтобы понять, на каких этапах и чем может произойти загрязнение. Определив природу этих загрязнений, он может организовать мероприятия по предупреждению, либо снижению вероятности загрязнения пищевой продукции.

К основным группам опасных факторов относятся:

- физические (попадание посторонних предметов);
- микробиологические (вызванные размножением патогенных микроорганизмов);

- химические (химические вещества, радионуклиды, аллергены).

Источниками загрязнений могут быть:

- персонал (знания, навыки, добросовестное отношение к своим обязанностям, выполнение процедур);

- помещения (производственная среда, внутренняя отделка, чистота);

- технологии (полнота и правильность процедур, проверка выполнения);

- оборудование (гигиеничное проектирование, гигиенический дизайн, методы обслуживания, чистка, применяемые смазочные материалы с пищевым допуском);

- сырье и материалы (включая моющие и дезинфицирующие средства);
- готовая продукция;
- отходы;
- конденсат/воздух/пыль;
- вредители;
- вода;
- упаковка.

Анализ перечисленных источников дает представление о вероятности возникновения тех или иных загрязнений. Такой анализ предусмотрен действующим законодательством ([1], [2]), добровольными стандартами на СМБП ([3]), ГОСТами, ТУ, СТО, технической документацией, а также чек-листами розничных торговых сетей, по которым проводятся аудиты их поставщиков.

В основе всех перечисленных требований лежит концепция и принципы ХАССП, ядром которых является анализ и оценка опасных факторов.

Логическая последовательность шагов по применению ХАССП состоит из 12 этапов и отражена на рисунке 1.



**Рисунок 1.** 12 этапов внедрения системы ХАССП.

Первым из 7 принципов ХАССП является проведение анализа опасностей. Однако, прежде чем провести такой анализ, необходимо сделать первый шаг: собрать команду. На этом этапе предприятия часто допускают *первую ошибку*: в проведении анализа опасностей участвует только один человек. Как правило, это начальник лаборатории, технолог или директор по качеству. При этом в процессе не участвуют представители инженерно-технической службы, логистики, службы закупок или.

Согласно требованиям [3], анализ опасностей должна проводить группа по безопасности пищевой продукции (группа ХАССП). Группа обладает многопрофильными знаниями не только в технологии, но и в системном управлении, отлично понимает все процессы, владеет соответствующими методиками. Принцип «одна голова хорошо, а две – лучше» дает более эффективный результат. Руководитель группы должен владеть всеми необходимыми знаниями не только по технологии производства продукции. В зоне его внимания должны быть и системные, управленческие вопросы. Он должен быть способен управлять группой и задавать векторы ее работы.

Исходной информацией для анализа является информация о сырье, упаковке, а также о готовой продукции. *Второй ошибкой* является то, что не все опасные факторы оказываются рассмотрены по причине отсутствия знаний о процессе, природе возможных загрязнителей.

Группа по безопасности пищевой продукции должна описать запланированное использование конечной пищевой продукции и категорию потребителей. Для предупреждения возможных опасностей, одной из мер управления будет указание режима потребления, либо инструкции по надлежащему приготовлению продукции на этикетке. Сроки годности, указанные на этикетке, должны быть обоснованы и подтверждены лабораторными исследованиями. Таким образом, *третьей ошибкой* является указание на этикетке ничем не подтвержденных сроков годности. Не все производители учитывают опасные факторы, которые могут реализоваться и попасть в продукцию в случае отсутствия контроля за целостностью упаковки. Часто не оцениваются опасности, связанные с нарушением условий хранения и образованием конденсата внутри упаковки. Не рассматриваются опасности, связанные с неправильным использованием продукции потребителем, например, по истечении срока годности, или после вскрытия упаковки. Моменты, связанные с возрастным ограничением использования продукта, либо связанным с группой здоровья потребителя и т.д.

*Четвертой ошибкой* является разработка анализа опасностей без учета важных технологических этапов производства, например, таких? как внесение воды, сжатого воздуха, пищевых добавок, петли возврата (переработка исправимого брака или возвратных отходов). Также анализ будет зависеть от правильности и подробности блок-схемы (поточной диаграм-

мы) технологического процесса, прорисовки схемы помещений, в которых происходит и не происходит обработка пищевых и непищевых продуктов, пунктов санитарной обработки, расположения туалетов, умывальников, хозяйственно-бытовых зон, возможных загрязнений от сырья, смазочных материалов, поддонов, персонала. Обязательно наличие технологических инструкций.

