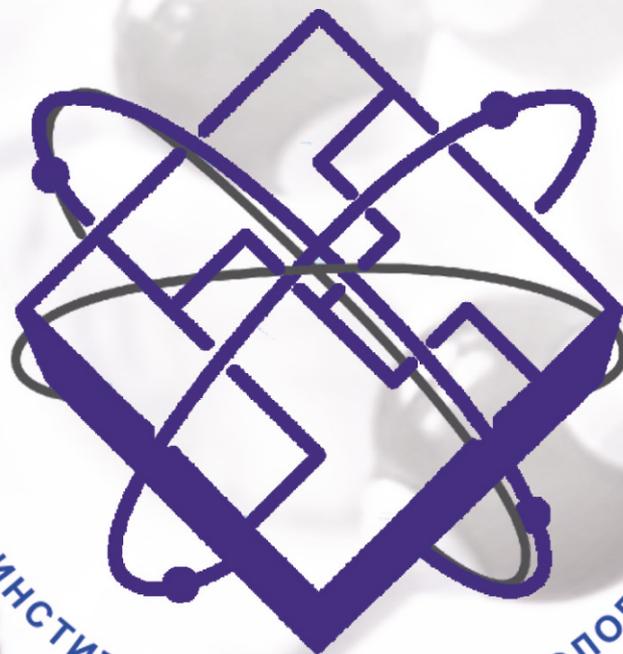


АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ХИМИИ, БИОТЕХНОЛОГИИ И СФЕРЫ УСЛУГ

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

27 – 28 апреля 2023 г.



ИНСТИТУТ ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

**ИРКУТСК
2023 г.**

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ



**ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

приоритет2030⁺
лидерами становятся

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ХИМИИ, БИОТЕХНОЛОГИИ И СФЕРЫ УСЛУГ

**Материалы
VII Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием**

(г. Иркутск, 27–28 апреля 2023 г.)

Сборник материалов



**ИЗДАТЕЛЬСТВО
Иркутского национального исследовательского
технического университета
2023**



УДК 66.0+574/577

ББК 35.11+28.0

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом ИРННТУ

Актуальные проблемы химии, биотехнологии и сферы услуг. Материалы VII Всеросс. науч.-практ. конф. с междунар. участием (г. Иркутск, 27–28 апреля 2023 г.) : сб. материалов. – Иркутск : Изд-во ИРННТУ, 2023. – 190 с.

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

Редакционная коллегия:

Анциферов Е.А. (гл. ред.) – канд. хим. наук, директор Института высоких технологий ФГБОУ ВО «ИРННТУ»;

Степанова М.В. (техн. ред.) – специалист по учебно-методической работе кафедры химии и биотехнологии им. В.В. Тутуриной ФГБОУ ВО «ИРННТУ»

*Материалы публикуются в авторской редакции
и отображают персональную позицию участника конференции.
Авторы опубликованных статей и тезисов несут ответственность
за подбор и точность приведенных фактов, цитат,
экономико-статистических данных и прочих сведений*

ISBN 978-5-8038-1842-7 (VII)
ISBN 978-5-8038-1841-0

© ФГБОУ ВО «ИРННТУ», 2023

СЕКЦИЯ № 1 ПРИКЛАДНАЯ И ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ ХИМИЯ

УДК 544.526:546.822

ФОТОДЕГРАДАЦИЯ НИТРОФЕНОЛА В ПРИСУТСТВИИ АНАТАЗА С ИОНАМИ ПОДГРУППЫ ЖЕЛЕЗА

Д.А. Заев

Аспирант

Российский университет дружбы народов

117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6

e-mail: 1042210122@rudn.ru

И.И. Михаленко

д.х.н., профессор

Российский университет дружбы народов (РУДН)

117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6

e-mail: mikhalenko_ii@pfur.ru

АННОТАЦИЯ: Активность коммерческого анатаза с нанесенными ионами железа, никеля, кобальта в отношении гетерогенной фотодеколоризации УФ облучением от 1 до 10 минут водных растворов 4-нитрофенола (4НФ) возрастает в ряду $contr(0) < Fe^{+3} < Co^{+2} < Ni^{+2}$. Только у образцов с M^{+z} наблюдается снижение фотоактивности с увеличением длительности облучения, что связано с изменением состояния молекул 4НФ в облучаемых растворах – уменьшением степени ассоциации и повышением доли ионизированных молекул, на которые влияет способность M^{+z} к фотовосстановлению.

Ключевые слова: анатаз, железо, кобальт, никель, 4-нитрофенол, фото-деградация.

PHOTODEGRADATION OF NITROPHENOL-4 IN THE PRESENCE OF ANATASE WITH IRON SUBGROUP IONS

D.A. Zaev

Graduate student

Российский университет дружбы народов

117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6

e-mail: 1042210122@rudn.ru

I.I. Mikhailenko

Dr.Chem.Sci д.х.н., professor

Peoples Friendship University of Russia (RUDN University)

117198, Moscow, Miklukho-Maklay, 6

e-mail: mikhalenko_ii@pfur.ru

ABSTRACT: The activity of commercial anatase with deposited iron, nickel, and cobalt ions with respect to heterogeneous photodecolorization by UV

irradiation from 1 to 10 minutes of aqueous solutions of 4-nitrophenol (4NP) increases in the series $contr(0) < Fe^{+3} < Co^{+2} < Ni^{+2}$. Only samples with M^{+z} have a decrease in photoactivity with an increase in the irradiation time. This effect is associated with a change in the state of 4NP molecules in irradiating solutions – a decrease in the association degree and an increase in the content of the ionized 4NP, which are also affected by the ability of M^{+z} to photo reducing.

Keywords: anatase, iron, cobalt, nickel, 4-nitrophenol, photodegradation

При поглощении диоксидом титана фотона с энергией больше ширины запрещенной зоны (3,2 эВ для анатаза, облучение с $\lambda < 390$ нм) происходит возбуждение электрона \bar{e} и его переход из валентной зоны TiO_2 в зону проводимости с появлением дырки h^+ , то-есть образование электронно-дырочной пары $\bar{e}-h^+$, что инициирует окислительно-восстановительные реакции с адсорбированными молекулами. Для практики анатазная модификации представляют наибольший интерес, так как в основном она используются в современных применениях TiO_2 , включая фотокатализ при окислении вредных веществ в очистке воздуха и воды [1,2]. Для расширения диапазона оптического поглощения TiO_2 в видимую часть спектра предложено много подходов, среди которых и легирование ионами металлов, замещающих титан в катионной подрешетке оксида.

Поскольку фотокаталитические процессы протекают на поверхности, возможным подходом является проверка эффекта увеличения активности анатаза при поверхностном введении катионов. Ранее было изучено влияние УФ облучения порошков анатаза (An) без и с нанесенными на поверхность ионами подгруппы меди на в каталитических превращениях этанола в интервале температур 150–400 °C: облучение увеличило выход ацетальдегида и этилена только с TiO_{2An} и Ag/TiO_{2An} [3].

В данной работе на поверхность коммерческого порошка анатаза вводились ионы $M^{+z} = Fe^{+3}, Co^{+2}, Ni^{+2}$ и определялась фотокаталитическая активность систем для гетерогенной составляющей фотодеградаци 4-нитрофенола, часто присутствующего в промышленных стоках канцерогенного загрязнителя водной среды.

Цель работы – определить влияние ионов подгруппы железа на фотоактивность образцов $M^{+z}/анатаз$ в деградации водных растворов 4-нитрофенола при увеличении длительности УФ облучения.

Эксперимент. Образцы порошков анатаза с поверхностными ионами-модификаторами $M^{+z} = Fe^{+3}, Co^{+2}, Ni^{+2}$ получали методом пропиткой TiO_2 (Aldrich, USA, $\geq 99\%$ анатаза, помол 325) водными растворами солей квалификации х.ч. $FeCl_3, CoCl_2 \cdot 6H_2O, NiCl_2 \cdot 2H_2O$ при комнатной температуре в течение 24 ч. Навески солей взяты из расчёта содержания элементов M в атомном соотношении $M:Ti = 1:1000$. После пропитки

проводилось прокаливание образцов при 400°C в течение 30 минут. Цвет образцов M^{+z} /анатаз после прокаливания – темно-оранжевый с Fe^{+3} , темно-фиолетовый с Co^{+2} и серый с Ni^{+2} . Контрольный образец анатаза подвергался тем же процедурам с чистой водой, его удельная поверхность 15 м²/г по данным метода БЭТ. О морфологии частиц этого образца можно судить по снимкам атомно-силовой микроскопии (рис.1): микрочастицы имели неправильную форму – вытянутые и округленные. Спектр комбинационного рассеяния соответствовал фазе анатаза.

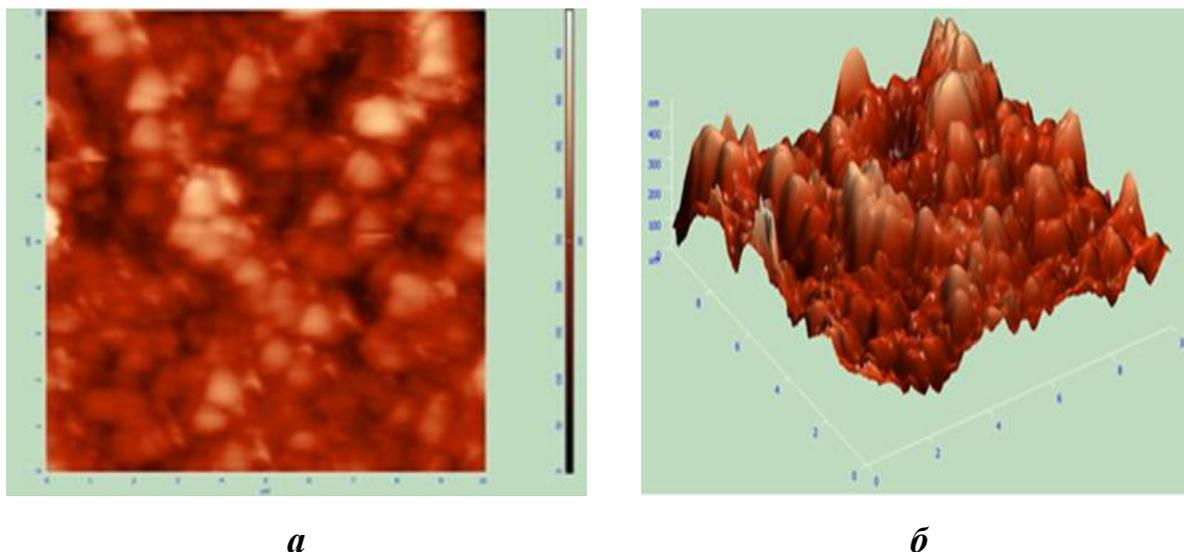


Рисунок 1. АСМ изображение 2D (*а*) и 3D (*б*) частиц анатаза (Ntegra, Россия)

Методом фотометрии определяли активность четырех образцов, сравнивая количество 4НФ (n^* , моль), на которое уменьшилось его содержание при УФ облучении 5 мл водного 0,001М раствора в присутствии 20 мг анатаза. Образования суспензии не наблюдалось. Длительность облучения (t^*) ртутной лампой с широкополосным УФ спектром увеличивали от 1 до 10 минут с шагом 1 минута. Оптическое поглощение (A) измеряли через 15 минут после облучения в максимуме поглощения 4НФ при комнатной температуре. При расчёте гетерогенной фотодеградации 4-НФ учитывали гомогенную фотодеградацию с вкладом термического фактора – нагревания раствора от 35°C при $t^* = 5$ мин и 70°C при $t^* = 10$ мин. при УФ-обработке растворов 4НФ. Аналитическая полоса поглощения $\lambda_{max} = 402$ нм не изменялась, но экстинкция E , полученная для калибровочных растворов, увеличивалась практически линейно с повышением t^* (рис.2*а*), что указывало на изменение состояния молекул 4НФ в растворе, подвергнутом УФ облучению. Это может быть разрушение водородных связей молекул 4НФ с молекулами воды и

ассоциатов (димеров) 4НФ, а также смещение равновесия в сторону анионной формы.

На рис.2б приведены зависимости n^* от t^* в растворах с порошком M^{+z}/An : наибольший эффект фотодеградации 4НФ с образцами M^{+z}/An наблюдается при экспозициях до 3 минут с ростом активности ионов в ряду $contr < Fe^{+3} < Co^{+2} < Ni^{+2}$. Степень фотодеградации увеличивается от 4% (Fe^{+3}) до 22% (Ni^{+2}), а у контрольного без M^{+z} она составляет менее 1%.

На гистограмме рис.3а сравниваются средние значения n^* на интервале от 1 до 10 минут УФ облучения, из которой следует та же тенденция роста активности ионов в ряду $contr \sim Fe^{+3} < Co^{+2} < Ni^{+2}$. Образец с медью Cu^{+2}/An , полученный и исследованный в тех же условиях показал среднее значение ниже, чем Ni^{+2}/An . Кривая n^*-t^* для Cu^{+2}/An имеет вид, близкий к контрольному An, но без индукционного периода.

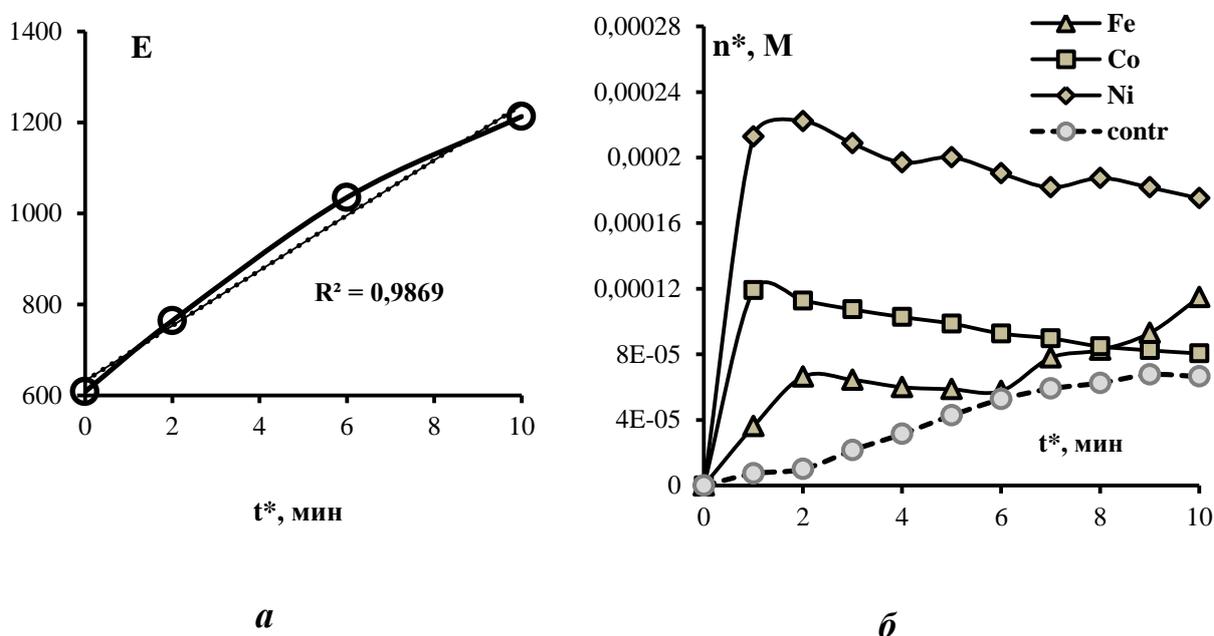


Рисунок 2. а) Влияние длительности УФ облучения водных растворов 4-нитрофенола (4НФ) на значение экстинкции E , л/(моль·см);
 б) Количество превращенного 4НФ с увеличением длительности УФ облучения

Снижение n^* с ростом t^* есть только у модифицированного ионами анатаза. Это показывает влияние порошков на состояние молекул 4НФ при облучении гетерогенных систем. Отрицательный наклон прямых $n^* - t^*$ выше 2 минут облучения образцов M^{+z}/An увеличивается в ряду $Fe^{+3} < Co^{+2} < Ni^{+2}$ со значениями тангенса угла наклона (по модулю) 2, 4, 5 $\mu\text{моль} \cdot \text{мин}^{-1}$ и $R^2 = 0,94, 0,98, 0,90$. Следовательно, природа иона M^{+z} , как центра адсорбции 4НФ, влияет на изменение состояния молекул. Кроме

того, с увеличением длительности УФ облучения возможно и частичное восстановление ионов M^{+Z} . Самый активный в фотодеградационном ионе никеля имеет значение стандартного потенциала восстановления $E^0 (Ni^{+2}/Ni) = -0,25$ В, у кобальта $E^0 (Co^{+2}/Co) = -0,277$ В, для неактивного иона железа $E^0 (Fe^{+3}/Fe) = -0,036$ В [4]. У образца Fe^{+3}/An все же имеется интервал $t^*=2\div 6$ мин, на котором n^* снижается, но потом опять наблюдается линейный рост n^* . У железа возможны две окисленные формы Fe^{+3} и Fe^{+2} : $E^0 (Fe^{+3}/Fe^{+2}) = +0,77$ В, а $E^0 (Fe^{+2}/Fe^0) = -0,44$ В, то-есть окисленное состояние железа более устойчиво по сравнению с никелем и кобальтом.

В случае анатаза без M^{+Z} характер зависимости $n^* - t^*$ другой. До 2 минут есть индукционный период, потом линейный участок роста n^* . При больших экспозициях t^* положительный градиент dn^*/dt^* снижается.

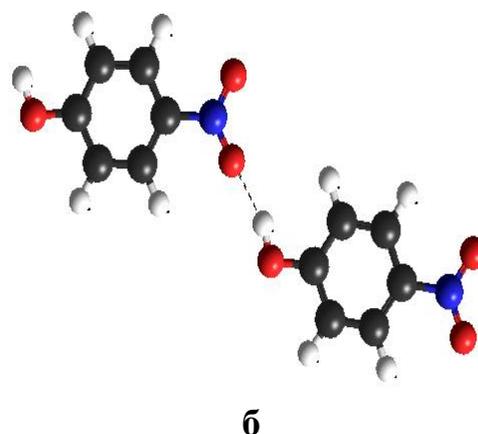
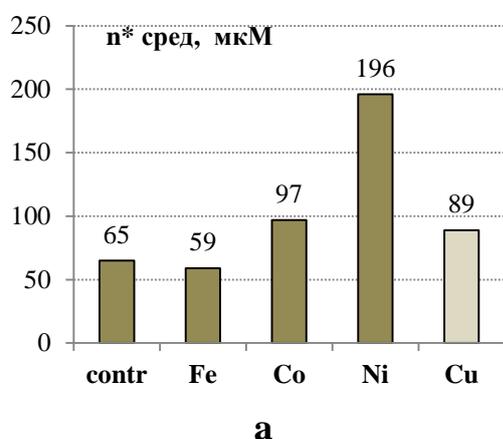


Рисунок 3. Усредненные количества фотодegradированного 4Н (*а*) и строение димера 4-нитрофенола (*б*)

Для анализа структур возможных ассоциатов 4-нитрофенола нами были проведены квантово-химические расчеты с использованием программного комплекса *HyperChem 8.0.8* для оптимизации геометрии молекулы и его димеров (рис.3б) и метода РЗМ для оценки энергии водородной связи. Установлено, что димер не образуется по связи $O\cdots H$ (длина $2,4 \text{ \AA}$) фенольных групп, однако стабилизированный димер 4НФ образуется по связи $O\cdots H$ между группами OH и NO_3 (длина $1,65 \text{ \AA}$, $E_{O\cdots H} = 4,1$ ккал/моль). Для сравнения был рассчитан ассоциат 4НФ с водой (длина $1,80 \text{ \AA}$, $E_{O\cdots H} = 4,6$ ккал/моль). У димера по связям $OH\cdots NO_3$ энергия $E_{O\cdots H}$ меньше по сравнению с ассоциатом 4НФ– H_2O .

Библиографический список:

1. R.Fatima, M.N.Afridi, V. Kumar e al. Photocatalytic degradation

performance of various types of modified TiO₂ against nitrophenols in aqueous systems. Journal of Cleaner Production. 2019. V.231, 10, P. 899-912. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.292>.

2. Е.М. Кадырова. Фотокаталитическое разложение фенола в присутствии наночастиц диоксида титана. Известия ВУЗов. Прикладная химия и биотехнология. 2019, V.9. № 2. С.176-182. <http://dx.doi.org/10.21285/2227-2925-2019-9-2-176-182>

3. До Тхюи Май, И.И. Михаленко, А.И. Пылинина. Парофазные превращения этанола на Ag, Cu, Au/TiO₂. Журн. физ. химии. 2014, Т. 88, № 10. С.1475 DOI: [10.7868/S0044453714090118/](https://doi.org/10.7868/S0044453714090118/)

4. Эмсли Дж. Элементы. М.: Мир, 1993. 256 с.

УДК 665.947.4

СОДЕРЖАНИЕ ЛИГНИНА В ОБРАЗЦАХ ЛИСТА И СТЕБЛЯ *MISCANTHUS* × *GIGANTEUS* СОРТА ФОРТИС

М.А. Милютин

Студент гр. БТ-01

Бийский технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования «Алтайский государственный
технический университет им. И.И. Ползунова»
659305, Россия, Алтайский край, г. Бийск,
улица имени Героя Советского Союза Трофимова, 27
e-mail: maks261202@mail.ru

Н.А. Шавыркина

К.т.н., с.н.с. лаборатории биоконверсии
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт проблем химико-энергетических технологий
Сибирского отделения Российской академии наук
659322, Россия, Алтайский край, г. Бийск,
ул. Социалистическая, 1
Доцент, доцент кафедры биотехнологии
Бийский технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования «Алтайский государственный
технический университет им. И.И. Ползунова»
659305, Россия, Алтайский край, г. Бийск,
улица имени Героя Советского Союза Трофимова, 27
e-mail: 32nadina@mail.ru

А.Н. Кортусов

Ведущий инженер лаборатории биоконверсии
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт проблем химико-энергетических технологий
Сибирского отделения Российской академии наук
659322, Россия, Алтайский край, г. Бийск,
ул. Социалистическая, 1
e-mail: akortusov@mail.ru

АННОТАЦИЯ: В данной работе приведены результаты определения массовой доли кислотонерастворимого лигнина в образцах листа и стебля мискантуса (*Miscanthus × giganteus*) сорта Фортис, собранных с одной и той же плантации (посадка 2017 г., г. Обнинск) в разное время в период с сентября 2021 года по апрель 2022 года. Выявлено, что диапазон значений массовой доли лигнина в листе мискантуса составляет 17,6-21,3 %, в стебле немного больше 19,7-22,0 %.

Ключевые слова: Мискантус, лигнин, делигнификация.

**LIGNIN CONTENT IN LEAF AND STEM SAMPLES
MISCANTHUS × GIGANTEUS VARIETIES FORTIS**

М.А. Milyutin

Student

Biysk Technological Institute (branch)
of the Altay State Technical University
659305, Russia, Altai krai, Biysk, ul. Trofimova, 27
e-mail: maks261202@mail.ru

N.A. Shavyrkina

Senior Researcher of Bioconversion Laboratory
Institute for Problems of Chemical and Energetic Technologies
of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences
659322, Russia, Altai krai, Biysk, ul. Socialisticheskaya, 1
Associate professor, Associate Professor of the Department
of Biotechnology Biysk Technological Institute (branch)
of the Altay State Technical University
659305, Russia, Altai krai, Biysk, ul. Trofimova, 27
e-mail: 32nadina@mail.ru

A.N. Kortusov

Lead Engineer of Bioconversion Laboratory
Institute for Problems of Chemical and Energetic Technologies
of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences
659322, Russia, Altai krai, Biysk, ul. Socialisticheskaya, 1
e-mail: akortusov@mail.ru

Abstract: This paper presents the results of determining the mass fraction

of acid-insoluble lignin in leaf and stem samples of miscanthus (*Miscanthus × giganteus*) variety Fortis, collected from the same plantation (planted in 2017, Obninsk) at different times from September 2021, through April 2022. It was revealed that the range of values of the mass fraction of lignin in the miscanthus leaf is 17.6-21.3%, in the stem it is slightly more than 19.7-22.0%.

Key words: Miscanthus, lignin, delignification.

Лигнин представляет собой смесь полимеров, содержащих в структуре ароматические кольца с присоединенными метоксильными группами и несколькими свободными гидроксильными группами. Лигнин является нежелательным компонентом в сырье, предназначенным для производства целлюлозы, так как он склеивает волокна целлюлозы, придает им повышенное сопротивление боковым нагрузкам, а также затрудняет выделение целлюлозы и доступ химических реагентов к реакционным центрам целлюлозы в процессах ее химической модификации.

Таким образом, обязательно нужно проводить процесс делигнификации – удаления лигнина из целлюлозосодержащего сырья и подбирать целлюлозосодержащее сырьё с наиболее низким содержанием лигнина для того, чтобы по окончании процесса делигнификации значение массовой доли лигнина было как можно более низким [1].

Есть мнение [2], что производство целлюлозы из недревесного растительного сырья, к которому относится и растение мискантус гигантский (*Miscanthus × giganteus*), дешевле, чем производство целлюлозы из древесины, т.к. в недревесных растениях содержится меньше лигнина, в следствие чего, требуется меньше химикатов.

Мискантус гигантский (*Miscanthus × giganteus*) представляет собой многолетнее травянистое растение дающее высокий выход биомассы в год и способное расти на маргинальных и деградированных землях [3, 4]. В данной работе проведены исследования массовой доли лигнина в листьях и стеблях мискантуса гигантского сорта Фортис выращенного в г. Обнинск и любезно предоставленных в адрес ИПХЭТ СО РАН сотрудниками ООО «РЕ:ФОРМА». Образцы мискантуса собраны с периодичностью раз в месяц в период с 23.09.2021 по 23.04.2022 сотрудниками организации.

Анализ массовой доли кислотонерастворимого лигнина проводили по стандартной методике [5], которая заключается в обработке сырья концентрированной соляной кислотой, 72 %-ным раствором серной кислоты, разбавлении и последующем кипячении раствора в первый день, и фильтровании и высушивании фильтра с полученным осадком – кислотонерастворимым лигнином до постоянной массы во второй.

Результаты исследования представлены на рисунке 1.

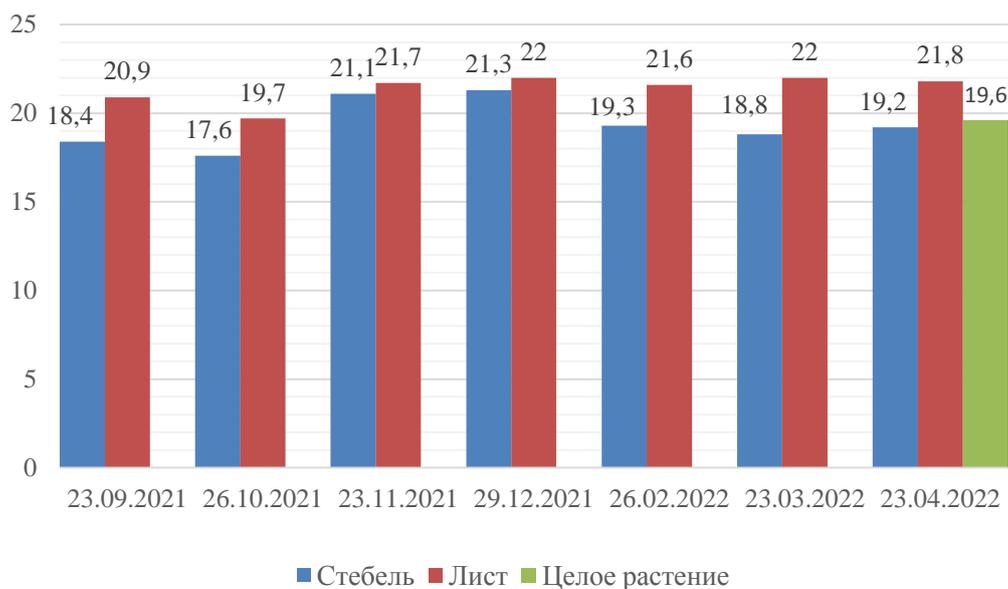


Рисунок 1. Массовая доля лигнина в образцах стебля и листа мискантуса гигантского сорта Фортис

По данным, представленным на рисунке 1, очевидно, что в образцах листа массовая доля лигнина колеблется в диапазоне 17,6-21,3 %, в образцах стебля чуть выше: 20,9-22,0 %. Наибольшее значение массовой доли лигнина имеет стебель и лист, собранные в декабре (21,3 % и 22,0 % соответственно). При этом, наименьшее у стебля и листа, собранных в октябре (17,6 % и 19,7 % соответственно).

Авторы выражают особую благодарность компании ООО «Мастер Брэнд» и лично генеральному директору Воинскому Сергею Михайловичу за установление связей коллектива лаборатории с организациями, выращивающими мискантус, а также за плодотворное сотрудничество и информационную поддержку.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-13-00107, <https://rscf.ru/project/22-13-00107/>.

Библиографический список:

1. Martone P.T., Estevez J.M., Lu F., Ruel K., Denny M.W., Somerville C., Ralph J. Discovery of Lignin in Seaweed Reveals Convergent Evolution of Cell-Wall Architecture // *Current Biology*. 2009. Vol. 19. P. 169-175.
2. Holler M., Lunze A., Wever C., Deuschle A.L., Stücker A., Frase N., Pestsova E., Spiess A.C., Westhoff P., Pude R. Meadow hay, *Sida hermaphrodita* (L.) Rusby and *Silphium perfoliatum* L. as potential non-wood raw materials for the pulp and paper industry // *Industrial Crops & Products*. 2021. Vol. 167. 113548.
3. Гисматулина Ю.А, Кортусов А.Н., Будаева В.В., Сакович Г.В.

Исследование химического состава промышленно значимой для России культуры – мискантуса гигантского – урожаев 2019-2021 гг. // Экология и промышленность России. 2022. № 26(11). С. 55-59.

4. Gismatulina Y.A., Budaeva V.V., Kortusov A.N., Kashcheyeva E.I., Gladysheva E.K., Mironova G.F., Skiba E.A., Shavyrkina N.A., Korchagina A.A., Zolotukhin V.N., Sakovich G.V. Evaluation of Chemical Composition of *Miscanthus x giganteus* Raised in Different Climate Regions in Russia // Plants 2022. № 11. P. 27-91.

5. Оболенская, А.В. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы: Учебное пособие для вузов. / А.В. Оболенская, З.П. Ельницкая, А.А. Леонович. – ISBN 5–7120–0264–7. – М.: «Экология», 1991, 320 с.

УДК 537.6; 544.7

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ЦЕОЛИТОВ И СИЛИКАГЕЛЯ И МАГНЕТИТА

Н. А. Свинкин

Студент гр. НМб-19-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: nik-svinkin@mail.ru

В. С. Волосатова

Студент гр. НМб-19-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: volosatovavictoria@yandex.ru

АННОТАЦИЯ: В работе описан синтез композитов на основе цеолитов ZSM-5 с разным силикатным модулем (40 и 360), MCM-22, пористого SiO₂ и частиц магнетита. Получены снимки ПЭМ, показывающие внедрение частиц магнетита в матрицу пористого носителя. Приведены результаты измерения размеров и дзета-потенциалов полученных частиц. Из них следует, что частицы композитов на основе ZSM-5-40 и SiO₂ более склонны к агрегации в микрометровые кластеры. Сделаны выводы о возможности использования композитов на основе ZSM-5-360 и наночастиц магнетита в адресной доставке лекарств.

Ключевые слова: композиты, цеолит, ZSM-5, SiO₂, MCM-22, магнетит, адресная доставка лекарств

SYNTHESIS AND RESEARCH OF COMPOSITES FROM ZSM-5-40, ZSM-5-360 AND MAGNETITE

N. A. Svinkin

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: nik-svinkin@mail.ru

V. S. Volosatova

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: volosatovavictoria@yandex.ru

ABSTRACT: The paper describes the synthesis of composites from zeolites ZSM-5 with different relation $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, MCM-22, porous SiO_2 and magnetite particles. TEM images were obtained showing the integration of magnetite particles into the porous carrier matrix. The results of measuring the sizes and zeta potential of the obtained particles are presented. It has been shown that the particles of composites from ZSM-5-40 and from SiO_2 are more prone to aggregation into micrometer clusters. Conclusions are drawn about the possibility of using composites from ZSM-5-360 and magnetite nanoparticles in targeted drug delivery.

Keywords: composites, zeolite, ZSM-5, SiO_2 , MCM-22, magnetite, targeted drug delivery

Важнейшей задачей современной медицины является снижение нежелательного побочного действия лекарственных препаратов на здоровые органы и ткани и уменьшение вредного воздействия на организм в целом. В настоящее время активно используют различные наноструктурные материалы, позволяющие осуществлять направленную доставку лекарственных веществ и их пролонгированное высвобождение в организме. Таким образом, открываются пути развития персонализированной медицины и решения проблем, связанных с индивидуальной непереносимостью лекарств.

Наиболее интересными неорганическими объектами, которые обладают потенциалом для разработки на их основе носителей активного вещества и систем адресной доставки, являются пористые материалы, в частности цеолиты. Пористая структура таких материалов позволяет осуществлять загрузку, транспортировку и эффективное высвобождение заключенных в них лекарственных веществ, обладая при этом биосовместимостью и биодоступностью.

Одним из возможных способов создания систем адресной доставки лекарств является разработка магнитоуправляемой системы доставки с

использованием магнитных наночастиц. Магнитоуправляемые лекарственные формы, работающие по принципу лекарство–орган–мишень, могут позволить создать оптимальную концентрацию лекарства в зоне реализации лечебного эффекта и существенно снизить системную токсичность как за счет уменьшения общей дозы, так и за счет более продолжительного удержания в очаге поражения. Наиболее распространенным приемом придания магнитных свойств матрице-носителю лекарства, является ее модифицирование наночастицами магнетита Fe_3O_4 . Установлено [1, 2], что мелкодисперсный магнетит исчезает из кровяного русла через 1—6 ч после внутривенного или внутриартериального введения и перераспределяется по другим органам и тканям. В [1] показано, что при введении ферромагнитных частиц содержание в организме продуктов их биотрансформации приближается к норме спустя четыре недели. Предполагается, что частицы магнетита полностью выводятся из организма.

В работе были использованы наночастицы магнетита, полученные по модифицированной методике В.С. Элмора [3] путем химического осаждения солей двух- и трёхвалентного железа избытком водного раствора аммиака. Для получения высокодисперсного осадка ограничение роста частиц достигали интенсивным перемешиванием растворов. Реакцию проводили при соотношении растворов солей $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+} = 2/1$ с тем, чтобы получить магнетит требуемого состава. Для предотвращения образования гидроксида железа и других побочных процессов использовали хлорид железа (III) и сульфат железа (II). Использование двукратного избытка водного раствора аммиака (по объёму или концентрации) позволило проводить реакцию соосаждения при температуре 25°C и добиться полного осаждения образующихся частиц магнетита. Образующийся в ходе реакции хлорид аммония удаляли из осадка многократной промывкой дистиллированной водой, что предотвращало коагуляцию частиц магнетита и обеспечивало в дальнейшем взаимодействие молекул стабилизатора (ПАВ) с частицами магнетита.

Для создания композитов использовали цеолиты ZSM-5-40, ZSM-5-360, MCM-22, а также пористый SiO_2 . Внедрение магнитных частиц в матрицу осуществлялось путем их синтеза в присутствии матрицы цеолита в этаноле.

Первичный визуальный анализ полученных композитов проводился при помощи сильного постоянного магнита. Изображения структуры образцов были получены при помощи ПЭМ (FEI TECNAI G2 F20 с разрешением 0,14 нм). Измерение распределения частиц по размерам и величине дзета-потенциала было проведено методом динамического рассеяния света при помощи прибора Zetasizer Nano. Измерения

текстурных характеристик проводилось при помощи анализатора ASAP 2010.

При визуальном анализе наблюдалась слабая реакция на поле для композитов на основе цеолитов, и сильная – для композитов на основе SiO_2 .

На рисунках 1, 2, 3 и 4 показаны снимки ПЭМ структуры полученных композитов. В структуре композитов можно заметить скопления частиц магнетита на поверхности матрицы (темные шарики – помечены красным), а также гексагональные кристаллы цеолита (рис.1, помечены синим). Наблюдается внедрение магнитных частиц в матрицу-носитель, а также агрегация как композитных частиц (рис. 1, 3, 4), так и наночастиц магнетита (рис. 2). Примечательно, что основная масса магнитных частиц адсорбируется на поверхности цеолита (рис. 1-3), но в случае силикагеля проникает в объем (рис. 4). Чтобы это показать на рисунке 4 приведены снимки ПЭМ одного и того же фрагмента при фокусировке на магнитных частицах и на матрице силикагеля.