Согласно [3], блок-схемы технологических процессов должны включать:

- последовательность и взаимодействие операций при производстве;
- любые процессы, передаваемые для выполнения внешним организациям (аутсорсинг);
- места, где вводятся сырьевые материалы, ингредиенты, вещества для улучшения технологических свойств, упаковочные материалы, вспомогательные материалы и промежуточные продукты;
- места, где выполняется переделка и переработка;
- места, где осуществляется выпуск или удаление конечных продуктов, промежуточных продуктов, побочных продуктов и отходов.

*Пятой ошибкой* является отсутствие верификации блок-схем группой ХАССП, что приводит к отличию схемы от реального расположения оборудования и технологического процесса.

К распространенным ошибкам в блок-схемах можно отнести:

- непоследовательное расположение блоков (переходы выполнены по диагонали, вбок и т.п.);
- использование разных цветов (если цвет не несет смысловой нагрузки, то он перегружает схему);
- использованы нестандартные элементы и фигуры (звездочки, треугольники, ромбы и т.п.);
- некорректно определены этапы процесса (например, «компрессор», «осушитель воздуха»);
- схема перегружена (лучше составлять несколько схем с элементами перехода);
- не учтены входы (воды, сжатого воздуха, модифицированной газовой среды и т.д.);
- не учтены выходы (отходы, петли возврата).

*Шестая ошибка* заключается в том, что нередко анализ опасностей проведен без учета внедренных необходимых базовых программ (ППУ, ОППУ), из-за этого получается слишком много ККТ либо ОППУ. Необходимо четко выполнять последовательность внедрения сначала базовых программ предварительных мероприятий (ППУ). И только с учетом результативно внедренных ППУ можно проводить анализ опасностей. Требования к базовым гигиеническим условиям указаны в ст.ст. 10-17 ТР ТС 021/2011 [1]. Проверенные инструменты ППУ также указаны в п. 8.2.4

ГОСТ Р ИСО 22000-2019 [3]. Детализированные требования к ППУ приведены в [4].

После сбора предварительной необходимой информации, группа по безопасности пищевой продукции должна для каждого технологического процесса выявить и задокументировать опасные факторы, которые могут присутствовать, возникнуть, возрасти либо сохраняться в продукции. Важно провести исследование каждого этапа.

Сбор опасных факторов может быть проведен на основе следующих элементов:

- предварительная информация о сырье и готовой продукции;
- опыт в производстве;
- внешняя и внутренняя информация;
- производственная практика;
- информация от участников продуктовой цепи;
- информация от потребителя (рекламации);
- законодательство и требования потребителей.

*Седьмой ошибкой* является то, что для одного и того же опасного фактора определена разная тяжесть последствий на разных этапах производства. Например, тяжесть последствий от стекла, которое попало с сырьем или по причине несоблюдения программы контроля стекла на этапе упаковки, будет одинаковой для горла потребителя. Тяжесть последствий всегда одинакова для конкретного опасного фактора, а вероятность возникновения и реализации этого фактора – разная, в зависимости от мер управления на конкретном этапе. И, проводя оценку опасностей, необходимо определить меры, которые уже установлены на данном этапе, и в зависимости от этого определить вероятность. В зависимости от установленной тяжести последствий и вероятности возникновения опасного фактора, можно выделить значимые и значительные опасные факторы, которыми далее необходимо управлять.

К *восьмой ошибке* можно отнести непонимание разницы между значительной и потенциальной опасностью. Согласно [3], опасности, относящиеся к безопасности пищевых продуктов – это биологические, химические или физические вещества в пищевых продуктах, потенциально способные оказать неблагоприятное воздействие на здоровье. Они управляются с помощью программ предварительных условий. Значительная опасность в области безопасности пищевых продуктов – это опасность в области пищевых продуктов, идентифицированная посредством оценки опасностей, которая должна управляться посредством управляющих воздействий.

К мерам управления для микробиологических опасностей можно отнести:

- термическая обработка;

- применение ультрафиолета;
- контроль pH;
- заморозка;
- засолка;
- применение вакуума;
- применение химикатов;
- сушка и т.п..

Меры управления, связанные с химическими опасностями:

- техническое обслуживание коммуникаций;
- санитарная обработка между ТО и ППР;
- санитарная программа;
- контроль пищевых добавок;
- управление поставщиками;
- программа по борьбе с вредителями;
- программа управления аллергенами и т.п.