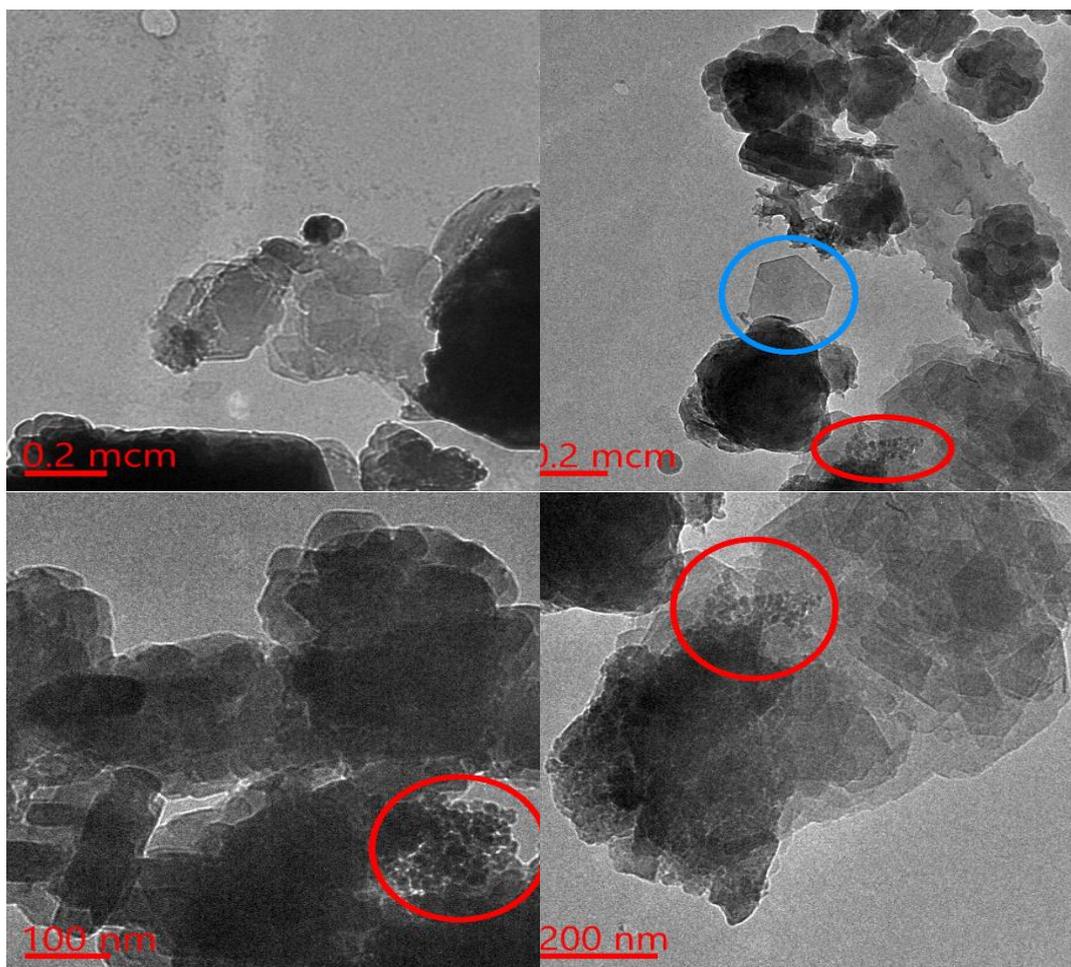


Рисунок 1. ПЭМ снимки композитов на основе цеолита ZSM-5-40

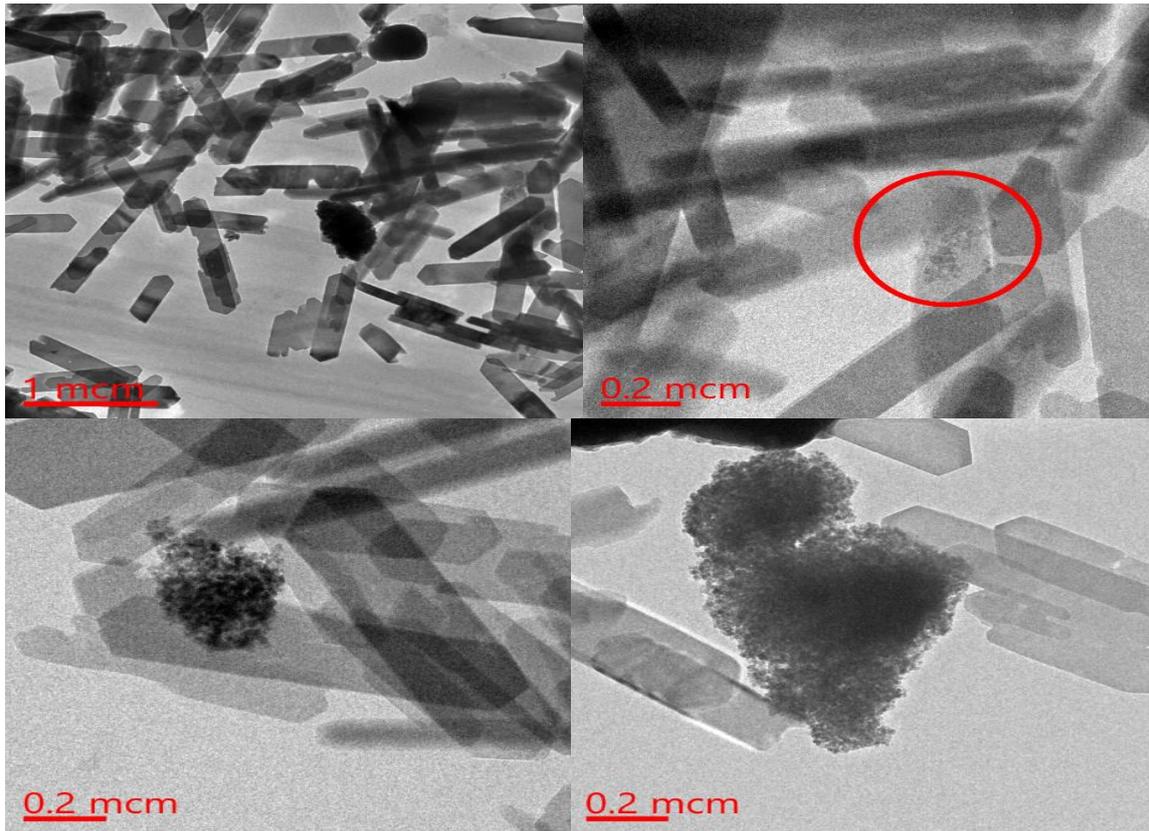


Рисунок 2. ПЭМ снимки композитов на основе цеолита ZSM-5-360

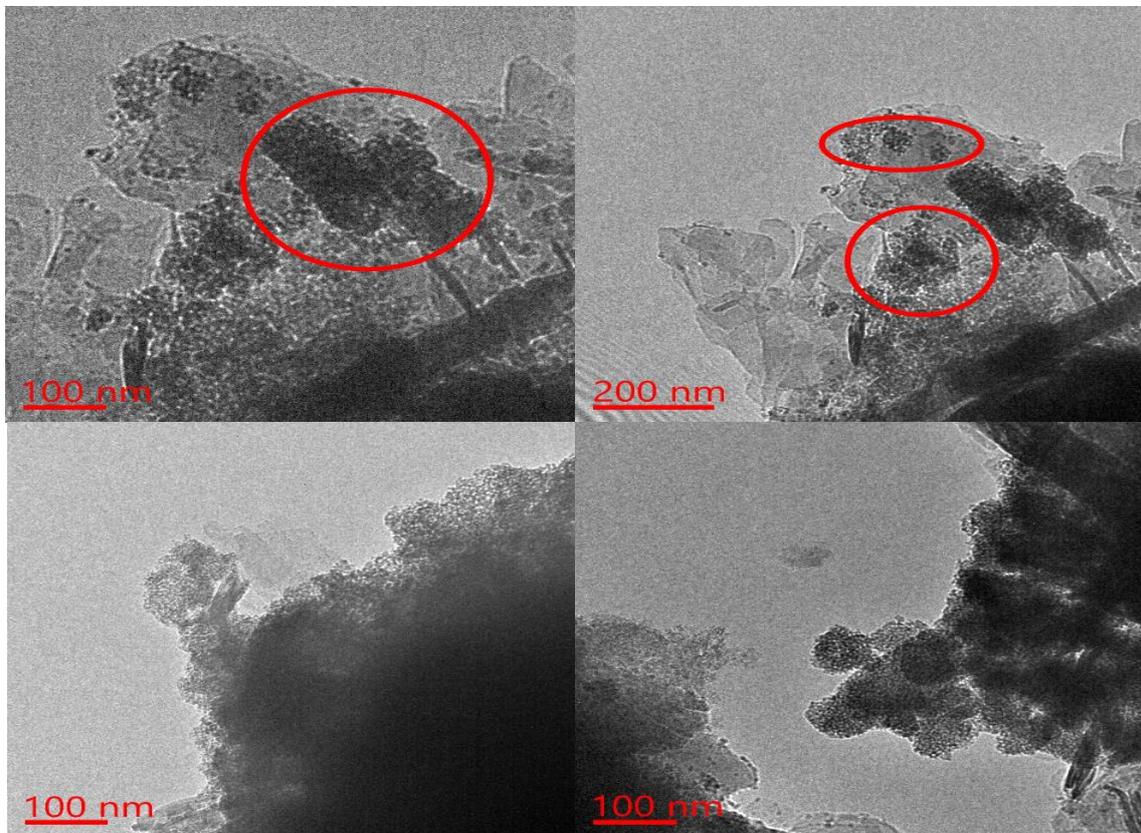


Рисунок 3. ПЭМ снимки композитов на основе цеолита MCM-22

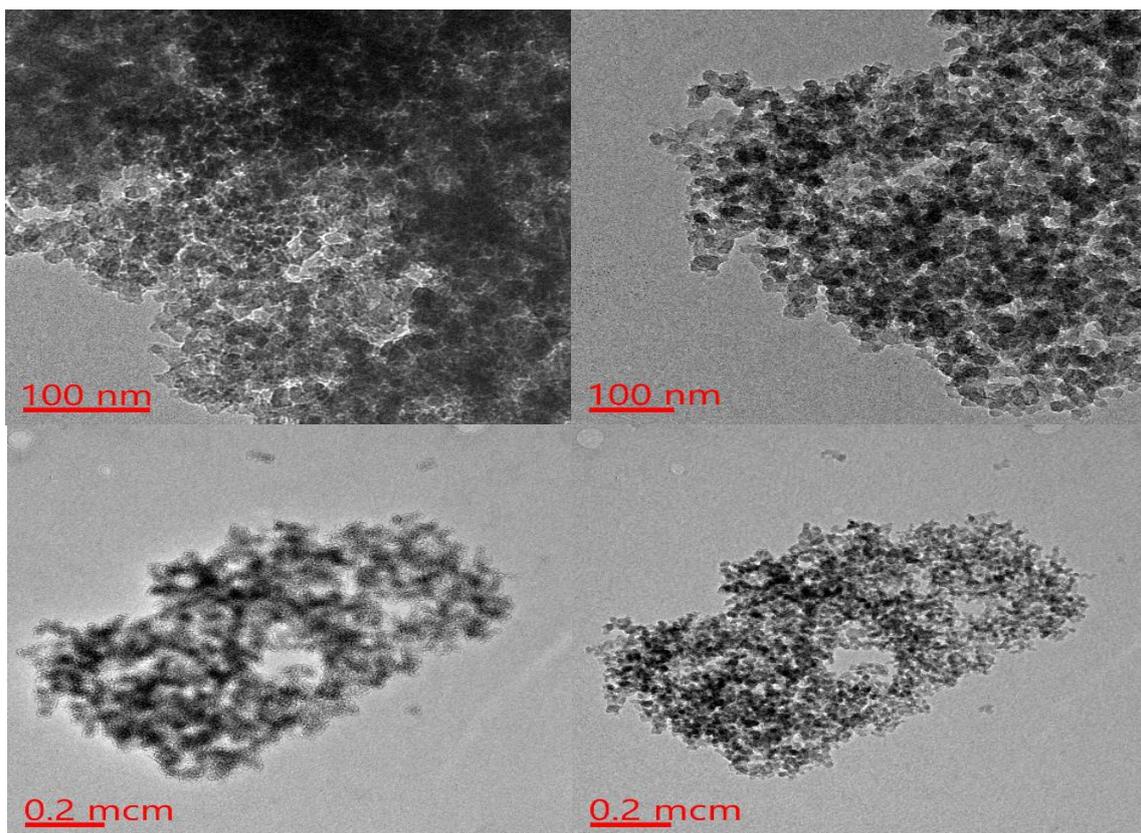


Рисунок 4. ПЭМ снимки композитов на основе силикагеля

В таблице 1 приведены результаты измерения дзета-потенциалов и размеров частиц исследуемых композитов. В первом столбце указана матрица, на основе которой был синтезирован данный цеолит, далее указаны ее характеристики – удельная поверхность, удельный объем пор и средний диаметр пор. В крайних столбцах указаны измеренные величины – дзета-потенциал и размер частиц.

Таблица 1

**Результаты измерений синтезированных композитов:
размер частиц и дзета-потенциал**

Название	Матрица			Дзета-потенциал, мВ	Размер частиц, нм
	$S_{уд}$, м ² /г	$V_{пор}$, см ³ /г	d , нм		
ZSM-5-40	340,0	0,20	2,3	-24,5	2234
ZSM-5-360	360,0	0,19	2,1	-10,7	620,7
MCM-22	398,8	0,43	4,3	-	-
SiO ₂	291,5	0,84	4,7	-21,7	1584

По снимкам ПЭМ (рис. 1) и результатам измерения размеров и дзета-потенциалов частиц (табл. 1) можно сказать, что частицы цеолита ZSM-5-40 в композиции с магнитными наночастицами агрегировались в большие

микрометровые кластеры. Возможно, слабый отклик данного образца на магнитное поле обусловлен малым количеством связавшихся с цеолитом наночастиц магнетита. В этом случае большие частицы композита могут оказаться слишком тяжелыми для перемещения под действием поля. Также отсутствие видимого магнитного отклика можно объяснить нарушением обменного взаимодействия между доменами магнетита вследствие химической связи с поверхностью цеолита.

На снимках ПЭМ композитов на основе цеолита ZSM-5-360 (рис. 2) видно аморфные скопления наночастиц магнетита, осевших на гранях призматических кристаллов цеолита. Размеры как кристаллов, так и агрегатов магнетита лежат в субмикрометровом диапазоне (табл. 1). Судя по измеренному значению дзета-потенциала для этих частиц (табл. 1), они менее склонны к образованию крупных агрегатов, чем частицы композита на основе ZSM-5-40. Слабый магнитный отклик объясняется слабой связью между наночастицами магнетита и цеолитной матрицей. Вероятно, многие магнитные частицы образовали большие конгломераты и не смогли проникнуть в поры цеолита.

Снимки ПЭМ композитов на основе цеолита MCM-22 (рис. 3) показывают, что частицы магнетита адсорбировались на поверхности носителя. Плохой отклик на магнитное поле может быть объяснен малым проникновением частиц в объем матрицы и большими частицами матрицы. Широкие поры данного материала могли заполниться крупными агрегатами наночастиц магнетита у поверхности и мешать проникновению более мелких частиц.

Наконец, для композитов на основе силикагеля снимки ПЭМ (рис. 4) показывают глубокое внедрение частиц магнетита в матрицу. Скорее всего, это объясняется большим размером пор материала носителя и является причиной сильного магнитного отклика на предварительных испытаниях. Результаты измерения дзета-потенциала и размера частиц показывают высокую склонность данного композита к агрегации в крупные конгломераты.

Учитывая полученные в исследовании данные можно заключить, что благодаря наличию магнитного отклика и субмикрометровому размеру частиц композит на основе цеолита ZSM-5-360 и частиц магнетита лучше всего подходит для использования в качестве средства адресной доставки лекарств. Лекарственное средство может быть помещено в объем пор цеолита, так как частицы магнетита, согласно результатам ПЭМ, находятся на поверхности кристаллитов.

Библиографический список:

1. Исмаилова К. Г., Ефременко В. И., Курегян А. Г. Биотехнология получения магнитоуправляемых липосом // Хим.-фарм. журнал.

2005. Т. 39. № 7. С. 47—49.

2. Галанов А. И., Юрмазова Т. А., Савельев Г. Г., Булдаков М. А., Рудык Ю. В., Литвяков Н. В., Нечаев К. А., Тузиков С. В., Чердынцева Н. В., Яворовский Н. А. Разработка магнитоуправляемой системы для доставки химиопрепаратов на основе наноразмерных частиц железа // Сибирский онкологический журнал. 2008. Т. 27. № 3. С. 50—57.

3. Meldrum F. C., Kotov N. A., Feodler J. H.// American Chemical Society. 1994. V.98. P. 4506-4510

УДК: 547.58:547-304

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПОЛИ-1,2,4-ТРИАЗОЛА С 3-ПИРИДИНСУЛЬФОНОВОЙ КИСЛОТОЙ МЕТОДОМ ДИНАМИЧЕСКОГО СВЕТОРАССЕЯНИЯ

А.А. Амракулова

Студент гр. ТПб-21

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: acelasevan@mail.ru

О.В. Лебедева

К.х.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: lebedeva@istu.edu

АННОТАЦИЯ: В последние годы возрос интерес исследователей к протонпроводящим мембранам на основе кислотно-основных комплексов, которые демонстрируют улучшенную термостабильность и хорошую устойчивость к набуханию. Главным преимуществом этого направления является возможность эксплуатации полученных материалов в широком интервале температур как во влажной, так и в сухой атмосфере. Простым подходом получения протонпроводящих мембран является смешивание кислоты и основания. Смешанные мембраны синтезируются путем сочетания полимерных азотсодержащих оснований с полимерными сульфоновыми, фосфоновыми или фосфорной кислотами, а также соединениями, содержащими кислотные группы, что приводит к образованию водородных связей или протонированию основных N-групп.

Ключевые слова: смешанные мембраны, поли-1,2,4-триазол, 3-пиридинсульфоновая кислота, динамическое светорассеяние.

INTERACTIONS OF POLY-1,2,4-TRIAZOLE WITH 3-PYRIDINESULFONIC ACID DYNAMIC LIGHT SCATTERING

A.A. Amrakulova

Student gr. TPb-21

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: acelasevan@mail.ru

O.V. Lebedeva

Assistant professor

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: lebedeva@istu.edu

ABSTRACT: In recent years, research interest has increased in proton-conducting membranes based on acid-base complexes, which exhibit improved thermal stability and good swelling resistance. The main advantage of this direction is the possibility of using the obtained materials in a wide range of temperatures in both wet and dry atmospheres. A simple approach to making proton-conducting membranes is to mix an acid and a base. Mixed membranes are synthesized by combining polymeric nitrogen-containing bases with polymeric sulfonic, phosphonic or phosphoric acids, as well as compounds containing acidic groups, which leads to the formation of hydrogen bonds or the protonation of basic N-groups.

Keywords: mixed membranes, poly-1,2,4-triazole, 3-pyridine sulfonic acid, dynamic light scattering.

В последние годы возрос интерес исследователей к протонпроводящим мембранам на основе кислотно-основных комплексов, которые демонстрируют улучшенную термостабильность и хорошую устойчивость к набуханию [1-3]. Главным преимуществом этого направления является возможность эксплуатации полученных материалов в широком интервале температур как во влажной, так и в сухой атмосфере. Простым подходом получения протонпроводящих мембран является смешивание кислоты и основания. Смешанные мембраны синтезируются путем сочетания полимерных азотсодержащих оснований с полимерными сульфоновыми, фосфоновыми или фосфорной кислотами, а также соединениями, содержащими кислотные группы, что приводит к образованию водородных связей или протонированию основных N-групп.

Исследование динамического светорассеяния показывает, что макромолекулы поли-1,2,4-триазола (ПВТ) существуют в водных растворах в виде отдельных статистических глобул со средним гидродинамическим диаметром 414 нм (полидисперсность 0.2) (рис.1,

табл. 1). Взаимодействие ПВТ с 3- пиридинсульфоновой кислотой (ПСК) имеет различные эффекты в зависимости от соотношения реагентов в комплексе: при эквимольном соотношении (50:50) наблюдается уменьшение среднего гидродинамического диаметра макромолекулярных клубков примерно в 1.25 раз; в то время как увеличение одного из реагентов свыше 80% приводит к увеличению диаметра комплексных полимерных частиц в среднем в 1.29 раз (относительно ПВТ). Тем не менее, полидисперсность комплексов относительно исходного полимера возрастает во всем диапазоне соотношений реагентов, причём с увеличением доли ПСК в комплексе полидисперсность изменяется от 0.32 до 0.38 (табл.1).

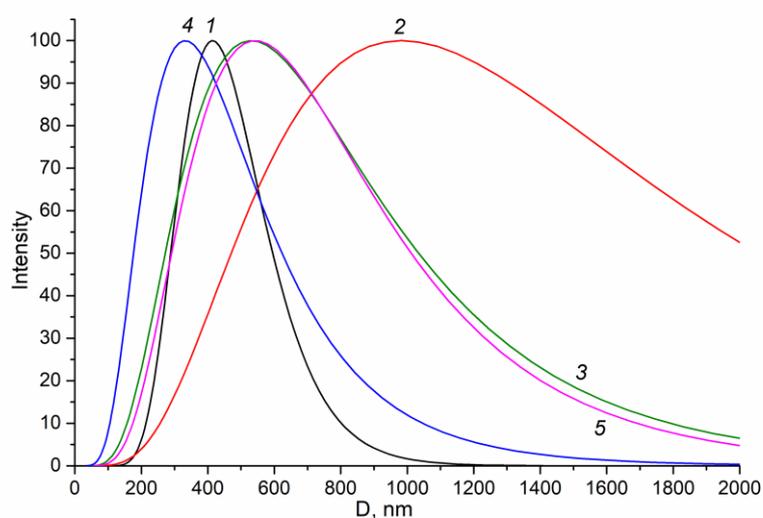


Рисунок 1. Гидродинамический диаметр $D_{эф}$, определенный методом ДСР: 1 – ПВТ, 2 – ПСК, 3 – ПВТ-ПСК (20:80), 4 – ПВТ-ПСК (50:50), 5 – ПВТ-ПСК (80:20).

Таблица 1

Данные по ДСР

Образец	$D_{эф}$, нм	Полидисперсность
ПВТ	414	0.20
ПСК	983	0.48
ПВТ-ПСК (20:80)	530	0.38
ПВТ-ПСК (50:50)	332	0.33
ПВТ-ПСК (80:20)	543	0.32

При четырехкратном молярном избытке ПВТ (рис. 2б, табл.1) по сравнению с ПСК подавляющее большинство сульфогрупп взаимодействуют с атомами азота триазола с образованием кислотно-основных комплексов. Однако наличие пиридинового кольца в молекуле ПСК, имеющего близкую природу с триазольным циклом, вероятно,

приводит к эффекту отталкивания между данными фрагментами, что приводит к расширению макромолекул и образованию менее плотных полимерных клубков, увеличивая гидродинамический диаметр комплекса до 543 нм.

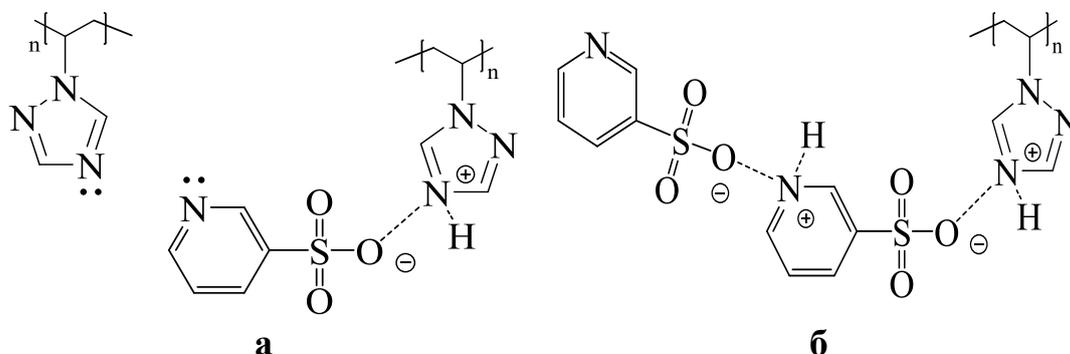


Рисунок 2. Структура кислотно-основного комплекса ПВТ-ПСК: **а)** (20:80); **б)** (80:20)

С увеличением содержания ПСК гидродинамический диаметр уменьшается, достигая наименьшего значения 332 нм. В этом состоянии большая часть триазольных колец вовлечена в комплексообразование (три сульфогруппы на два триазольных кольца), при этом пиридиновые циклы ПСК также могут образовывать комплексы с «незанятыми» сульфогруппами. В данном случае снижается возможность взаимодействия между пиридиновыми фрагментами ПВТ и ПСК, что приводит к более сильному сжатию и максимальному уплотнению сложных макромолекул.

При четырехкратном избытке ПСК относительно ПВТ большинство молекул ПСК не участвуют в донорно-акцепторном взаимодействии с триазольным кольцом. В этом случае гидродинамический диаметр увеличивается до 530 нм, что свидетельствует об образовании более объемных полимерных клубков. Поскольку система содержит значительный избыток сульфогрупп по отношению к триазольным группам, кислотная группа только одной молекулы ПСК участвует в координации, а остальные находятся в свободном состоянии (рис.2а).

Таким образом, вероятнее всего избыток кислоты связывается с полимерным комплексом посредством как кислотно-основного комплексообразования непосредственно между пиридиновыми и сульфоновыми фрагментами ПСК как наиболее вероятный механизм ассоциации, из-за чего появляются эффекты, подобные случаю с избытком ПВТ в комплексе. Следует отметить, что гидродинамический диаметр чистых молекул ПСК составляет 983 нм, что свидетельствует об образовании достаточно крупных ассоциатов.

Библиографический список

1. Rajput A., Raj S.K., Kulshrestha V., Lebedeva O.V., Chesnokova

A.N., Raskulova T.V. Functionalized carbon dots composite cation exchange membranes: improved electrochemical performance and salt removal efficiency // Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. 2021. Vol. 609. P. 125677.

2. Sharma P.P., Yadav V., Gahlot S., Srivastava D.N., Kulshrestha V., Lebedeva O.V., Chesnokova A.N., Raskulova T.V. Acid resistant PVDF-CO-HFP based copolymer proton exchange membrane for electro-chemical application / // Journal of Membrane Science. 2019. Vol. 573. P. 485-492.

3. Deimede V., Voyiatzis G.A., Kallitsis J.K., Qingfeng L., Bjerrum N.J. Miscibility behavior of polybenzimidazole/sulfonated polysulfone blends for use in fuel cell applications // Macromolecules. 2000. V. 33, №20. P. 7609-7617.

УДК 544.473-039.63

**АСИММЕТРИЧЕСКОЕ ГИДРИРОВАНИЕ С ПЕРЕНОСОМ
ВОДОРОДА НА РОДИЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ С ХИРАЛЬНЫМ
ДИАМИНОМ ТИПА S,N,N,S НА ОСНОВЕ
(R,R)-1,2-ЦИКЛОГЕКСАНДИАМИНА**

Н.М. Бадырова

К.х.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: n.m.badyrova@ex.istu.edu

Д.П. Нефедова

Студент гр. НМб-19-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: da.ks@mail.ru

И.Я. Рыжов

Студент гр. НМб-20-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: ilya.ryzhov01@gmail.com

Л.О. Ниндакова

Д.х.н., профессор

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: nindakova@ex.istu.edu

АННОТАЦИЯ: Изучены каталитические системы типа $\{[\text{Rh}(\text{COD})\text{Cl}]_2 - \text{L}_{1,2} - t\text{-BuOK}\}$, где L_1 – хиральный диимин, L_2 – хиральный диамин и $\{\text{НЧ Rh} + \text{L}_2\}$ в асимметрическом гидрировании ацетофенона с переносом водорода (АГПВ). Источник водорода – 2-пропанол. Конверсии субстратов в реакции варьируются в диапазоне 13 – 100 %. Избыток энантиомеров продуктов достигает максимальной величины 56 % для (S)-(-)-1-фенилэтанола

Ключевые слова: родий, диамин, хиральность, ацетофенон, перенос водорода, 1-фенилэтанол

ASYMMETRIC TRANSFER HYDROGENATION OVER RHODIUM CATALYSTS WITH A CHIRAL S,N,N,S TYPE DIAMINE BASED ON (R,R)-1,2-CYCLOHEXANEDIAMINE

N.M. Badyrova

PhD, assistant professor

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: n.m.badyrova@ex.istu.edu

Nefedova D.P.