Меры управления, связанные с физическими опасностями:

- просеивание;
- установка магнитов;
- процедуры по личной гигиене;
- фильтрация;
- установка экранов;
- установка детекторов (металлодетектор, X-RAY детектор);
- программа борьбы с вредителями;
- программа по контролю стекла и дерева, и др.

В качестве *девятой ошибки* стоит отметить, что продукты жизнедеятельности вредителей относят к микробиологическим факторам. Правильно относить их к физическим факторам. А неблагоприятную микрофлору в виде конкретного микроба, которого могут переносить эти вредители, отнести уже к микробиологической опасности.

*Десятая ошибка:* при управлении опасностями путаница в понятиях «приемлемый уровень» и «критические пределы». Приемлемый уровень относится к опасным факторам. Это показатели безопасности согласно ТР ТС 021/2011 [1], ГОСТов, спецификаций и других нормативных документов на продукт. А критические пределы – это параметры процесса, относятся к мерам его управления: температура, время, влажность, активность воды, масса, кислотность, pH и т.п. Поскольку параметры процесса определяются через измерение, при установлении критических пределов в плане управления опасностями, необходимо учитывать погрешность средств измерения.

Таким образом, пищевая безопасность не может быть достигнута без программ предварительных мероприятий, результативно внедренных на предприятии. И только тщательно выстроенные ППУ помогут осознанно

пройти 12 шагов, и позволит построить конкурентоспособную систему ХАССП, которой не страшны никакие проверки. А для снижения ошибок необходимо регулярно повышать квалификацию персонала.

Библиографический список:

1. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» (с изменениями на 14 июля 2021 г.);
2. СанПиН 2.3/2.4.3590-20 "Санитарно-эпидемиологические требования к организации общественного питания населения";
3. ГОСТ Р ИСО 22000-2019 Системы менеджмента безопасности пищевой продукции. Требования к организациям, участвующим в цепи создания пищевой продукции
4. ГОСТ Р 54762-2011/ISO/TS 22002-1:2009 Программы предварительных требований по безопасности пищевой продукции

УДК 665.1.09

**СПОСОБНОСТЬ К АЭРАЦИИ КОММЕРЧЕСКИХ  
МАРГАРИНОВ И ЛАБОРАТОРНЫХ  
ПЕРЕЭТЕРИФИЦИРОВАННЫХ ЖИРОВ**

**Бессольцев В.В.**

магистрант гр. БПм-22-1

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет  
664070, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83  
e-mail: vityaly16@yandex.ru

**Куприна О.В.**

к.х.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский  
технический университет  
664070, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83  
e-mail: rudra@mail.ru

**АННОТАЦИЯ:** Было проведено исследование способности к взбиванию (аэрации) двух коммерческих маргаринов разных производителей. Помимо взбиваемости, у маргаринов определялись также температура плавления, твёрдость, содержание твёрдых триглицеридов при разных температурах, жирнокислотный состав. С целью установления связи между составом жировой основы маргарина и способностью к взбиванию, был синтезирован ряд 4-х компонентных пержиров. У синтезированных жиров также были определены физико-химические характеристики и способность к взбиванию. Найден состав пержира с повышенной взбиваемостью.

**Ключевые слова:** маргарин без транс-жиров, аэрация, взбиваемость, переэтерификация жиров.

## **AERATION ABILITY OF COMMERCIAL MARGARINES AND LABORATORY INTERESTERIFICATED FATS**

**V.V. Bessoltsev**

Master student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: vitaly16@yandex.ru

**O.V. Kuprina**

Assistant professor

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: rudra@mail.ru

**ABSTRACT:** Differences between margarines in whipping ability and other physicochemical properties were discovered. Fatty acid composition of RusAgro margarine showed that it is made from palm oil. Whereas fatty acid composition of IFORP margarine showed that it is made primarily from soybean oil (liquid and fully hydrogenated) with minimal addition of tropical oils. To study the relationship between the whipping ability of margarine and composition of the fat base, a number of interesterificated fats of various compositions were obtained. We studied 4-component of interesterificated fats. As a result of the study, the composition of interesterificated fat with the highest whipping ability was found.

**Keywords:** Trans-free margarine, aeration, whipping, interesterification of fats.

Взбиваемость (способность к аэрации) маргарина – одна из важных потребительских характеристик этого продукта. Не все маргарины взбиваются одинаково хорошо. Современные маргарины, свободные от транс-жиров, изготовленные на основе российских (северных) растительных масел, имеют некоторые проблемы с взбиваемостью. Аэрация жиров – сложный процесс, зависящий от совокупности различных факторов: общего жирнокислотного состава, распределения жирных кислот в триглицеридах, твёрдости, пластичности, от температуры плавления, условий кристаллизации, наличия эмульгаторов и пр. Эти закономерности носят нелинейный характер, и определяются в каждом случае эмпирически [1].