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: da.ks@mail.ru

I.Ya. Ryzhov

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: ilya.ryzhov01@gmail.com

L.O. Nindakova

D.Sc. (Chemistry), professor

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: nindakova@ex.istu.edu

ABSTRACT: Catalytic systems of the $\{[\text{Rh}(\text{COD})\text{Cl}]_2 - \text{L}_{1,2} - t\text{-BuOK}\}$ type (L_1 is chiral diamine, L_2 is chiral diamine and $\{\text{NPs of Rh} + \text{L}_2\}$), have been studied in asymmetric transfer hydrogenation (ATH) of acetophenone. The source of hydrogen is 2-propanol. Substrate conversions in the reaction range from 13 to 100%. The enantiomeric excess of products reaches a maximum value of 56% for (S)-(-)-1-phenylethanol.

Keywords: rhodium, diamine, chirality, acetophenone, hydrogen transfer, 1-phenylethanol.

Известно, что экономически целесообразно гидрировать органические субстраты водородом при крупномасштабном производстве, однако, этот процесс обычно требует жестких условий и особых мер предосторожности. Кроме того, обычное гидрирование чаще всего имеет низкую стереоселективность и поэтому не подходит для многих субстратов. В то же время гидрирование с переносом водорода является более удобным способом получения соединений, содержащих вторичные спиртовые группы, по следующим причинам:

1) процесс выполняется с высокой скоростью и энантиоселективностью, а также

2) более низкой является технологическая стоимость процесса;

Альтернативой методам гидрирования, в которых используется молекулярный водород, может быть гидрирование с переносом водорода от органических источников. Перспектива этой альтернативы заключается в отказе от использования высоких температур и взрывоопасного молекулярного водорода. Развитие технологии гидрирования с переносом водорода связано с разработкой широкого ряда рутениевых, иридиевых и родиевых комплексных катализаторов с различными органическими лигандами.

Методика асимметрического гидрирования с переносом водорода (АГПВ) является мощным и практичным инструментом для реакций восстановления как в академических лабораториях, так и в промышленности, благодаря своей эксплуатационной простоте, высокой скорости реакции, а также широкого выбора субстратов для восстановления. Можно добавить, что эта методика не раз доказала свою эффективность и в асимметрическом варианте процесса гидрирования неопределенных субстратов.

Ранее в работе [1] было показано, что в реакциях гидрирования с переносом водорода на комплексах родия (I) с бидентатными азотными лигандами происходило постепенное формирование элементарного родия, что приводило к неопределенности в интерпретации типа катализа и природы каталитической активности.

В настоящей работе в реакциях асимметрического гидрирования с переносом водорода (АГПВ) ацетофенона изучены каталитические системы $\{[\text{Rh}(\text{COD})\text{Cl}]_2 - \text{L}_{1,2} - t\text{-BuOK}\}$, где COD - 1,5-циклоотадиен, $\text{L}_1 = (R,R)\text{-N}^1, \text{N}^2\text{-бис(тиофен-2-ил-метил)циклогексан-1,2-диимин}$, система **1**; или $\text{L}_2 = (R,R)\text{-N}^1, \text{N}^2\text{-бис(тиофен-2-ил-метил)циклогексан-1,2-диамин}$, система **2**; а также условия предварительного формирования металлических наночастиц Rh до введения лиганда, система **3**. В качестве источника водорода применяли 2-пропанол.

Синтез лигандов $(R,R)\text{-N}^1, \text{N}^2\text{-бис(тиофен-2-ил-метил)циклогексан-1,2-диимин}$, **1**, и $(R,R)\text{-N}^1, \text{N}^2\text{-бис(тиофен-2-ил-метил)циклогексан-1,2-}$

диамин, **2**, проводили последовательно по схеме:

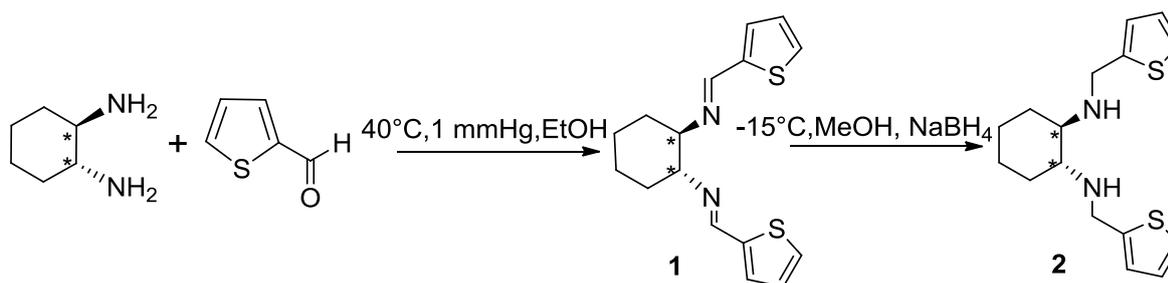


Схема 1. Синтез лигандов (R,R) - N^1,N^2 -бис(тиофен-2-ил-метил)циклогексан-1,2-диимин $\{N,N'$ -($1R,2R$)-циклогексан-1,2-диил-бис-[1-(тиофен-2-ил) метанимин] $\}$ и (R,R) - N^1,N^2 -бис(тиофен-2-ил-метил)циклогексан-1,2-диамин $\{ \}$

В первой стадии получен, выделен и охарактеризован дииминовый лиганд **1** путем взаимодействия оптически активного (R,R) -циклогексан-1,2-диамина и двух эквивалентов 2-тиофенкарбоксадальдегида. В следующей стадии дииминовый лиганд **1** восстановлен в этаноле тетраборгидридом натрия в диамин **2**.

Таблица 1

Асимметрическое гидрирование ацетофенона с переносом водорода на родиевых каталитических системах ($C_{Rh} = 0,55$ mM, растворитель 2-пропанол, $A\Phi/Rh = 172$, $V_{общ} = 30$ мл)

№пп	L, система	Активатор, KOt -Bu(KOH)/Rh	Конверсия, %	W, моль/л*ч	И.э. (S)-1-ФЭ, %	Sub/Rh	C_{Rh} , mM
1	1	KOt -Bu, 4	100	11±0.6	43±2.3	172	0,55
2	2	KOt -Bu, 4	19,1	2,0	55,6		0,55
3	2	KOt -Bu, 8	35,2	6,8	49,6		0,55
4	2	KOH , 4	13,2	6,8	31,9		0,55
5	2	KOH , 8	27,3	31,0	52,5		0,55
6	3	KOt -Bu, 8	28,0	5,5	50,2		0,55
7*	2	KOt -Bu, 8	89,4	52,1	59,3		0,55
8**	2	KOt -Bu, 8	39,5	45,4	53,2		0,55

Наибольшая скорость АГПВ АФ наблюдается в эксперименте (строка 5), где использован 8-кратный избыток KOH (рис. 1), в то же время, поскольку катализатор дезактивируется быстрее, конверсия ниже, чем в опытах с тем же молярным избытком KOt -Bu (строка 3). При этом в последнем случае наблюдается максимальная конверсия АФ и энантиселективность реакции увеличивается. Все последующие эксперименты проводили с использованием KOt -Bu в качестве активатора.

В эксперименте установлено, что реакция АГПВ на металлокомплексе родия (I) с (R,R) - N^1,N^2 -бис-(тиофен-2-ил-метил)циклогексан-1,2-диамином протекает со скоростью 2 ммоль/л*ч и *и.э.* (S) -1-ФЭ составляет 55,6 %. Введение четырех эквивалентов КОН или КО t -Bu в желтую реакционную смесь {[Rh(COD)Cl]₂ - (R,R) – 2} при 25 °С приводит к образованию гомогенного раствора коричневого цвета. В этих опытах наблюдалось медленное изменение цвета от бледно-желтого до коричневого, без превращения в черный, что свидетельствует о том, что НЧ Rh в системе не образуются, а реакция АТГ осуществляется на металлокомплексах.

Соотношение же КО t -Bu /Rh = 8 вызывает потемнение раствора, появление времени индукции на кинетической кривой АГПВ. В то же время при увеличении отношения КО t -Bu/Rh до 8 наблюдается не только возрастание конверсии (35,2 %) и скорости реакции (6,8 2 ммоль/л*ч), но и уменьшение *и.э.* (S) -1-ФЭ до 49,6 % (Таблица, строка 3).

Время индукции, наблюдаемое на сигмоидальных кинетических кривых составляло примерно 50–60 мин, что связано с ГПВ 1,5-циклооктадиена (как показано ГХ-МС) и образованием НЧ Rh. К концу этого времени цвет раствора становится темно-коричневым. Известно, что образование темно-коричневых растворов является отличительным признаком присутствия Me(0) в системах, где нет визуальных признаков образования металлических осадков [15-16].

В связи с существенным изменением каталитических свойств системы 2, {[Rh(COD)Cl]₂ – (R,R) - N^1,N^2 -бис(тиофен-2-ил-метил)циклогексан-1,2-диамин, L₂ – 4 t -BuOK}, при переходе к соотношению КО t -Bu/Rh = 8 были проведены эксперименты в условиях предварительного формирования металлических наночастиц до введения лиганда (Таблица, строка 6). Скорость АГПВ на наночастицах Rh равна 5,5 ммоль/л*ч и *и.э.* (S) – (-)-1-ФЭ 50,2 %. По данным ПЭМ ВР средний размер наночастиц составлял $2,6 \pm 0,4$ нм. Укрупнение наночастиц приводит к прекращению процесса ГПВ, поэтому конверсия достигает ~ 28 %.

Можно предположить, что наночастицы образуются и в «условно гомогенной» системе, где они визуально не наблюдаются. Так, первоначально формируется гомогенные комплексы Rh с хиральным диамином, а затем происходит медленное образование наночастиц, поверхность которых модифицирована N^1,N^2 -бис(тиофен-2-ил-метил)циклогексан-1,2-диамином.

Библиографический список:

1. Nindakova L.O., Shainyan B.A., Belonogova L.N., Catalytic Hydrogenation of Acetophenone with Hydrogen Transfer over Chiral Diamine

Rhodium(I) Complexes // *Russ. J. Org. Chem.* 2003. – V.39, N.10. – P.1484-1488.

2. L. S. Ott and R. G. Finke, Transition-metal nanocluster stabilization for catalysis: A critical *review* of ranking methods and putative stabilizers // *Coord. Chem. Rev.* 2007. – V.251, N.9-10. – P.1075-1100.

3. P. Barbaro, V.D. Santo, F. Liguori Emerging strategies in sustainable fine-chemical synthesis: asymmetric catalysis by metal nanoparticles // *Dalton Trans.* . – 2010. Vol. 39. – P. 8391-8402.

УДК: 547.022:547.1

СТРОЕНИЕ ГИБРИДНЫХ КОМПОЗИТОВ

А.А. Амракулова

Студент гр. ТПб-21

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: acelasevan@mail.ru

О.В. Лебедева

К.х.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: lebedeva@istu.edu

АННОТАЦИЯ: Введение органических или неорганических материалов в полимерные матрицы позволяет получить новые гибридные композиты с целевыми свойствами. Золь-гель синтез является одним из методов получения полимерных гибридных композитов. В качестве прекурсоров кремнеполимерного блока гибридных композитов использованы тетраэтоксисилан, N,N-бис(3-триэтоксисилилпропил)тиокарбамид и 2-{{3-(триэтоксисилил)пропил}амино}пиридин. В качестве органических блоков в золь-гель синтез вовлечены гомополимеры и сополимеры на основе винильных азотсодержащих гетероциклических соединений.

Ключевые слова: гибридные композиты, золь-гель синтез, кремнийорганические мономеры, гомополимеры, сополимеры, азотсодержащие гетероциклические соединения.

STRUCTURE OF HYBRID COMPOSITES

A.A. Amrakułova

Student gr. TPb-21

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: acelasevan@mail.ru

O.V. Lebedeva

Assistant professor

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: lebedeva@istu.edu

ABSTRACT: The introduction of organic or inorganic materials into polymer matrices allows the production of new hybrid composites with desired properties. Sol-gel synthesis is one method for producing polymer hybrid composites. Tetraethoxysilane, N, N-bis (3-triethoxysilylpropyl) thiocarbamide and 2- {[3- (triethoxysilyl) propyl] amino} pyridine are used as precursors of the silica block of hybrid composites. As organic blocks, homopolymers and copolymers based on vinyl nitrogen-containing heterocyclic compounds are involved in sol-gel synthesis.

Keywords: hybrid composites, sol-gel synthesis, organic silica monomers, homopolymers, copolymers, nitrogen-containing heterocyclic compounds.

Введение органических или неорганических материалов в полимерные матрицы позволяет получить новые гибридные композиты с целевыми свойствами [1,2]. Одним из методов получения полимерных гибридных композитов является золь-гель синтез [3]. В качестве прекурсоров кремнеполимерного блока гибридных композитов использованы тетраэтоксисилан (ТЭОС), N,N-бис(3-триэтоксисилилпропил)тиокарбамид (БТМ-3) и 2- {[3-(триэтоксисилил)пропил]амино} пиридин (ТЭАП).

В качестве органических блоков в золь-гель синтез вовлечены: гомополимеры: поливинилпиразол, поливинилимидазол (ПВИМ), поли-4-винилпиридин (ПВСП), поли-2-метил-5-винилпиридин; сополимеры: 2-метил-5-винилпиридин-винилацетат, 2-метил-5-винилпиридин-винилхлорид, 4-винилпиридин-2-гидроксиэтилметакрилат (4-ВП-ГЭМА), 4-винилпиридин-винилацетат, винилпиразол-винилацетат, винилпиразол-метилметакрилат, винилимдазол-винилацетат, винилглицидиловый эфир этиленгликоля-винилхлорид (ВГЭ-ВХ).

Формирование гибридных композитов осуществлено в результате смешения готового органического (со)полимера с кремнийорганическим мономером.

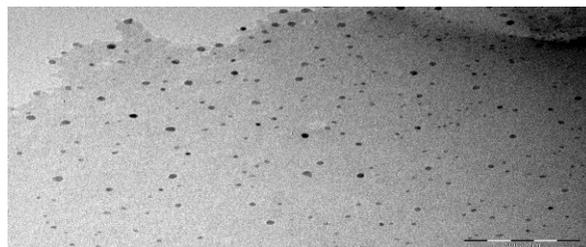
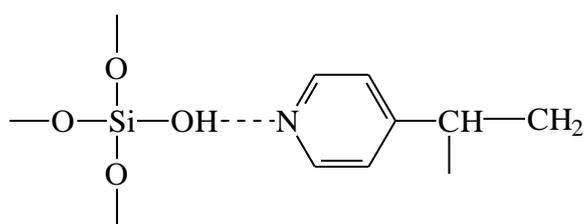
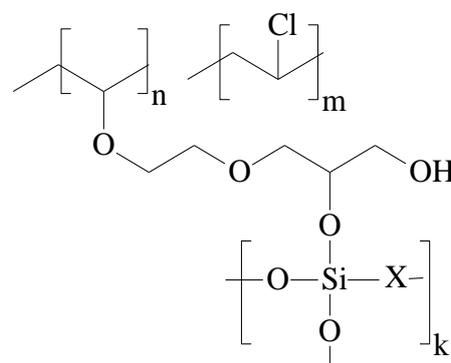


Рисунок 1. ПЭМ изображение поверхности композита 4-ВП-ГЭМА- SiO_2

Композиты представляют собой дисперсную систему (рис.), состоящую из блоков диоксида кремния или полиорганилсилсесквиоксана (дисперсная фаза), распределенных в среде органического полимера (дисперсионная среда). Устойчивость композита связана как с физическими, так и с химическими факторами стабилизации. Факторы химической стабилизации – образование координационных связей между атомами азота гетероциклических фрагментов полимеров и остаточными силанольными группами продуктов гидролиза кремнийорганических мономеров в соответствии со схемой, например (SiO₂-ПВСП) или образование ковалентных связей Si-O-C (ВГЭ-ВХ/БТМ-3):

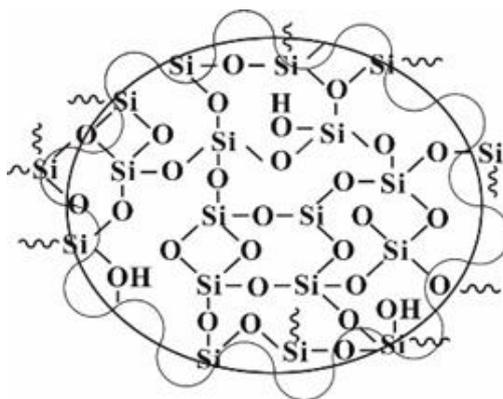


SiO₂-ПВСП



ВГЭ-ВХ/БТМ-3

Физическая стабилизация связана с формированием полувзаимопроникающих сеток (полу-ВПС) за счет механического переплетения органического полимера и кремниевого каркаса:



На основании совокупности данных элементного анализа, ИК спектроскопии, СЭМ и ПЭМ предложено строение рассматриваемых композитов. Полученные композиты представляют собой наночастицы многослойного типа, состоящие из ядра диоксида кремния и оболочки органического полимера.

Библиографический список

1. Лебедева О.В., Сипкина Е.И., Бочкарева С.С., Пожидаев Ю.Н. Композит поли[*n,n'*-бис(3-силсесквиоксанилпропил)тиокарбамид]/поли-2-метил-5-винилпиридин для извлечения платины(IV) // Физикохимия поверхности и защита материалов. 2019. Т. 55, № 1. С. 59-64.
2. Лебедева О.В., Сипкина Е.И., Пожидаев Ю.Н. Гибридный адсорбент на основе сополимера 4-винилпиридина с 2-гидроксиэтилметакрилатом и кремнийорганического тиокарбамида // Физикохимия поверхности и защита материалов. 2018. Т. 54, № 4. С. 332-338.
3. Lebedeva O.V., Sipkina E.I., Pozhidaev Y.N. Hybrid membranes based on silica and 2-hydroxyethylmethacrylate – 4-vinylpyridine copolymers // Petroleum Chemistry. 2016. Vol. 56, № 5. P. 401-405.

УДК 669.2

РАСПРОСТРАНЁННОСТЬ МЕТАЛЛОВ В ЗЕМНОЙ КОРЕ

Д.А. Бегунов

Аспирант гр. аАУП-22-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: danilabegunov@gmail.com

А. Н. Петрова

Магистрант, специальность «Физическая химия»

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: arinaartem72@mail.ru

Л.А. Бегунова

к.т.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: lbegunova@mail.ru

АННОТАЦИЯ: Содержание металлов в земной коре независимо от места исследований имеет одинаковые характеристики. Климатические условия, различные природные несомненно в течении многих миллионов лет определяли состав и количество компонентов земной коры. Ближе к середине двадцатого столетия учёные определили перечень основных компонентов, в который вошли такие металлы, как кремний, алюминий и железо. Эти составляющие являются важнейшими в металлургических производствах. На основе расплавов этих металлов получают сплавы,

различные по своим свойствам и, соответственно, вопрос качественного и количественного анализа содержащихся в земной коре металлов стоит в приоритете.

Ключевые слова: цветные металлы, земная кора, элементный состав.

THE PREVALENCE OF METALS IN THE EARTH'S CRUST

D.A. Begunov

Postgraduate student gr. aAUP 22-1
Irkutsk National Research
Technical University
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83
e-mail: danilabegunov@gmail.com

A. N. Petrova

Master degree student in Physical chemistry
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
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83
e-mail: lbegunova@mail.ru

ABSTRACT: The content of metals in the earth's crust, regardless of the place of research, has the same characteristics. Climatic conditions and various natural factors have determined the composition and number of components of the Earth's crust for many millions of years. Toward the middle of the 20th century, scientists identified a list of the main components, which included metals such as silicon, aluminum and iron. These components are the most important in metallurgical industries. Based on the melts of these metals, alloys are obtained that differ in their properties and, accordingly, the issue of qualitative and quantitative analysis of metals contained in the earth's crust is a priority.

Keywords: non-ferrous metals, earth's crust, elemental composition.

Известно, что самыми распространёнными элементами земной коры являются кислород (47,2 % масс (м) - в составе химических соединений – х.с.), кремний (27,6 % м.) и алюминий (8,8 % м.) или суммарно 83,6 % м. (все в составе х.с.). Из конструкционных элементов в первую десятку

входят также железо (5.1 % м.) и титан (0.6 % м.). К пяти названным элементам следует добавить ещё весьма распространённые щелочные металлы: натрий (2,64 % м.), калий (2,6% м.), а также щелочноземельные: кальций (3.6% м.) и магний (2.1% м.) (Рис. 1) [1]. Названные девять элементов составляют 100,24 % земной коры. Остальные элементы содержатся в ней «в пределах погрешностей». Экологи заметили это примерно на тридцать лет раньше [2,3], геохимики ещё ранее [4].

Десять этих элементов, включая водород (0,1 % м.), называют главными. Все остальные элементы относят к рассеянным.

Можно отметить, что щелочные и щелоче-земельные металлы, суммарное содержание которых равно 10,94 % коры, к «конструкционным» не относятся из-за их высокой химической активности. Кислород в составе химических соединений земной коры тоже не является конструкционным элементом.

Тогда материальной основой для любых наших инженерных поисков служат только кремний, алюминий, железо и титан (суммарно 42,1 масс %) с легирующими добавками других металлов. Последние по содержанию их можно расположить в виде «перевернутой пирамиды» (Табл.1).

Однако первая четвёрка – Si, Al, Fe и Ti определяет в наибольшей степени возможности применения их в технологических процессах, а технологии производства железа, алюминия, кремния и, возможно, титана вносят и весьма весомый вклад в «Экологию Земли».