Целью данного исследования было сравнение взбиваемости коммерческих маргаринов и изучение зависимости величины аэрации жиров от их состава. Также стояла задача найти жировую основу для маргарина с наиболее высокой взбиваемостью на основе соевого масла и с минимальным содержанием тропических масел.

Материалы и методы

Маргарины производства компании «РусАгро» и производства ОАО «Иркутский масложиркомбинат» (ИМЖК).

Переэтерификация смеси масел проводилась по разработанному нами методу в вакуумном дистилляторе ВУСНІ. Массовая доля твёрдых триацилглицеридов (ТТГ) при разных температурах определялась на ЯМР-анализаторе по [2]. Температуру плавления, температуру застывания и твёрдость по Каминскому измеряли в соответствии с [3]. Жирнокислотный состав анализировали методом газовой хроматографии по [4]. Количественную оценку взбиваемости проводили по разработанному нами методу. Коэффициент взбиваемости рассчитывался по формуле:

$$K_p = (p_{\text{невзбитого}}/p_{\text{взбитого}} - 1) \cdot 100.$$

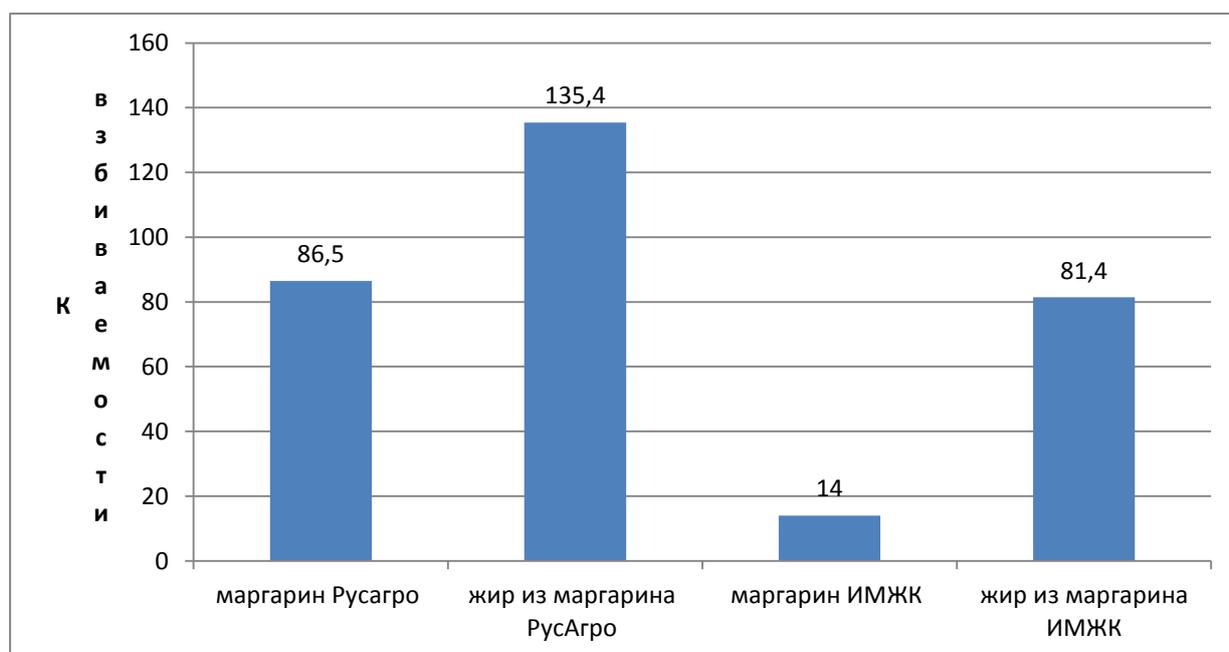
#### Результаты и обсуждение

В ходе проведённых экспериментов были обнаружены различия между маргаринами по взбиваемости и некоторым другим физико-химическим свойствам. Данные представлены в таблице 1 и на диаграмме 1.