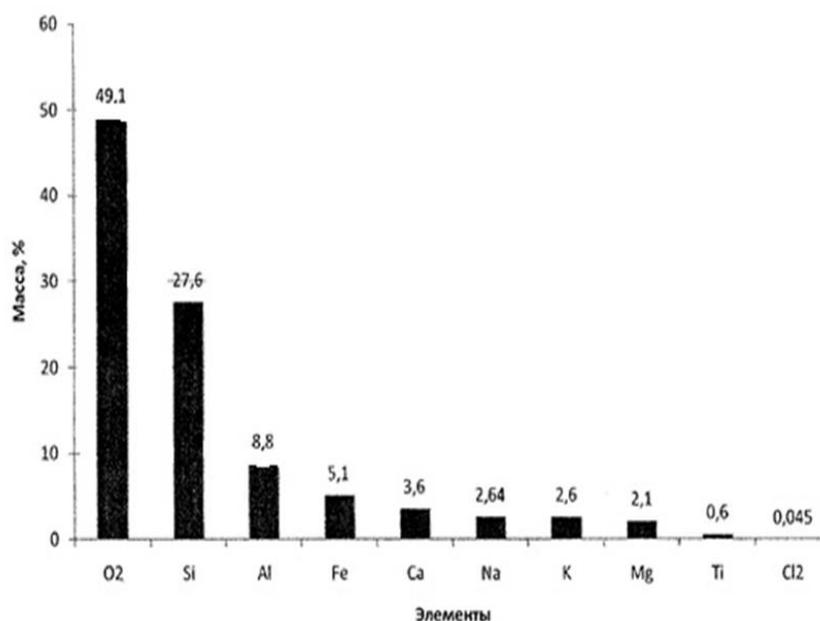


Рисунок 1. Распределение элементов в земной коре, % масс (м) [1]

Таблица 1

Характеристики распространённости металлов в земной коре

№	Металлы	Порядок содержания масс. %	Величина n
1	Mn; Ba; Cr; V; Cu	$n \cdot 10^{-2}$	9; 5; 2; 1,5; 1
2	Ni; Zn; Sn; Co; Pb	$n \cdot 10^{-3}$	8; 5; 4; 3; 1,6
3	Mo; U; W	$n \cdot 10^{-4}$	3; 3; 1
4	Cd; Bi, Ag	$n \cdot 10^{-5}$	5; 2; 1
5	Au; Pt	$n \cdot 10^{-7}$	5; 5

По изучению распространённости в земной коре цветных металлов можно сделать следующие выводы:

1. Редкие, редкоземельные и радиоактивные металлы (кроме урана), а также лантаниды, актиниды и трансурановые элементы, а также бериллий не включены в эту таблицу, как не относящиеся к рассматриваемой области интересов крупнотоннажной технологии и экологии.

2. Большинство технологий металлов, не вошедших в Табл. 1, являются несопоставимо менее ущербными в экологическом отношении в силу небольшой величины «тоннажа» их производства.

3. Предыдущее замечание не относится к технологиям, в которых задействованы радиоактивные материалы, ядовитые вещества или биологически опасные структуры. Все эти технологии должны быть абсолютно безотходными и герметичными.

4. Порядок пользования таблицей. В первой её строке содержание Mn, например, равно $9 \cdot 10^{-2}$ % м.; Ba - $5 \cdot 10^{-2}$ % м.; Cr - $2 \cdot 10^{-2}$ % м.; V - $1,5 \cdot 10^{-2}$ % м.; Cu - $1 \cdot 10^{-2}$ % м и т.д.

Библиографический список

1. Справочник химика. Л-М: ГХИ / Гл. ред. Никольский Б.П. Т.1. 1071 с. С. 22-24.
2. Linus Pauling. General Chemistry, 1970, San-Francisco. Л. Поулинг. Общая химия. М.: Мир, 1974. 846 с. С. 603.
3. Химия окружающей среды. /Под ред. Дж. О.М. Бокриса. /Перев. с англ. О. Г. Скотниковой и Э. Г. Тетерина/ под ред. А. П. Цыганкова. М.: Химия, 1982. 671 с.
4. «Environmental Chemistry». Edited by J.O. Bockris. Plenum press. New York and London, 1977.
5. Mason V. Principles of Geochemistry. John Wiley and Song, N.Y., 1952.
6. БСЭ. Изд. С-Э., М., 1972. Т. 8. 591 с. С. 423-426.

7. Бегунов А.И. Технологии получения легких металлов. Иркутск. 2017. 223 с.

УДК 541.128

ДИСПРОПОРЦИОНИРОВАНИЕ ТОЛУОЛА НА ВЫСОКОКРЕМНИСТЫХ ЦЕОЛИТАХ

В.Г. Галеев

Студент гр. НМб-20-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет
664074, г.Иркутск, ул.Лермонтова, 83
email: vlad-galeev-2002@mail.ru

С.А.Скорникова

К.х.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский
технический университет
664074, г.Иркутск, ул.Лермонтова, 83
email: sskornikova@mail.ru

АННОТАЦИЯ: В данной работе изучено влияние модифицирования цеолитсодержащих катализаторов на реакцию диспропорционирования толуола. Активный компонент в катализатор вводили методами ионного обмена, пропитки и на стадии замеса. Показано, что введение активных компонентов (Co, Ni) приводит к повышению эффективности работы катализатора в процессе диспропорционирования толуола.

Ключевые слова: цеолит, катализатор, диспропорционирование, толуол.

DISPROPORTIONATION OF TOLUENE ON HIGHLY SILICEOUS ZEOLITES

V.G.Galeev

Student

Irkutsk National Research Technical University
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83
e-mail: vlad-galeev-2002@mail.ru

S.A.Skornikova

Assistant professor

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

ABSTRACT: In this paper, the effect of modified zeolite-containing catalysts on the toluene disproportionation reaction is studied. The active

component was introduced into the catalyst by ion exchange, impregnation and at the kneading stage. It is shown that the introduction of active components (Co, Ni) leads to an increase in the efficiency of the catalyst during disproportionation of toluene.

Keywords: zeolite, catalyst, disproportionation, toluene.

Диспропорционирование толуола (ДТ) является одним из важных нефтехимических процессов, позволяющих удовлетворять повышенный спрос на бензол и ксилолы, а преобладание в продуктах каталитического риформинга толуола также стимулирует разработку данного процесса.

Среди ксилолов наиболее ценным изомером является п-ксилол – исходное вещество для производства терефталевой кислоты, которую используют для синтеза полимеров.

В качестве катализаторов для ДТ применяли различные катализаторы Фриделя-Крафтса и аморфные твердые кислотные катализаторы. Но эти катализаторы оказались неудачными из-за их невысокой активности и селективности по целевым продуктам [1]. Было показано [2], что цеолиты достаточно эффективны в данной реакции. Для повышения стабильности катализаторов на основе цеолитов в катализатор вводят переходные металлы, препятствующие коксообразованию. В присутствии цеолитных катализаторов суммарная селективность образования бензола и ксилолов достаточно высока и близка к 90 %, мольное соотношение бензола и смеси ксилолов, образующихся в ходе реакции, близко к единице, состав смеси ксилолов обычно близок к равновесному [3]. Однако в работе [4] показано, что соотношение образующихся в процессе диспропорционирования толуола бензола и ксилола сильно зависит от типа используемого катализатора.

Разработка современных высокоэффективных технологий процесса диспропорционирования толуола связана с использованием в качестве катализаторов цеолитов, в том числе FAU, MOR, MFI, MWW и др. [5,6]. Широкое применение цеолитов в качестве катализаторов в нефтехимии и тонком органическом синтезе обусловлено их высокой термостабильностью, регулярной кристаллической и пористой структурой, контролируемой кислотностью.

В данной работе в качестве основного компонента катализатора для диспропорционирования толуола был выбран промышленный цеолит ЦВМ ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 = 40$), который является структурным аналогом цеолита ZSM-5. Цеолит путем ионного обмена с раствором нитрата аммония переводили в NH_4 -форму, затем термическим разложением NH_4 -формы при 500 °С в течение 3-х часов получали H-форму цеолита ЦВМ. Для повышения стабильности работы катализаторов их модифицировали солями кобальта и никеля, используя методы ионного обмена, пропитки и

на стадии замеса. Для получения гранул цеолит смешивали со связующим гидроксидом алюминия, добавляли пептизатор - азотную кислоту, необходимое количество воды и перемешивали до получения однородной формуемой массы, из которой формировали гранулы. Полученные гранулы провяливали на воздухе (8-10ч), сушили в сушильном шкафу в течение 2-х часов (100-120°C), а затем прокалили в муфельной печи 4 часа при температуре 450 оС. Приготовленные таким образом катализаторы имели следующий состав: цеолит ЦВМ -65% мас., активный компонент (MeO) -5% мас., оксид алюминия Al₂O₃ – 30% мас.

Каталитические свойства полученных образцов были изучены в реакции диспропорционирования толуола в проточной каталитической установке при температуре 490 °С, объемной скорости подачи сырья V₀=2,0 час⁻¹. Реакцию проводили в токе водорода при мольном отношении H₂/толуол = 400 нл/л сырья. Время работы катализатора – 8 часов. Продукты реакции анализировали на хроматографе «Chrom-5» с ПИД с использованием кварцевой капиллярной колонки с нанесенной жидкой фазой «Карбовакс 20М» (газ-носитель азот).

Основными продуктами в реакции диспропорционирования толуола являются бензол и ксилолы (орто-, мета-, пара- изомеры). В качестве побочных продуктов образуются лёгкие углеводороды (метан, этан, этилен) и полиалкилароматические углеводороды (C₉ и выше), которые составляют основу кокса.

В таблице представлены результаты испытаний катализаторов на основе цеолита ЦВМ в реакции диспропорционирования толуола после 8 часов работы. Н-ЦСК- это Н-форма цеолита, ЦСК-1 –активный компонент введен методом ионного обмена, ЦСК-2 – активный компонент введен методом пропитки, ЦСК-3 активный компонент введен в процессе замеса.

Таблица 1

Результаты каталитических испытаний цеолитсодержащих катализаторов (ЦСК).

Показатели	Катализаторы						
	Н-ЦСК	Со-ЦСК-1	Со-ЦСК-2	Со-ЦСК-3	Ni-ЦСК-1	Ni-ЦСК-2	Ni-ЦСК-3
1. Степень превращения толуола, % (конверсия)	25,5	46,5	42,8	49,9	43,3	48,0	51,9
2. Выход целевых продуктов (PhH+ΣPh(CH ₃) ₂), %	17,5	36,5	36,3	41,2	33,7	40,2	43,4

Продолжение таблицы 1

3.Селективность диспропорционирования, %	68,6	78,5	84,8	82,6	77,8	83,8	83,6
4. Соотношение бензол/ксилолы	0,85	0,95	0,90	1,05	0,93	0,83	1,07
5. Газ + кокс,%	8,0	10,0	6,5	8,7	9,6	7,8	8,5

Из таблицы следует, что модифицирование цеолитов солями кобальта и никеля позволяет существенно повысить выход целевых продуктов диспропорционирования. Выход целевых продуктов и селективность диспропорционирования толуола близки для каталитических систем, приготовленных методом пропитки и на стадии замеса. Катализаторы, у которых активный компонент введен ионным обменом $\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{Co}_2^+ (\text{Ni}_2^+)$ показали более низкую селективность диспропорционирования по целевым продуктам вследствие высокого содержания газа и кокса. Таким образом показано, что метод введения активного компонента влияет на эффективность работы катализатора.

На основании полученных данных следует, что при модифицировании промышленных цеолитов ЦВМ солями кобальта и никеля возможно получать эффективные каталитические системы для процесса диспропорционирования толуола.

Библиографический список:

1. S. Vishnu Priya, J. Herbert Mabel, S. Gopalakrishnan, M. Palanichamy, V. Murugesan/ Selective ion-exchange in MAPO-36 and its application in toluene disproportionation // J Porous Mater.- 2009.-v.16, p. 419–427.
2. Daisuke Mitsuyoshi, Koji Kuroiwa, Yuta Kataoka, Takuya Nakagawa, Misaki Kosaka, Koshiro Nakamura, Satoshi Suganuma, Yasuhiro Araki, Naonobu Katada/Shape selectivity in toluene disproportionation into para-xylene generated by chemical vapor deposition of tetramethoxysilane on MFI zeolite catalyst//Microporous and Mesoporous Materials.- 2017.- v. 242 .-p.118-126.
3. Е. Е. Князева, С. В. Коннов, А. А. Тихонова, О. А. Пономарева, И. И. Иванова/ Диспропорционирование толуола на рекристаллизованных цеолитах MFI // Нефтехимия.- 2015.- т. 55, № 6.- с.500–505.
4. Ф.Ш. Керимли, С.Э. Мамедов/ Селективное диспропорционирование толуола на модифицированных пентасилах// Башкирский химический журнал. -2020. - т.27, № 2.- с.64-69.
5. Demin Chen, Jun Wang, Xiaoqian Ren, Hui Teng, Haiwei Gu/ Silicalite-1 Shell Synthesized onto Cylinder-Shaped ZSM-5 Extrudate for Disproportionation of Toluene into Para-Xylene// Catal. Lett.-2010.-v.136.- p.65–70.

6. С.Б. Агаева, Б.А. Дадашев, Д.Б. Тагиев, Р.Р. Зарбалиев, С.И. Абасов/ Диспропорционирование толуола на кобальтсодержащих цеолитах различных типов//Нефтехимия.-2004.- т.44, №1.- с.42-46.

УДК: 541.64:547(322+335)

ДЕГИДРОХЛОРИРОВАНИЕ В ПРОЦЕССЕ РАДИКАЛЬНОЙ СОПОЛИМЕРИЗАЦИИ 1-ВИНИЛАЗОЛОВ С ВИНИЛХЛОРИДОМ

К.И. Ахматгалиева

Студент гр. ТПб-21

Иркутский национальный исследовательский
технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83
e-mail: kristinaahmatgalieva@gmail.com

О.В. Лебедева

К.х.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский
технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83
e-mail: lebedeva@istu.edu

АННОТАЦИЯ: Исследована радикальная сополимеризация 1-винилазолов с винилхлоридом. Показано, что процесс сополимеризации сопровождается реакцией дегидрохлорирования. Повышение основности 1-винилазолов и увеличение их содержания в исходной смеси сомономеров приводит к увеличению степени дегидрохлорирования.

Ключевые слова: радикальная сополимеризация, 1-винилазолы, винилхлорид, дегидрохлорирование.

DEHYDROCHLORINATION IN THE PROCESS OF RADICAL COPOLYMERIZATION OF 1-VINYLAZOLES WITH VINYL CHLORIDE

K.I. Akhmatgalieva

Student gr. TPb-21

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

O.V. Lebedeva

Assistant professor

Irkutsk National Research Technical University
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83
e-mail: lebedeva@istu.edu

ABSTRACT: The radical copolymerization of 1-vinylazoles with vinyl chloride was investigated. The copolymerization process has been shown to be accompanied by a dehydrochlorination reaction. An increase in the basicity of 1-vinylazoles and an increase in their content in the starting comonomer mixture leads to an increase in the degree of dehydrochlorination.

Keywords: radical copolymerization, vinylazoles, vinyl chloride, dehydrochlorination.

Сополимеризация 1-винилазолов (ВАЗ): 1-винилимидазола (ВИМ), 1-винилбензиимидазола (ВБИ), 1-винил-1,2,4-триазола (ВТр), 1-винилпиразола (Впир) с винилхлоридом (ВХ) сопровождается дегидрохлорированием макромолекулярной цепи [1-3]. Прямым доказательством этого является появление в спектрах ЯМР ^{13}C группы сигналов, относящихся к фрагменту $-\text{CH}=\text{CH}-$ (128.03-127.58 м.д.), а также появление в ИК спектрах сополимеров интенсивной полосы поглощения в области 1640 см^{-1} , характерной для валентных колебаний двойных $-\text{CH}=\text{CH}-$ связей.

Степень дегидрохлорирования (Z) сополимеров, рассчитанная на основании данных спектроскопии ЯМР ^{13}C , приведена в табл. При выходе продуктов синтеза не более 5-9 % от суммарной загрузки мономеров дегидрохлорирование во всех исследованных системах отсутствует. С повышением содержания ВАЗ в смеси степень дегидрохлорирования увеличивается. В случае сополимеризации ВТр с ВХ реакция элиминирования протекает только при высоком содержании азольного мономера в исходной смеси. Сополимеризация Впир-ВХ протекает без побочных процессов.

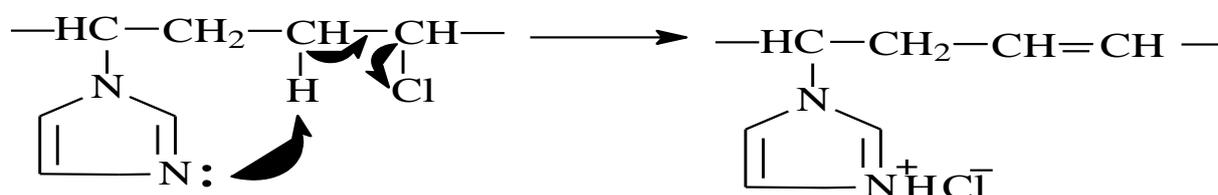
Таблица 1

Сополимеризация ВАЗ (M_1) с ВХ (ДМФА, ДАК-0.5 % мас., 60 °С, 6ч)

Состав исходной смеси, мол. доли	Состав сополимера, рассчитанный по спектрам ЯМР ^{13}C				*Z, %	Выход, %
	M_1	m_1	m_2	$-\text{CH}=\text{CH}-$ заряженное звено гетероцикла		
ВИМ-ВХ ($\text{pK}_{\text{BH}^+}=7.52$)						
0.80	0.8945	0.0353	0.0351	0.0351	49.9	85
0.20	0.4117	0.4113	0.0885	0.0885	17.7	65
ВБИ-ВХ ($\text{pK}_{\text{BH}^+}=5.78$)						
0.80	0.8363	0.0767	0.0480	0.0480	38.5	80
0.30	0.5540	0.3850	0.0305	0.0305	7.3	68
ВТр-ВХ ($\text{pK}_{\text{BH}^+}=2.97$)						
0.80	0.7813	0.1223	0.0482	0.0482	28.1	90
0.65	0.7825	0.1851	0.0162	0.0162	8.1	86
Впир-ВХ ($\text{pK}_{\text{BH}^+}=1.70$)						

0.80	0.8421	0.1579	-	-	-	90
0.20	0.3490	0.6510	-	-	-	63

Протекание реакции дегидрохлорирования в исследуемых системах определяется основностью ВАЗ. С повышением основности ВАЗ степень дегидрохлорирования увеличивается. Так основность ВИМ составляет максимальную величину ($pK_{BH^+} = 7.52$) в ряду исследуемых мономеров и степень дегидрохлорирования для сополимеров ВИМ-ВХ имеет наибольшее значение (до 50%). По-видимому, дегидрохлорирование протекает через образование промежуточного комплекса в макромолекулярной цепи:



С повышением основности пиридинового атома азота в гетероцикле атом водорода $-CH_2-$ группы в ВХ становится более подвижным и, следовательно, облегчается отщепление хлористого водорода. Для ВБИ основность (pK_{BH^+}) составляет 5.78, а степень дегидрохлорирования уменьшается до 38 %, для ВТр $pK_{BH^+} = 2.97$ и $Z = 28\%$. В случае Впир основность $pK_{BH^+} = 1.7$ и реакции дегидрохлорирования не наблюдается, что подтверждается отсутствием резонансных сигналов $-CH=CH-$ группы в спектре ЯМР ^{13}C . Потеря растворимости продуктов реакции при хранении, появление окраски у сополимеров, качественная реакция с $AgNO_3$ на хлорид-ионы также косвенно указывают на протекание процесса дегидрохлорирования.

Библиографический список

1. Шаглаева Н.С., Федоров С.В., Лебедева О.В., Пирогова Г.А., Султангареев Р.Г. Дегидрохлорирование в процессе радикальной сополимеризации винилхлорида с 1-винилазолами // Высокомолекулярные соединения. Серия Б. 2004. Т. 46, № 8. С. 1434-1437.
2. Лебедева О.В., Каницкая Л.В., Пирогова Г.А., Шаглаева Н.С., Федоров С.В., Халиуллин А.К. Исследование структуры сополимера винилхлорида с 1-винил-1,2,4-триазолом методом спектроскопии ЯМР ^{13}C // Журнал прикладной химии. 2001. Т. 74, № 9. С. 1557.
3. Лебедева О.В., Шаглаева Н.С., Пирогова Г.А., Федоров С.В., Халиуллин А.К. Соплимеризация винилхлорида с 2-метил-5-

винилпиридином // Журнал прикладной химии. 2000. Т. 73, № 8. С. 1399-1400.

УДК 547.554.2

ВЛИЯНИЕ ПОСТ-СИНТЕТИЧЕСКИХ ОБРАБОТОК НА СВОЙСТВА ЦЕОЛИТОВ ZSM-5

С.П. Вавилкин

Студент гр. НМб-19-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: vavilon2001@ya.ru

Д.А. Здота

Студент гр. НМб-19-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: dmitry.zdota@gmail.com

С.А. Скорникова

К.х.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: sskornikova@mail.ru

АННОТАЦИЯ: В работе показано, что пост-синтетические обработки цеолита ZSM-5, такие как декатионирование и деалюминирование, позволяют получить активные формы цеолитов для кислотно-основного катализа. Установлено, что обработка цеолита ZSM-5 концентрированными минеральными кислотами приводит к снижению степени кристалличности цеолита при сохранении его топологии.

Ключевые слова: цеолиты ZSM-5, пост-синтетические обработки, деалюминирование, декатионирование.

EFFECT OF POST-SYNTHETIC TREATMENTS ON ZEOLITE PROPERTIES ZSM-5

S.P. Vavilkin

Student gr. NMB-19-1

Irkutsk National Research
Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontov, 83

e-mail: vavilon2001@ya.ru

D.A. Zdota

Student gr. NMB-19-1

Irkutsk National Research

Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontov, 83

e-mail: dmitry.zdota@gmail.com

S.A. Skornikova

Assistant Professor

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontov, 83

e-mail: sskornikova@mail.ru

ABSTRACT: The work shows that post-synthetic treatments of ZSM-5 zeolite, such as decation and dealumination, make it possible to obtain active forms of zeolites for acid-base catalysis. Treatment of zeolite ZSM-5 concentrated mineral acids has been found to reduce the degree of crystallinity of zeolite while maintaining its topology.

Keywords: ZSM-5 zeolites, post-synthetic treatments, dealumination, decationation.

Современная нефтепереработка строится на использовании катализаторов нового поколения, среди которых особое внимание уделяется катализаторам на основе цеолитов. Наибольший научный и практический интерес представляют катализаторы на основе цеолитов FAU, MFI, BEA, MOR, промышленное производство которых реализовано в России.

Основным фактором, определяющим активность и селективность цеолитов, как катализаторов кислотного-основного типа, является их кислотность, определяемая силой, числом и доступностью кислотных центров.

Кислотные характеристики цеолитов могут быть оптимизированы посредством синтетических и пост-синтетических методов. К последним следует отнести:

- декатионирование – постепенная замена катионов Na^+ на H^+ посредством ионного обмена цеолита на ионы аммония и последующего прокалывания;
- деалюминирование – удаление атомов алюминия из решетки цеолита с целью повышения силикатного модуля цеолита (мольное отношение $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$).

Считают [1], что процесс деалюминирования является важной стадией приготовления катализаторов, поскольку позволяет одновременно регулировать стабильность и кислотность цеолита. Для цеолитов типа ZSM-5 (MFI) известны способы деалюминирования, которые включают гидротермальную обработку цеолитов водяным паром, деалюминирование

парами SiCl_4 , обработку минеральными кислотами, комбинированные обработки водяным паром и кислотами.

Согласно [2] dealюминирование в цеолитах приводит к гидролизу связей Al-O-Si цеолитного каркаса в результате термодаровой обработки, обработки минеральными кислотами, другими реагентами, такими как SiCl_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$ и др. Кроме этого, dealюминирование часто сопровождается аморфизацией цеолита и образованием дефектов в структуре цеолита. Обработку минеральными разбавленными кислотами чаще всего используют не только для процесса dealюминирования, но и удаления аморфных фрагментов из цеолитных пор.

Традиционно, цеолиты получают гидротермальной кристаллизацией щелочных алюмосиликатных (силикатных или металлосиликатных) гелей при температуре до 200 оС и аутогенном давлении. Полученные цеолиты в исходной натриевой форме не являются каталитически активными, поэтому их переводят в активную для катализа форму, проводя ионный обмен катионов натрия на катионы аммония $\text{Na}^+ \rightarrow \text{NH}_4^+$. Для осуществления ионного обмена используют растворы солей аммония.

В работе использовали цеолит ZSM-5 ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 = 30$, содержание $\text{Na}_2\text{O} = 4,5\%$ мас). Декатионирование цеолитов проводили с 1N раствором NH_4NO_3 при температуре 80 °С в течение 2-х часов при постоянном перемешивании. Объемное соотношение цеолит: раствор = 1:5. После образец отфильтровывали на воронке Бюхнера, промывали дистиллированной водой, провяливали на воздухе в течение 12 часов и сушили 2 часа при 120 °С. Для достижения необходимой концентрации оксида натрия в цеолите (< 0.12 % мас) ионный обмен проводили дважды с раствором нитрата аммония в аналогичных условиях. Для получения декатионированной H-ZSM-5 формы образцы после обмена $\text{Na}^+ \rightarrow \text{NH}_4^+$ прокаливали 3 часа при температуре 500 °С.

Цеолиты ZSM-5 в исходной форме обрабатывали концентрированными минеральными кислотами (HNO_3 , H_2SO_4 , HCl) при температуре 90 °С в течение 2-х часов при постоянном перемешивании, соотношении цеолит/раствор=1:5. Затем реакционную массу разбавляли водой, фильтровали, отмывали избытком воды и сушили при комнатной температуре в течение 12 часов, затем 2 часа в сушильном шкафу при 120 °С. Воздушно-сухие образцы анализировали методами порошковой рентгенографии и электронной микроскопии.

На рисунке 1 представлены рентгенограммы исходного цеолита и после его обработки минеральными концентрированными кислотами, а также скан-снимки исходного цеолита ZSM-5 и после его обработки H_2SO_4 . Как видно из представленных рентгенограмм, после обработки цеолитов кислотами их топология сохраняется, о чем свидетельствует наличие характеристических пиков на рентгенограммах. Несмотря на то,

что интенсивность рефлексов снижается (особенно для азотной кислоты), что свидетельствует о некотором снижении степени кристалличности цеолитов ZSM-5, кристаллическая структура цеолитов полностью не разрушается и это подтверждает их устойчивость к действию кислот.

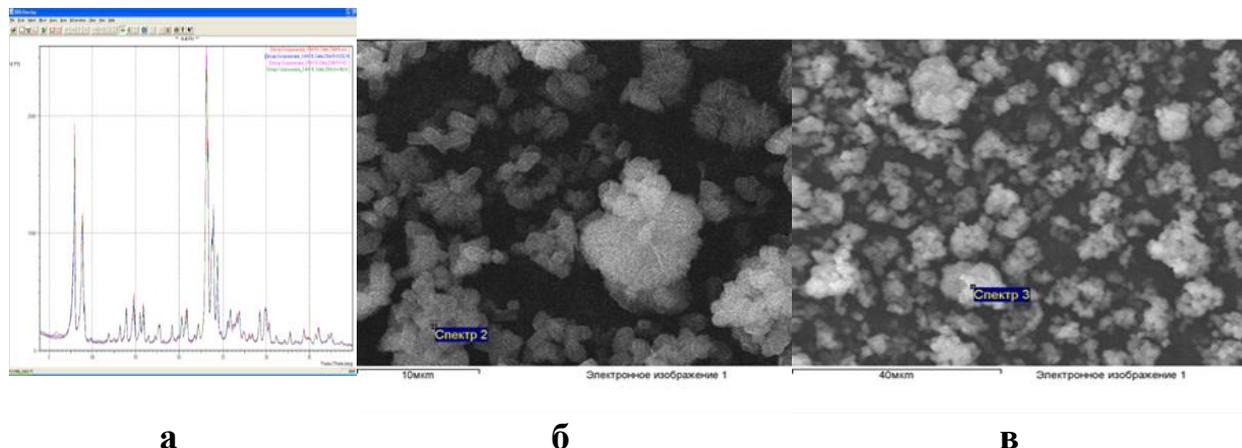


Рисунок 1. Рентгенограммы исходного цеолита ZSM-5 и после его обработки концентрированными минеральными кислотами (а); б и в- скан-снимки исходного цеолита ZSM-5 и после его обработки концентрированной H_2SO_4 .

В таблице приведены характеристики цеолитов ZSM-5 после обработки концентрированными минеральными кислотами.

Таблица 1

Характеристики цеолитов ZSM-5 после обработки концентрированными минеральными кислотами при $T=90\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 2-х часов

№	Образец	Минеральная кислота	Степень кристалл., %.	Si/Al	Вэл. ячейки, Å^3
1	ZSM-5- исх	-	100	17,6	5381
2	ZSM-5-1	конц. H_2SO_4	84	21,8	5371
3	ZSM-5-2	конц. HNO_3	77	22,0	5367
4	ZSM-5-3	конц. HCl	85	21,5	5370

Как показано в [3], концентрированная H_2SO_4 при высокой температуре является сильным окислителем и дегидратирующим агентом. Как окислитель - она способствует удалению темплата, а как дегидратирующий агент - сводит к минимуму возможности гидролитического расщепления каркасных связей, а значит, dealюминирование цеолита. Опыт показал, что темплат действительно удаляется очень эффективно, однако при этом синхронно удаляется из

цеолитов и алюминий, то есть, фактически за одну стадию осуществляется два процесса: удаление темплата и деалюминирование. Известно [3], что оба эти процесса, проведенные в отдельности, приводят к одному результату – сокращению объема э.я., что и следует из таблицы.

На основании полученных результатов следует, что пост-синтетическая обработка цеолитов ZSM-5 позволяет получить активную в катализе декатионированную форму цеолита H-ZSM-5 с более высоким соотношением Si/Al в цеолите. Согласно [4] для увеличения стабильности катализатора необходимо создание определенной степени гидрофобности на поверхности цеолита, одним из способов повышения которой является увеличение содержания в них кремния путем деалюминирования цеолита.

Библиографический список:

1. Г.В. Ечевский, Е.Г. Коденев, Г.Н. Носырева/ Способы повышения стабильности каталитического действия цеолитов типа MFI и увеличения общего срока службы катализаторов на их основе// Катализ в промышленности.-2013, № 4- с. 16-23.

2. Y. Oumi, S. Nemoto, S.Nawata, T. Fukushima, T. Teranishi, T. Sano/ Effect of the framework structure on the dealumination–realumination behavior of zeolite//Materials Chemistry and Physics.-2002.- v. 78.-p. 551–557.

3. А.В. Токтарев, С.А. Скорникова, Г.В. Ечевский / Взаимодействие R-Na-БЕТА цеолита с концентрированными кислотами// Сборник трудов 5 Всероссийской конференции «Цеолиты и мезопористые материалы».- Звенигород, 8-11 июня 2008 г., с. 227-228.

4. Su Jin You, Eun Duck Park/ Effects of dealumination and desilication of H-ZSM-5 on xylose dehydration// Microporous and Mesoporous Materials.- 2014.-v.186 –p.121–129.

УДК: 544.473, 544.478

РАССМОТРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ МЕЖЦЕОЛИТНЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ЦЕОЛИТА NAU

В.Д. Горбунова

Студент гр. НМб-19-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: viktoriya.gorbunova2000@mail.ru

С.А. Скорникова

К.х.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: sskornikova@mail.ru

АННОТАЦИЯ: работа посвящена рассмотрению межцеолитных превращений. Цеолиты представляют собой кристаллические алюмосиликатные минералы с пустотами, размеры которых находятся в диапазоне молекулярных размеров. В работе исследуется возможность получения цеолитов BEA и ZSM-5 с использованием NaY в качестве исходного цеолита.

Ключевые слова: цеолиты, межцеолитные превращения, NaY, ZSM-5, BEA.

CONSIDERING THE POSSIBILITY OF INTERZEOLITED TRANSFORMATIONS ON THE EXAMPLE OF NAY CEOLITE

V.D. Gorbunova

Student gr. NMb-19-1

Irkutsk National Research
Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontov, 83

e-mail: viktoriya.gorbunova2000@mail.ru

S.A. Skornikova

Assistant Professor

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontov, 83

e-mail: sskornikova@mail.ru

ABSTRACT: the work is devoted to the consideration of interzeolite transformations. Zeolites are crystalline aluminosilicate minerals with voids whose sizes are in the range of molecular sizes. The paper investigates the possibility of obtaining zeolites BEA and ZSM-5 using NaY as the initial zeolite.

Keywords: zeolites, interzeolite transformations, NaY, ZSM-5, BEA.

Цеолиты представляют собой класс микропористых кристаллических алюмосиликатов. Благодаря своим уникальным свойствам, таким как регулярная кристаллическая структура, развитая система пор, химическая и термическая стабильность, высокая площадь поверхности, молекулярно-ситовые свойства они находят широкое применение в качестве компонентов каталитических систем в нефтехимии и промышленном органическом синтезе.

По данным Международной ассоциации цеолитов (IZA), на сегодняшний день зарегистрировано более 200 структурных типов цеолитов. Как правило, цеолиты получают путем гидротермальной обработки аморфного алюмосиликатного гидрогеля в качестве исходного материала в присутствии различных органических структурообразующих агентов (SDA), использование которых значительно расширило

возможности синтеза цеолита. Однако их высокая стоимость стимулирует развитие альтернативных путей синтеза цеолитов. Поэтому исследования синтеза цеолитов без SDA с использованием затравочных кристаллов цеолитов достаточно успешно развиваются и применяются в настоящее время [1].

В большинстве способов синтеза цеолитов аморфная фаза непосредственно преобразуется в цеолит определенного типа, но превращение обычно происходит постепенно в следующей последовательности: аморфная фаза → менее стабильный цеолит → наиболее стабильный цеолит. Исходя из этого, авторы [2] указали на высокий потенциал другого метода образования цеолита, основанного на гидротермальном превращении одного типа цеолита в другой - межцеолитные превращения.

В настоящее время с помощью межцеолитных превращений возможно получение цеолитов, синтез которых из аморфных источников невозможен или требует дорогостоящих темплатов. Кроме того, используя превращение одного цеолита в другой возможно управлять структурой и химическим составом цеолитов [2].

В работе [3] рассмотрены два основных подхода, которые использовались для понимания межцеолитного превращения. Первый - термодинамический, который предполагает, что цеолиты метастабильны и эволюционируют из менее плотной фазы в более плотную, следуя правилу Оствальда. Второй - кинетический, который предполагает, что межцеолитное преобразование между исходным цеолитом и целевой топологией должно иметь сходные структурные особенности, такие как общие строительные блоки, наличие которых позволило бы увеличить скорость кристаллизации целевой топологии. В настоящее время исследователи используют оба подхода.

В работе [4] отмечены некоторые из основных преимуществ межцеолитных превращений по сравнению с обычным синтезом: уменьшение времени синтеза и снижение затрат, поскольку его можно проводить в отсутствие SDA-агентов. Однако для успешного межцеолитного превращения процесс должен быть термодинамически и кинетически благоприятным. Это означает, что условия синтеза, такие как соотношения реагентов NaOH/SiO_2 и $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, способствующих сольбилизации исходного цеолита и переупорядочению его структуры в целевую топологию, являются важными параметрами, которые необходимо контролировать. Однако не все взаимные превращения цеолитов происходят спонтанно, так что затравки или органические направляющие агенты (SDA) также могут быть добавлены для получения желаемой топологии цеолита [2].

Цель данной работы – рассмотреть возможность получения цеолитов BEA и ZSM-5 из цеолита NaY.

Для исследований применяли порошкообразный цеолит NaY производства ООО «Ишимбайский специализированный химический завод катализаторов» (ООО «ИСХЗК»). Выбор данных структурных типов был обусловлен тем, что они находят широкое применение в различных каталитических процессах.

Межцеолитные превращения цеолита NaY с целью получения цеолита ZSM-5 выполняли согласно [3] с использованием Na–Y или HY-формы и затравочных кристаллов ZSM-5 в количестве 10% без использования SDA. Превращение цеолита NaY с целью получения BEA выполняли в соответствии с [4], используя различные количества затравочных кристаллов цеолита BEA и гидроксид тетраэтиламония в качестве SDA. Результаты межцеолитных превращений представлены в таблице.

Как следует из представленной таблицы, гидротермальная обработка реакционного геля (образец 1) в течение 24 часов сопровождается аморфизацией цеолита NaY. Увеличение длительности гидротермальной обработки образца 1 с 24 часов до 120 часов позволяет получить цеолит ZSM-5 с содержанием кристаллической фазы 80% (образец 3). Использование HY-формы в качестве исходного материала для межцеолитных превращений позволяет уже за 72 часа получить цеолит ZSM-5 с содержанием кристаллической фазы 60% (реакционная смесь 4). При увеличении длительности гидротермальной обработки до 120 часов (образец 5) получаем цеолит ZSM-5 с 90%-ной кристаллическостью.

Гидротермальная обработка реакционных гелей (образцы 6 и 7) в течение 48 часов позволяет получить цеолит BEA с содержанием кристаллической фазы цеолита BEA 85%.

На основании полученных результатов следует, что цеолит NaY может превращаться в цеолит ZSM-5 в процессе гидротермальной обработки в щелочной среде без SDA в присутствии затравочных кристаллов цеолита ZSM-5. Хотя эти цеолиты и не имеют общих строительных блоков, существует возможность реконструкции топологий цеолита NaY (FAU) в MFI (ZSM-5).

Таблица 1

Влияние состава реакционной среды на межцеолитные превращения NaY → ZSM-5 и NaY → BEA при T=150 °C

№	Состав реакционной смеси					τ, час	Финальный продукт
	исх. цеолит	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	Na ⁺ /SiO ₂	OH ⁻ /SiO ₂	H ₂ O/SiO ₂		
1	NaY	30	0,3	0,3	30	24	Am, NaY
2	NaY	30	0,3	0,3	30	72	NaY, ZSM-5
3	NaY	30	0,3	0,3	30	120	ZSM-5

Продолжение таблицы 1

4	HY	30	0,3	0,3	30	72	ZSM-5, Am
5	HY	30	0,3	0,3	30	120	ZSM-5
6	NaY*	20	0,4	0,4	10	48	BEA, Am,
7	NaY**	20	0,6	0,6	20	48	BEA, Am,

Am-аморфная фаза; * - заправка цеолита BEA-10 мас.%; ** - заправка цеолита BEA -20 мас.%.

Цеолит NaY может превращаться в цеолит BEA в процессе гидротермальной обработки в щелочной среде в присутствии SDA - гидроксида тетраэтиламмония и затравочных кристаллов цеолита BEA. По-видимому, локально упорядоченные алюмосиликатные частицы, которые получены в процессе растворения цеолита NaY в ТЕАОН, пригодны для формирования цеолита BEA в присутствии затравочных кристаллов данных цеолитов.

Библиографический список:

1. Kenta Iyoki, Keiji Itabashi, Tatsuya Okubo / Progress in seed-assisted synthesis of zeolites without using organic structure-directing agents// Microporous and Mesoporous Materials.- 2014.- v.189.- p. 22–30.
2. Д.В. Брутер, В.С. Павлов, И.И. Иванова / Межцеолитные превращения, как метод синтеза цеолитных катализаторов // Современные молекулярные сита.- 2021.- т. 3, № 1.- с. 2–26.
3. Mauricio B. dos Santos, Kim C. Vianna, Heloise O. Pastore, Heloysa M.C. Andrade, Artur J.S. Mascarenhas/ Studies on the synthesis of ZSM-5 by interzeolite transformation from zeolite Y without using organic structure directing agents // Microporous and Mesoporous Materials.- 2020. – v. 306, N. 110413.- p.1-14.
4. Koutaro Honda, Ayako Yashiki, Masaya Itakura, Yusuke Ide, Masahiro Sadakane, Tsuneji Sano Influence of seeding on FAU–*BEA interzeolite conversions //Microporous and Mesoporous Materials.-2011.- v.142.-p.161-167.

УДК 544.6.018.47-0.365

ИОНООБМЕННЫЕ МЕМБРАНЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИВИНИЛОВОГО СПИРТА И ЦЕОЛИТОВ ZSM-5, МОДИФИЦИРОВАННЫХ СОЛЯНОЙ КИСЛОТОЙ И ФТОРИДОМ АММОНИЯ

С.А. Закарчевский
аспирант гр. аБТ-18,

Иркутский национальный исследовательский
технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.
e-mail: serzh94lan@mail.ru

А.Н.Чеснокова

к.х.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский
технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83
e-mail: chesnokova@istu.edu

Е.К. Анищенко

Бакалавр гр. НМб-19

Иркутский национальный исследовательский
технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83
e-mail: xxgggi@gmail.com

Д.М. Вольтин

Бакалавр гр. ЭПАб-21-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83
e-mail: danvolgyan@gmail.com

Р.С. Масленников

Бакалавр гр. ЭПАб-21-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83
e-mail: romaslennikoff@gmail.com

А.С.Суханов

аспирант гр. аРОТ-21-1,

Иркутский национальный исследовательский
технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.
e-mail: baizile@ex.istu.edu

АННОТАЦИЯ: В работе синтезированы ионообменные мембраны на основе сшитого поливинилового спирта, допированного цеолитом ZSM-5. Образцы цеолитов были предварительно модифицированы соляной кислотой и фторидом аммония. Определены протонная проводимость, ионообменная емкость и водопоглощение полученных мембран.

Ключевые слова. Ионообменная мембрана, поливиниловый спирт, цеолит ZSM-5.

**ION-EXCHANGE MEMBRANES BASED ON POLYVINYL ALCOHOL
AND ZSM-5 ZEOLITES MODIFIED WITH HYDROCHLORIC ACID
AND AMMONIUM FLUORIDE**

S.A. Zakarchevsky,
graduate student gr. aBT-18,
Irkutsk National Research Technical University
664074, Irkutsk, st. Lermontov, 83.
e-mail: serzh94lan@mail.ru

A.N. Chesnokova
PhD, Associate Professor
Irkutsk National Research Technical University
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83
e-mail: chesnokova@istu.edu

E.K. Anischenko
Bachelor gr. NMB-19
Irkutsk National Research Technical University
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83
e-mail: xxggi@gmail.com

D.M. Volygin
Bachelor gr. EPAb-21-1
Irkutsk National Research Technical University
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83
e-mail: danvolgyan@gmail.com

R.S. Maslennikov
Bachelor gr. EPAb-21-1
Irkutsk National Research Technical University
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83
e-mail: romaslennikoff@gmail.com

A.S. Sukhanov
graduate student gr. aROT-21-1,
Irkutsk National Research Technical University
664074, Irkutsk, st. Lermontov, 83.
e-mail: baizile@ex.istu.edu

ABSTRACT: In this work, ion-exchange membranes based on cross-linked polyvinyl alcohol doped with ZSM-5 zeolite were synthesized. Zeolite samples were preliminarily modified with hydrochloric acid and ammonium fluoride. The proton conductivity, ion-exchange capacity, and water absorption of the obtained membranes were determined.

Keywords: Ion exchange membrane, polyvinyl alcohol, ZSM-5 zeolite.

В настоящее время большой интерес вызывают разработки в области энергообеспечения возобновляемыми и экологически чистыми источниками энергии, в частности, биотопливные элементы (БТЭ), позволяющие вырабатывать электрическую энергию из органических отходов и одновременно выполнять функцию очистки сточных вод [1-4].