Таблица 1

#### **Физико-химические характеристики маргаринов и их жировых основ**

№	жир	Т <sub>плавл</sub> С°	Тверд г/см	ТТГ <sub>20</sub> %	К <sub>р</sub>
1	маргарин РусАгро	36,4	36	-	86,5
2	жир из маргарина РусАгро	37,3	82	14-16	135,4
3	маргарин ИМЖК	37-38	27-32	-	14
4	жир из маргарина ИМЖК	37-38	170-230	21-22	81,4



**Диаграмма 1.** Сравнение взбиваемости маргаринов и их жировых основ

Такие расхождения обусловлены, вероятно, различным жирнокислотным составом этих маргаринов. Результаты хроматографического анализа представлены в таблице 2.

Таблица 2

**Жирнокислотный состав маргаринов РусАгро и ИМЖК; а также пальмового масла (показаны только основные жирные кислоты)**

Жирная кислота	маргарин РусАгро	маргарин ИМЖК	пальмовое масло
Лауриновая С12:0	0,64	10,5	0,1-1,0
Миристиновая С14:0	1,13	3,7	0,9-1,5
Пальмитиновая С16:0	37,1	13,9	41,8-46,8
Стеариновая С18:0	5,4	23,0	4,5-5,1
Олеиновая С 18:1	34,1	11,0	37,3-40,8
Линолевая С18:2	18,3	27,0	9,1-11,0
Линоленовая С18:3	0,2	3,4	0,4-0,6

Из жирнокислотного профиля маргарина «РусАгро» видно, что он изготовлен из пальмового масла. Тогда как жирнокислотный состав маргарина ИМЖК говорит о том, что он произведён преимущественно из соевого масла (жидкого и полностью гидрогенизированного) с минимальным добавлением тропических масел.

Для изучения корреляции между взбиваемостью маргарина и составом жировой основы, был синтезирован ряд переэтерифицированных жиров различного состава. Были изучены 4-компонентные переэтерифицированные жиры, полученные из смесей, содержащих: полностью гидрогенизированное соевое масло (соевый стеарин), жидкое соевое масло, пальмовое масло, кокосовое масло.

Таблица 3

**Четырёхкомпонентные пержиры**

№	пержир	Т <sub>плавл</sub> С°	Тверд г/см	ТТГ <sub>20</sub>	К <sub>p</sub>
233	30 ст/10кокос/20пальма/40 соя	42,0	172	29,7	96,3
226	20 ст/10кокос/40пальма/30 соя	38,6	359	28,5	76,6
229	20 ст/10кокос/40пальма/30 соя	39,0	286	27,2	80,7
228	15 ст/10кокос/40пальма/35 соя	35,0	211	21,3	71,1
230	20 ст/15кокос/35пальма/30 соя	37,8	266	27,2	92,0
231	15 ст/15кокос/35пальма/35 соя	31,7-32,0	223	20,3	84,0
232	20 ст/20кокос/30пальма/30 соя	34,6	293	27,3	98,2

Было определено, что пержиры различного состава на основе соевого масла не столь сильно различаются между собой по способности к взби-

ванию, как предполагалось. Их коэффициент взбиваемости колеблется в диапазоне 71-98

В результате исследования был найден состав переэтерифицированного жира (№ 232), обладающий наиболее высокой взбиваемостью. Его можно рекомендовать для промышленного эксперимента в качестве жировой основы для маргарина с хорошей взбиваемостью.

#### Библиографический список:

1. О'Брайен. Жиры и масла. Производство, состав и свойства, применение. Спб.: Профессия, 2007. 752 с.
2. ГОСТ 31757-2012 Масла растительные, жиры животные и продукты их переработки. Определение содержания твердого жира методом импульсного ядерно-магнитного резонанса.
3. ГОСТ 32189-2013 Маргаины, жиры для кулинарии, кондитерской, хлебопекарной и молочной промышленности. Правила приёмки и методы контроля.
4. ГОСТ 30418-96 Масла растительные. Метод определения жирнокислотного состава.

**Научное издание**

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ХИМИИ, БИОТЕХНОЛОГИИ  
И СФЕРЫ УСЛУГ**

Материалы  
VIII Всероссийской научно-практической конференции  
с международным участием

(г. Иркутск, 25–26 апреля 2024 г.)

Тезисы докладов печатаются в авторской редакции

Оформление обложки В.К. Франтенко

Дата выхода в свет 26.04.2024.

Зак. ЭИ-3. Поз. плана 4.

Усл. печ. л. 12,5.

Оригинал-макет подготовлен в типографии издательства  
ФГБОУ ВО «Иркутский национальный  
исследовательский технический университет»  
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83