Ключевым элементом в подобных системах является ионообменная мембрана. Современные промышленные перфторированные мембраны типа Nafion (США) и МФ-4СК (РФ) являются дорогостоящими, вследствие высокой стоимости исходных реагентов и многостадийной технологии получения. Поэтому актуальной задачей являются синтез и исследование альтернативных ионообменных мембран, лишенных этих недостатков.

В качестве основы для синтеза мембран использовали водный раствор ПВС (10 % вес.). Сшивка осуществлялась сульфоянтарной кислотой (СЯК) и глутаровым альдегидом. Проводили допирование мембранной матрицы цеолитами ZSM-5, предварительно функционализированными соляной кислотой и фторидом аммония.

Для изучения протонной проводимости полученных мембран использовался метод импедансной спектроскопии. Измерения проводили при температуре 30° С и относительной влажности 100%. Водопоглощение и ионообменную емкость определяли в соответствии с методиками [5].

Показано, что наличие модифицированных цеолитов в структуре мембран оказывает влияние на величину протонной проводимости, ионообменной емкости и водопоглощения. Протонная проводимость образцов, содержащих цеолиты ZSM-5, модифицированных соляной кислотой и фторидом аммония, в сравнении с образцом без цеолита увеличилась в 1,5-2 раза.

Ионообменная емкость (ИОЕ) мембраны на основе поливинилового спирта без цеолитной добавки составила 0,95 ммоль/г, что совпадает с литературными данными для подобных мембран [5]. Значения ИОЕ для мембран с содержанием цеолитов ZSM 5, модифицированных соляной кислотой и фторидом аммония, составили 1,47 и 1,55 ммоль/г, соответственно.

Водопоглощение мембраны на основе сшитого ПВС составило 146%. Добавка цеолитов ZSM 5, модифицированных соляной кислотой и фторидом алюминия, привела к снижению водопоглощения мембран в 2,2 и 2,5 раза, соответственно.

Авторы благодарят к.х.н., доцента ИРНТУ Скорникову С.А. за предоставление образцов цеолитов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках научно-образовательного центра "Байкал" (грант № FZZS-2021-0007)

Библиографический список:

1. Ramya, M. and Kumar, P.S., A review on recent advancements in bioenergy production using microbial fuel cells, Chemosphere, 2022, vol. 288, part 2, 132512, <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.132512>.
2. Wilberforce, T., Abdelkareem, M.A., Elsaid, K., Olabi, A.G. and

Sayed, E.T., Role of carbon-based nanomaterials in improving the performance of microbial fuel cells. *Energy*, 2022, vol. 240, 122478, <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.122478>

3. Boas, J.V., Oliveira, V.B., Simões, M. and Pinto, A.M.F.R., Review on microbial fuel cells applications, developments and costs, *Journal of Environmental Management*, 2022, vol. 307, 114525, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.114525>.

4. Mohyudin, S., Farooq, R., Jubeen, F., Rasheed, T., Fatima, M. and Sher, F., Microbial fuel cells a state-of-the-art technology for wastewater treatment and bioelectricity generation, *Environmental Research*, 2022, vol. 204, Part D, 112387, <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.112387>.

5. Чеснокова А.Н., Жамсаранжапова Т.Д., Закарчевский С.А., Кулшреста В., Скорникова С.А., Макаров С.С., Пожидаев Ю.Н. Влияние содержания цеолита на протонную проводимость и технические характеристики мембран на основе сшитого поливинилового спирта. *Известия вузов. Прикладная хими и биотехнология*. 2020. Т. 10. N 2. С. 360–367. <https://doi.org/10.21285/2227-2925-2020-10-2-360-367>.

СЕКЦИЯ 2. ПРИКЛАДНАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ И ХИМИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

УДК 577.114

ГИДРОТЕРМОБАРИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ШЕЛУХИ ОВСА ДЛЯ ПОСЛЕДУЮЩЕЙ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Е.К. Гладышева

К.т.н., научный сотрудник лаборатории биоконверсии
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт проблем химико-энергетических технологий
Сибирского отделения Российской академии наук,
ул. Социалистическая, 1, г. Бийск, 659322 (Россия),
e-mail: evg-gladysheva@yandex.ru

АННОТАЦИЯ: Шелуха овса подвергалась предварительной обработке гидротермобарическим методом при различных режимах. Полученные субстраты исследовали по компонентному составу и подвергали ферментативному гидролизу, при котором была получена концентрация редуцирующих веществ от 24,2 до 29,5 г/л.

Ключевые слова: гидротермобарическая обработка паровым взрывом, ферментативный гидролиз, редуцирующие вещества

HYDROTHERMOBARIC TREATMENT OF OAT HUSKS FOR SUBSEQUENT BIOTECHNOLOGICAL TRANSFORMATION

E.K. Gladysheva

Ph.D. (Engineering), Research Scientist at the
Laboratory of Bioconversion
Institute for Problems of Chemical and Energetic Technologies
of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,
ul. Socialisticheskaya, 1, Biysk, 659322, Russia,
e-mail: evg-gladysheva@yandex.ru

Abstract: Oat husks were pretreated by the hydrothermobaric method under various conditions. The obtained substrates were examined by component composition and subjected to enzymatic hydrolysis, in which a concentration of reducing substances from 24.2 to 29.5 g/l was obtained.

Keywords: hydrothermobaric treatment by steam explosion, enzymatic hydrolysis, reducing substances

Предварительная гидротермобарическая обработка паровым взрывом является одним из наиболее успешных методов фракционирования биомассы [1]. В этом процессе сырье подвергается воздействию пара под высоким давлением, что в конечном итоге

обеспечивает набухание биомассы с одновременным увеличением площади поверхности и доступности целлюлозы и гемицеллюлоз для гидролизующих их ферментов [2]. Ферментативный гидролиз проводится с целью получения редуцирующих веществ (РВ) для последующего биосинтеза.

В данной работе в качестве источника биомассы использовалась шелуха овса. Обработка проводилась на гидротермобарической установке [1] при температуре 200°C и давлении 15 атм в течение 600 с при трех режимах (таблица 1) с получением волокнистого материала (ВМ) с последующим облагораживанием в режимах 2 и 3.

Таблица 1

Режимы гидротермобарической обработки шелухи овса

Режим	Взрыв в среде	Перекачивание	Наличие взрыва	Промывка	Облагораживание ВМ
1	Вода	-	+	2 % NaOH	-
2	4 % H ₂ O ₂	+	+	2 % NaOH	+
3	Вода	-	+	2 % NaOH	+

Компонентный состав субстратов представлен в таблице 2.

Таблица 2

Результаты химического анализа полученных субстратов

Субстрат №	Массовая доля, %			
	Целлюлоза по Кюршнеру	Пентозаны	Лигнин	Зола
1	62,5	12,1	21,6	6,6
2	77,7	4,8	2,7	1,4
3	85,1	7,1	2,5	5,5

Как и ожидалось, содержание целлюлозы возрастает как после гидротермобарической обработки, так и после облагораживания ВМ. Субстрат, полученный при режиме № 3, характеризуется самым высоким содержанием целлюлозы и наименьшим содержанием лигнина. Результаты ферментативного гидролиза субстратов № 1-3 приведены на рисунке 4.

Наибольшую реакционную способность к ферментативному гидролизу имели субстраты, полученные при режимах 1 и 3, причем в течение 72 ч. Конечная концентрация РВ составила 26,8 г/л и 29,5 г/л; выход от массы субстрата – 81,0 % и 88,5 % соответственно.

Таким образом, показано, что режимы 1 и 3 гарантируют получение гидролизатов с высоким содержанием РВ. Технологическим преимуществом данных режимов является отсутствие перекачивания в процессе гидротермобарической обработки.

Работа выполнена при использовании оборудования Бийского регионального центра коллективного пользования СО РАН (ИПХЭТ СО РАН, г. Бийск) и при поддержке Минобрнауки в рамках госзадания ИПХЭТ СО РАН (госрегистрация темы проекта 121061500030-3).

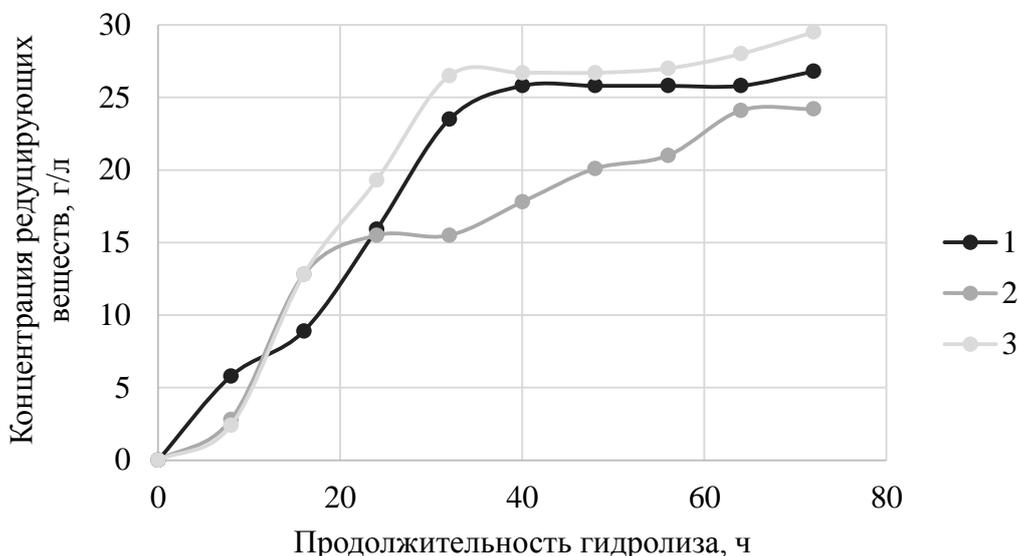


Рисунок 1. Зависимость концентрации редуцирующих веществ от продолжительности гидролиза и режима гидротермобарической обработки шелухи овса

Библиографический список:

1. Павлов И.Н. Влияние автогидролитической обработки *Miscanthus sacchariflorus* Andersson на выход редуцирующих веществ при последующем ферментализе// Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2020. Vol. 10. № 2 (33). P. 303-313.

2. Baksi S., Sarkar U., Villa R., Basu D., & Sengupta D. Conversion of biomass to biofuels through sugar platform: A review of enzymatic hydrolysis highlighting the trade-off between product and substrate inhibitions // Sustainable Energy Technologies and Assessments. 2023. Vol. 55. P. 102963.

УДК 579.22.582.28: 619

ИЗУЧЕНИЕ СОСТАВА ЖИРНЫХ КИСЛОТ ВЕТЕРИНАРНОГО ПРЕПАРАТА «ТРАМЕТИН+»

В.А. Чхенкели

Генеральный директор ООО «Биотехвет»
664007, г. Иркутск, ул. Декабрьских
событий, 105А, 12
e-mail: chkhenkeli@rambler.ru

Г.Д. Чхенкели
Старший научный сотрудник ООО «Биотехвет»
664007, г. Иркутск, ул. Декабрьских
событий, 105А, 12
e-mail: chkhenkeli@rambler.ru

А.А. Никонова
Ведущий научный сотрудник
Лимнологический институт СО РАН
664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 3
e-mail: alenaxis@list.ru

А.Г. Горшков
Зав. лабораторией хроматографии
Лимнологический институт СО РАН
664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 3
e-mail: gorchkov_ag@mail.ru

АННОТАЦИЯ: Препарат «Траметин+» является ветеринарным препаратом для профилактики ассоциированных желудочно – кишечных и респираторных болезней молодняка сельскохозяйственных животных, получаемый на основе культуральной жидкости при жидкофазном культивировании продуцента *Trametes pubescens* (Shumach. Fr.)Pilat. штамм 0663 из Коллекции БИН РАН им. Л.Л. Комарова. В работе представлены данные по исследованию качественного и количественного состава жирных кислот препарата.

Ключевые слова: базидиомицеты, ксилотрофы, жирные кислоты, хромато-масс-спектрометрия

STUDY OF THE FATTY ACIDS COMPOSITION OF THE VETERINARY DRUG "TRAMETIN+"

V.A. Chkhenkeli
General Director at Biotechvet LLC
12, 105A, Dekabrskikh Sobytii St.,
664007, Irkutsk
e-mail: chkhenkeli@rambler.ru

G.D. Chkhenkeli
Senior Researcher at Biotechvet LLC
12, 105A, Dekabrskikh Sobytii St.,
664007, Irkutsk
e-mail: chkhenkeli@rambler.ru

A.A. Nikonova
Leading Researcher
Limnological Institute SB RAS
3, Ulan-Batorskaya St., 664033, Irkutsk
e-mail: alenaxis@list.ru

A.G. Gorchkov
Head chromatography laboratory
Limnological Institute SB RAS
3, Ulan-Batorskaya St., 664033, Irkutsk
e-mail: gorchkov_ag@mail.ru

ABSTRACT: Trametin+ is a veterinary drug for the prevention of associated gastrointestinal and respiratory diseases in young farm animals, obtained on the basis of culture broth during liquid-phase cultivation of the producer *Trametes pubescens* (Shumach. Fr.) Pilat. strain 0663 from the Collection of Komarov Botanical Institute of RAS. The paper presents data on the study of the qualitative and quantitative composition of the fatty acids of the drug.

Key words: basidiomycetes, xylophages, fatty acids, chromatography-mass spectrometry

Ветеринарный препарат «Траметин+» является ветеринарным препаратом для профилактики ассоциированных желудочно – кишечных и респираторных болезней молодняка сельскохозяйственных животных, получаемый на основе культуральной жидкости при жидкофазном культивировании продуцента *Trametes pubescens* (Shumach. Fr.)Pilat. штамм 0663 из Коллекции БИН РАН им. Л.Л. Комарова [1-5].

До настоящего времени имеются сведения об особенностях липогенеза и составе липидов низших грибов, в то время как для высших грибов, в частности базидиомицетов, аналогичные данные практически отсутствуют. Состав свободных жирных кислот базидиомицетов рода является мало изученным [6-14]. Однако достаточно хорошо известно, что жирные кислоты обладают фармакологической активностью в отношении различных нозологий.

Определение жирных кислот в составе препарата проводили по методике Никоновой А.А. с соавт. [15]. Подготовка препарата для анализа включала экстракцию липидов и получение метиловых эфиров. Липиды экстрагировали из параллельных навесок смесью Фолча (хлороформ–метанол, 2 : 1, по объему). Экстракты анализировали на хромато-масс-спектрометре “6890B GC System, 7000C GC/MS Triple Quad” (Agilent, США) с колонкой Optima-17 (30 м × 0.25 мм, 0.25 мкм) фирмы “Macherey-Nagel” (Германия).

Проведен анализ свободных жирных кислот (СЖК), этерифицированных жирных кислот (ЭЖК) и общих жирных кислот (ОЖК) ветеринарного препарата «Траметин+» в форме их метиловых эфиров (МЭ). Среди них проанализированы насыщенные жирные кислоты (НЖК), мононенасыщенные жирные кислоты (МНЖК) и полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК).

Всего в составе проб ветеринарного препарата «Траметин+» идентифицировано 18 жирных кислот. Из них 12 насыщенных ЖК, 5 - мононенасыщенных ЖК и одна полиненасыщенная незаменимая ω -6 полиненасыщенная линолевая кислота, представленная в минимальных количествах. Определены хроматографические характеристики идентифицированных кислот, качественный и количественный состав (табл. 1). На долю этерифицированных кислот, то есть кислот, которые находятся в препарате в связанной форме в качестве кислотных остатков триглицеридов и фосфолипидов, приходится 45 % всех жирных кислот препарата. На долю свободных несвязанных жирных кислот приходится 55 % всех ЖК препарата "Траметин+" (табл. 1).

Основная доля всех жирных кислот препарата (82 %) приходится на насыщенные ЖК. На долю мононенасыщенных ЖК приходится 16 % всех кислот, на долю полиненасыщенных ЖК – 2% (табл. 1). Наблюдается перераспределение в составе ЖК в зависимости от степени их насыщенности между свободными и связанными кислотами. Так для свободных кислот на долю насыщенных ЖК приходится 67%, а на долю ненасыщенных – 33 %; для связанных кислот на долю насыщенных ЖК приходится 82%, а на долю ненасыщенных – 18 %. Отмечено преобладание ненасыщенных кислот в свободной неэтерифицированной форме.

Из таблицы (табл. 1) видно, что средняя концентрация жирных кислот в препарате «Траметин+» составляет ~70 мкг/г препарата. Концентрация насыщенных ЖК составляет ~57 мкг/г. Концентрация ненасыщенных ЖК составляет ~12 мкг/г. Концентрация свободных ЖК составляет ~41 мкг/г, концентрация этерифицированных ЖК ~34 мкг/г препарата. Процентное содержание жирных кислот также приведено (табл. 1).

Проведенный количественный анализ жирных кислот ветеринарного препарата «Траметин+» свидетельствует о том, что суммарная концентрация жирных кислот составляет 70 мкг/г препарата.

Таблица 1

Качественный и количественный (мкг/г) состав жирных кислот препарата «Грамегин+»

п/п	Жирные кислоты	Содержание жирных кислот в препарате «Грамегин+», мкг/г препарата									
		Номера проб									
		1.1	1.2	2.1	2.2	3.1	3.2	ОЖК ¹	ЭЖК	СЖК	ОЖК ²
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Додекановая кислота (лауриновая)	0.099	0.098	0.091	0.127	0.031	0.709	0.099	0.109	0.370	0.478
2	Тридекановая кислота (тридециловая)	0.122	0.121	0.000	0.000	0.045	0.145	0.121	0.000	0.095	0.095
3	Изо-тетрадекановая кислота	0.444	0.439	0.226	0.237	0.280	0.696	0.441	0.232	0.488	0.720
4	Анти-изо-тетрадекановая кислота	0.234	0.232	0.299	0.274	0.067	0.146	0.233	0.287	0.106	0.393
5	Тетрадекановая кислота (миристиновая)	3.317	3.284	1.107	1.031	0.890	3.325	3.301	1.069	2.108	3.177
6	Изо-пентадекановая кислота	3.835	3.797	6.659	5.886	0.132	0.451	3.816	6.272	0.291	6.564
7	Анти-изо-пентадекановая кислота	6.221	6.159	10.26	9.481	0.252	0.984	6.190	9.871	0.618	10.49
8	Пентадекановая кислота	1.642	1.626	0.290	0.320	0.363	1.238	1.634	0.305	0.800	1.106
9	Цис-11-гексадеценная кислота	2.951	2.921	0.852	0.810	1.601	3.397	2.936	0.831	2.499	3.330
10	Цис-9-гексадеценная кислота	1.090	1.079	1.629	1.287	0.426	0.621	1.085	1.458	0.524	1.982

Примечание: пробы 1.1, 1.2. – МЭ ЖК препарата «Траметин»; пробы 2.1, 2.2 – – экстракты МЭ; пробы 2.1, 2.2 - экстракты метиловых эфиров СЖК; ОЖК¹ – общее содержание жирных кислот (свободных и этерифицированных), полученное прямым способом; ОЖК² – общее содержание жирных кислот (свободных и этерифицированных), полученное суммированием значений содержаний СЖК и ЭЖК в пробах

Из них около 50 % приходится на свободные жирные кислоты, большинство из которых обладают мощным антибактериальным, противовирусным, противоопухолевым действием, в то время как этерифицированные (связанные) кислоты, на долю которых приходится 50 % от общей массы жирных кислот, в большей степени, обладают обволакивающим и противовоспалительным действием. В то же время незаменимые полиненасыщенные жирные кислоты в препарате практически отсутствуют.

Спектр жирных кислот препарата «Траметин+» определяет уникальные свойства препарата, которые показаны при проведении лабораторных исследований, так и при проведении научно – хозяйственных экспериментов в хозяйствах Иркутской области.

Работа выполнена при финансовой поддержке «Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере».

Библиографический список:

1. Чхенкели В.А. Калинович А.Е. Шкиль Н.А. Эколого – биологическое обоснование использования препарата траметин в ветеринарной практике: монография. Москва: Перо. 2015.126 с.

2. Чхенкели В.А., Романова Е. Д., Власов Б.Я. Профилактика негативного воздействия экологических факторов на организм молодняка сельскохозяйственных животных и птицы с использованием ветеринарного препарата Траметин: монография. LAP Lambert Academic Publishing RU, Mauritius 2020. 121с.

3. Чхенкели В.А. Механизмы действия препарата Траметин на организм животных при ассоциированных инфекциях: монография. СПб: Проспект науки, 2020.176 с.

4. Чхенкели В. А. Препараты последнего поколения на основе грибов-ксилотрофов рода *Trametes*: обнаруженные эффекты, механизмы действия и применение: монография Москва: Перо. 2014.126 с.

5. Чхенкели В.А., Уланская А.В. Сальмонеллэз как биологический фактор в экотехсистеме и его профилактика с использованием ветеринарного препарата “ Траметин”: монография. Иркутск: Изд - во ИГУ. 107 с.

6. Falk-Petersen S., Sargent J.R., Henderson J. et al. Lipids and fatty acids in ice algae and phytoplankton from the Marginal Ice Zone in the Barents Sea // Polar Biol. 1998. V. 20. P. 41.

7. Феофилова Е.П., Бурлакова Е.Б., Кузнецова Л.С. Значение реакции свободного окисления в регуляции роста и липидообразования эукариотных и прокариотных организмов // Прикл. биохим. и микробиол. 1987. Т.23, № 1.С. 3–13.

8. Феофилова Е.П., Горнова И. Б., Меморская А. С. с соавт. Липидный состав плодовых тел и глубинного мицелия *Lentinus edodes* (Berk.) Sing [*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler] // Микробиология. 1998. Т.67, № 5.С. 655–659.

9. Бабицкая В.Г., Черноок Т.В., Щерба В.В. с соавт. Характеристика липидов глубинного мицелия грибов // Вестн. Белорус. гос. ун-та. Сер. 2. Химия. Биология. География. 2009. Т. 4. Ч. 1.С. 101.

10. Лощинина Е.А., Цивилева О.М., Макаров О.Е. с соавт. Изменение углеводного и жирнокислотного состава мицелия *Lentinus edodes* при совместном культивировании *Azoprifilum brasilense* // Известия ВУЗов. Прикладная химия и биотехнология, 2012, №2(3), с.64-67;

11. Цуркан Я.С. Селекция микроорганизмов с высоким содержанием практически значимых полиненасыщенных жирных кислот: дисс. на соиск. уч. степени д –ра философии. Алматы, 2015.195 с.

12. Поединок Н.И. Биотехнологические основы интенсификации культивирования съедобных и лекарственных макромицетов с помощью света низкой интенсивности: дисс. на соиск. уч. степени д – ра биол. наук. Киев, 2015. 387 с.

13. Цивилёва О.М., Нгуен Т.Ф., Ву Л.Н. с соавт. Липидные компоненты пигментированного и глубинного мицелия *Ganoderma* разных климатических зон// Известия ВУЗов. Прикладная химия и биотехнология, 2015, №3(14).С. 37 -47.

14. Горностай Т.Г. Химический состав, способ получения и фармакогностическая характеристика мицелия *Inonotus rheades* (Hymenochaetaceae): дисс. на соиск. уч. степени канд. фарм. наук. Иркутск.2019.208 с.

15. Никонова А.А., Шишлянников С.М., Шишлянникова Т.А. с соавт. Определение свободных и этерифицированных жирных кислот в гидробионтах с различным содержанием полиненасыщенных кислот методом газожидкостной хроматографии// Журнал аналитической химии. 2020. Т. 75, № 10.С. 907–920.

УДК 577.114

**БИОСИНТЕЗ БАКТЕРИАЛЬНОЙ НАНОЦЕЛЛЮЛОЗЫ
НА ФЕРМЕНТАТИВНЫХ ГИДРОЛИЗАТАХ
ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ**

А.А. Зенкова^{1,2}

Студент, лаборант лаборатории биоконверсии
e-mail: zenkova_nastasya080401@mail.ru

Н.А. Шавыркина^{1,2}

К.т.н., доцент, с.н.с. лаборатории биоконверсии
e-mail: 32nadina@mail.ru

Е.К. Гладышева²

К.т.н., научный сотрудник лаборатории биоконверсии
e-mail: evg-gladysheva@yandex.ru

¹Бийский технологический институт (филиал)
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический
университет им. И.И. Ползунова», (БТИ АлтГТУ)
659305, г. Бийск, ул. Трофимова, 27

²Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт проблем химико-энергетических
технологий Сибирского отделения
Российской академии наук (ИПХЭТ СО РАН)
659332, Бийск, ул. Социалистическая, 1

АННОТАЦИЯ. Разные виды целлюлозосодержащего сырья подвергались предварительной обработке методом щелочной делигнификации. Полученные продукты щелочной делигнификации исследовали по компонентному составу и подвергали ферментативному гидролизу, при котором была получена концентрация редуцирующих веществ от 22,6 до 25,0 г/л. На полученных ферментативных гидролизатах была получена БНЦ с выходом

Ключевые слова: бактериальная наноцеллюлоза, ферментативные гидролизаты, продукты щелочной делигнификации.

**BIOSYNTHESIS OF BACTERIAL NANOCELLULOSE ON
ENZYMATIC HYDROLYSATES OF CELLULOSE-CONTAINING
RAW MATERIALS**

A.A. Zenkova^{1,2}

Student, laboratory assistant of the bioconversion laboratory
e-mail: zenkova_nastasya080401@mail.ru

N.A. Shavyrkina^{1,2}

Ph.D, Associate Professor, Senior Researcher,
Laboratory of Bioconversion
e-mail: 32nadina@mail.ru

E.K. Gladysheva²

Ph.D. (Engineering), Research Scientist at
the Laboratory of Bioconversion
e-mail: evg-gladysheva@yandex.ru

¹Biysk Technological Institute (branch)
of the Altay State Technical University
ul. Trofimova, 27, Biysk, 659305, Russia.

²Institute for Problems of Chemical and Energetic Technologies
of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,
ul. Socialisticheskaya, 1, Biysk, 659322, Russia.

ANNOTATION. Different types of cellulose-containing raw materials were pretreated by alkaline delignification. The obtained products of alkaline delignification were studied by component composition and subjected to enzymatic hydrolysis, at which a concentration of reducing substances from 22.6 to 25.0 g/l was obtained. On the obtained enzymatic hydrolysates, BNC was obtained with the yield.

Key words: bacterial nanocellulose, enzymatic hydrolysates, products of alkaline delignification.

Бактериальная наноцеллюлоза (БНЦ), продуцируемая микроорганизмами, получила широкое признание в качестве многофункционального нанобиоматериала. БНЦ состоит из линейных молекул глюкоана, соединенных водородными связями, т.е. имеет молекулярное строение идентичное растительной целлюлозе. Тем не менее, по сравнению с растительной целлюлозой, БНЦ активно применяется в таких областях, как биомедицина, функциональные устройства, очистка воды, наноуполнители и т.д., благодаря своей превосходной химической чистоте, кристалличности, биосовместимости и ультратонкой сетевой архитектуре [1]. Из-за высокой себестоимости процесса получения БНЦ отсутствует ее массовое производство в РФ. Одним из решений проблемы высокой себестоимости процесса получения БНЦ является снижение стоимости питательной среды путем замены дорогостоящих синтетических сред на среды из нетрадиционного целлюлозосодержащего растительного сырья [2]. Целлюлозосодержащее растительное сырье представляет собой матрицу, состоящую из целлюлозы, лигнина, гемицеллюлоз, золы и других компонентов, плотно связанных между собой, с созданием усиленной гидрофобной сети, которая обеспечивает высокую прочность и жесткость клеточной стенки [3]. Поэтому для получения питательных сред необходимо провести предварительную химическую обработку сырья. Предварительная обработка целлюлозосодержащего растительного сырья является важным этапом разрушения естественной структуры клеточной

стенки растения для выделения целлюлозы и обеспечения доступа к полисахаридам гидролитических ферментов. Одним из самых распространенных способов разрушения сырьевой матрицы и выделения целлюлозы и гемицеллюлоз компонентов является метод щелочной делигнификации.

Щелочная делигнификация сырья позволяет получить субстрат, характеризующийся высокой реакционной способностью к ферментативному гидролизу, в результате чего целлюлоза превращается в глюкозу, а гемицеллюлозы – в смесь гексоз и пентоз [4]. Таким образом, целью данной работы является провести биосинтез БНЦ на ферментативных гидролизатах из продуктов щелочной делигнификации.

В качестве сырья в данной работе были исследованы: тростник (*Phragmites australis*) из Республики Калмыкия [5], побережье Каспийского моря; мискантус сахароцветковый (*Miscanthus sacchariflorus*) сорт Сорановский. место произрастания: п. Мичуринский [6], Новосибирская обл.; водный гиацинт (*Eichhornia crassipes*) [7] из Центрального сибирского ботанического сада, г. Новосибирск.

Щелочная делигнификация проводилась обработкой сырья раствором 4 %-ного гидроксида натрия при температуре от 90 до 96 °С и атмосферном давлении в течение от 1 до 6 ч с последующим отжимом на вакуум-фильтре и промывкой до нейтральной реакции [8]. Сырье и полученные продукты щелочной делигнификации (ПЩД) исследовались по компонентному составу [9]. Ферментативный гидролиз полученных ПЩД согласно методике. Концентрация редуцирующих веществ (РВ) в процессе ферментативного гидролиза определялась спектрофотометрически на «Сару-60» с использованием динитросалицилового реактива [10]. Биосинтез БНЦ проводили продуцентом *Medusomyces gisevii* Sa-12 в стационарных условиях в термостате при температуре 27 °С в ранее выявленных оптимальных условиях [11].

Начальное количество микроорганизмов в инокуляте составило: дрожжей $13 \cdot 10^6$ КОЕ/мл, уксуснокислых бактерий $1,6 \cdot 10^6$ КОЕ/мл. После окончания культивирования гель-пленку бактериальной целлюлозы снимали с поверхности питательной среды, промывали и подвергали сушке. В качестве контроля проводили культивирование продуцента на полусинтетической питательной среде (чай черный байховый 10 г/л, глюкоза 20 г/л). Выход БНЦ рассчитывали по формуле (1):

$$W = \frac{m_{\text{БНЦ}}}{c_t \cdot V \cdot 0,9} \cdot 100, \quad (1)$$

где W – выход БНЦ, %;

$m_{\text{БНЦ}}$ – масса образца БНЦ в пересчете на абсолютно сухое вещество,

г;

C_T – концентрация РВ в среде в пересчете на глюкозу, г/л;
 V - объем среды, л;
 0,9 - коэффициент пересчёта, обусловленный отщеплением молекулы воды при полимеризации глюкозы в целлюлозу.

В таблице 1 представлен компонентный состав сырья и ПЩД.

Таблица 1

Химический состав сырья и ПЩД

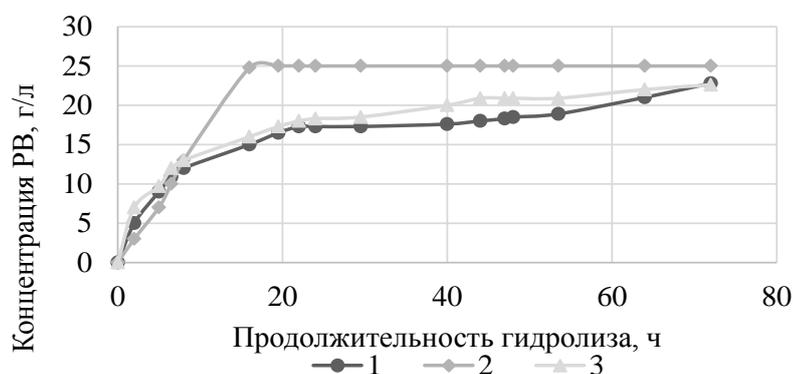
Сырье	Массовая доля, %					Выход, %
	Целлюлоза по Кюршнеру	Пентозаны	Лигнин	Зола	ЖВФ	
Сырье						
Тростник	42,7	18,5	23,8	6,6	1,1	-
Мискантус сорт Сорановский	49,2	24,2	16,9	3,7	1,0	-
Водяной гиацинт	26,0	11,4	11,7	25,4	1,2	-
ПЩД						
Тростник	88,4	3,5	7,6	1,0	1,2	28,0
Мискантус сорт Сорановский	93,1	4,0	5,4	0,5	1,9	38,0
Водяной гиацинт	82,9	1,4	18,6	7,5	2,3	14,3
Примечание: ЖВФ – жировосковая фракция.						

Компонентный анализ исходного сырья показал, что максимальные массовые доли целлюлозы по Кюршнеру и пентозанов содержится в мискантуса сорта Сорановский (49,2 и 24,2 % соответственно), минимальная – водяном гиацинте (26,0 и 11,4 % соответственно). Наибольшую массовую долю кислотонерастворимого лигнина содержит тростник (23,8 %), наименьшую – водяной гиацинт (11,4 %). Наибольшую массовую долю золы содержит водяной гиацинт (25,4 %), наименьшую – Мискантус сорт Сорановский (3,7 %). Все виды сырья характеризуются низким содержанием ЖВФ.

Анализ Компонентного состава, ПЩД показал, что в результате химической обработки образцов возрастает содержание массовая доля целлюлозы по Кюршнеру и снижается массовые доли пентозанов, кислотонерастворимого лигнина и золы. В образцах ПЩД массовая доля целлюлозы по Кюршнеру находилась в диапазоне от 82,9 % до 93,1 %, что является хорошими показателями для успешного проведения ферментативного гидролиза. Содержание массовой доли кислотонерастворимого лигнина в ПЩД по сравнению с сырьем снижается в 3,1 раза, за исключением ПЩД и суданской травы. Также после

химической обработки снижается массовая доля золы. Сравнение выхода ПЩД, полученных из разных источников сырья, показало, что наибольший выход имел ПЩД, полученный из мискантуса сорта Сорановский, наименьший выход – ПЩД водяного гиацинта.

На рисунке 1 представлена изменение концентрации редуцирующих веществ (РВ) от продолжительности ферментативного гидролиза ПЩД.



1 – тростник; 2 – мискантус сорт Сорановский; 3 – водяной гиацинт

Рисунок 1. Зависимость концентрации РВ от продолжительности ферментативного гидролиза ПЩД

ПЩД мискантуса сорта Сорановский имеет наибольшую реакционную способность. Через 72 часа прирост концентрации РВ составил 25,0 г/л (выход РВ от массы субстрата составил 75,0 %). Для ПЩД тростника и водяного гиацинта конечная концентрация РВ составила 22,6 г/л (выход РВ от массы субстрата составил 68,0 %), что является вполне приемлемым результатом и полученные гидролизаты можно использовать для дальнейшего биосинтеза БНЦ. Ферментативные гидролизаты стандартизовали по концентрации РВ на уровне 20 г/л.

Показатели биосинтеза БНЦ приведены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты биосинтеза БНЦ

Питательная среда	Количество микроорганизмов после культивирования, КОЕ/мл		рН до/после культивирования, ед. рН	РВ до/после культивирования, г/л	Выход БЦ (в пересчете на РВ), %
	дрожжей	уксуснокислых бактерий			
Контроль	25,5*10 ⁶	18,0*10 ⁶	7,0/2,8	20,0/0,8	11,8
ПЩД тростника	85,0*10 ⁶	28,0*10 ⁶	5,1/4,0	20,0/3,0	4,4

Продолжение таблицы 2

ПЩД мискантуса	32,0*10 ⁶	19,5*10 ⁶	5,1/5,0	20,0/3,8	4,6
ПЩД водяного гиацинта	22,0*10 ⁶	4,0*10 ⁶	5,1/4,4	20,0/8,7	0,7

Из данных таблицы 2 следует, что биосинтез БНЦ наблюдался на всех гидролизных питательных средах. Наибольший выход БНЦ для экспериментальных образцов был получен на питательной среде из ПЩД тростника и мискантуса (4,4 % и 4,6 %), что в 2,5 раза ниже, чем на контрольной среде. Самый низкий выход был получен на питательной среде ПЩД водяного гиацинта (0,7 %), что согласуется с низким количеством уксуснокислых бактерий по окончании культивирования.

Таким образом, можно говорить о перспективности использования гидролизатов целлюлозосодержащего сырья, в частности мискантуса, для биосинтеза БНЦ.

Работа выполнена при использовании оборудования Бийского регионального центра коллективного пользования СО РАН (ИПХЭТ СО РАН, г. Бийск) и при поддержке Минобрнауки в рамках госзадания ИПХЭТ СО РАН (госрегистрация темы проекта 121061500030-3).

Библиографический список:

1. Wu Z. Understanding the relationship of hierarchical structure–properties and application of advanced materials from bacterial cellulose // *Advanced functional materials*. 2023. P. 2214327. DOI: <https://doi.org/10.1002/adfm.202214327>
2. Urbina L. Review of bacterial cellulose: sustainable production from agricultural waste and application in various fields // *Cellulose*. 2021. Vol. 28. № 13. P. 8229-8253.
3. Van der Cruijssen, K., Al Hassan M., van Erven G., Dolstra O., Trindade L.M. Breeding Targets to Improve Biomass Quality in Miscanthus // *Molecules*. 2021. Vol. 26. № 2. P. 254. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules26020254>
4. Байбакова О.В. и др. Щелочная делигнификация недревесного целлюлозосодержащего сырья в условиях опытного производства // *Ползуновский вестник*. 2016. №. 4-1. С. 147-151.
5. Кортусов А.Н., Золотухин В.Н., Миронова Г.Ф., Севастьянова Ю.В., Бычин Н.В., Будаева В.В. Тростник обыкновенный (*Phragmites australis*) – потенциальный источник целлюлозы // Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности: материалы XIV Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 90-летию юбилею академика Саковича Г.В. (19–

21 мая 2021 г., г. Бийск) / Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та. 2021. С. 271-277. DOI: 10.25699/tohbipp.2021.16.98.002.

6. Капустянчик С.Ю. Особенности развития и формирования биомассы мискантуса в лесостепи Новосибирского Приобья // Достижения науки и техники АПК. 2017. № 12. С. 28-31.

7. Кашеева Е.И., Миронова Г.Ф. Водный гиацинт – потенциальный источник продуктов с добавленной стоимостью (обзор) // Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности: материалы XIV Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 90-летию академика Саковича Г.В. (19–21 мая 2021 г., г. Бийск) / Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та. 2021. С. 253-255. DOI: 10.25699/tohbipp.2021.15.97.003.

8. Kashcheyeva E.I., Gismatulina Y.A., Budaeva V.V. Pretreatments of Non-Woody Cellulosic Feedstocks for Bacterial Cellulose Synthesis // Polymers. 2019. Vol. 11. № 10. P. 1645. DOI: <https://doi.org/10.3390/polym11101645>.

9. Оболенская А.В. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы: Учебное пособие для вузов // А.В. Оболенская, З.П. Ельницкая, А.А. Леонович. М.: Экология. 1991. С. 320.

10. Кашеева Е.И., Будаева В.В. Определение реакционной способности к ферментативному гидролизу целлюлозосодержащих субстратов // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2018. Т. 84. № 10. С. 5-11. DOI: 10.26896/1028-6861-2018-84-10-20-26

11. Gladysheva E. K. Investigation of the conditions of bacterial cellulose biosynthesis by the producer of *Medusomyces gisevii* Sa-12 // Applied Biochemistry and microbiology. 2018. Vol. 54. № 2. P. 179-187.

УДК 577.114

ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ СЛОЯ ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ НА ВЫХОД БАКТЕРИАЛЬНОЙ НАНОЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Е.А. Кремнева

Студент гр. БТ-01

Бийский технологический институт

659305, г. Бийск, улица имени Героя Советского

Союза Трофимова, 27

e-mail: ozjorniyschaman@mail.ru

Н.А. Шавыркина^{1,2}

¹к.т.н., с.н.с. лаборатории биоковерсии

Институт проблем химико-энергетических технологий СО РАН

659322, Бийск, ул. Социалистическая, 1

²Доцент, доцент кафедры биотехнологии
Бийский технологический институт
659305, г. Бийск, улица имени Героя Советского
Союза Трофимова, 27
e-mail: 32nadina@mail.ru

АННОТАЦИЯ: в данной работе приводятся исследования влияния толщины слоя питательной среды на выход бактериальной наноцеллюлозы. Максимальный выход БНЦ был получен при толщине слоя среды 15 и 20 мм, он составил порядка 12 %. Таким образом, для наибольшей эффективности биосинтеза БНЦ рекомендуется питательную среду наливать слоем не больше 20 мм.

Ключевые слова: бактериальная наноцеллюлоза, питательная среда, толщина слоя, материальный баланс.

EFFECT OF THE THICKNESS OF THE NUTRIENT MEDIUM LAYER ON THE YIELD OF BACTERIAL NANOCELLULOSE

E.A.Kremnewa

Student

BiyskTechnological Institute
659305, Biysk, st. Hero of the Soviet Union Trofimov, 27
e-mail: ozjorniyschaman@mail.ru

N.A. Shavyrkina

¹Ph.D., Senior Researcher at the Biocoverion Laboratory
Institute for Problems of Chemical and Energetic Technologies of the
Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences
659322, Russia, Altai krai, Biysk, ul. Socialisticheskaya, 1

²Associate Professor, Associate Professor of the Department of
Biotechnology Biysk Technological Institute
659305, Biysk, st. Hero of the Soviet Union Trofimov, 27
e-mail: 32nadina@mail.ru

ABSTRACT: this paper presents studies of the influence of the thickness of the nutrient medium layer on the yield of bacterial nanocellulose. The maximum BNC yield was obtained at a medium layer thickness of 15 and 20 mm; it was about 12%. Thus, for the greatest efficiency of BNC biosynthesis, it is recommended to pour the nutrient medium in a layer no larger than 20 mm.

Keywords: bacterial nanocellulose, nutrient medium, layer thickness, material balance

В России основным сырьем для крупномасштабного производства целлюлозы традиционно является древесина, так как запасы данного сырья в нашей стране достаточно велики. Однако ее применение в качестве источника целлюлозы имеет ряд недостатков: большие затраты на добычу

и переработку древесины; ухудшение экологической обстановки в стране; медленное возобновление основного сырьевого ресурса [1].

Бактериальная наноцеллюлоза (БНЦ) — природный полисахарид, синтезируемый бактериями на поверхности жидкой питательной среды в виде гель-пленки. БНЦ имеет ряд преимуществ перед растительной целлюлозой: более высокая степень полимеризации, высокая способность к адсорбции влаги, отсутствие примесей, более высокая прочность при меньшей ширине волокна, чем у растительной целлюлозы, а также биосовместимость, эластичность и способность к биоразложению [2]. Кроме того, в свете последних мировых тенденций по сокращению углеродного следа, поскольку БНЦ не требует дорогостоящей и сложной очистки, что делает ее чрезвычайно привлекательной в этом аспекте материалом [3]. Таким образом, БНЦ может успешно конкурировать с растительной целлюлозой во многих областях промышленности и науки.

Для продуцентов БНЦ не является целевым метаболитом, поэтому выход его относительно низкий и, как следствие, в конечном итоге имеет высокую стоимость. Однако свойства БНЦ настолько уникальны, что ее производство является одним из самых перспективных и востребованных направлений биотехнологии. На сегодняшний день активно ведутся исследования на предмет увеличения выхода БНЦ за счет изменения различных факторов: условий и способов культивирования [2, 4], состава питательных сред [5, 6]. В данной работе исследовано влияние на выход БНЦ высоты слоя питательной среды.

В качестве продуцента БНЦ был использован симбиоз микроорганизмов *Medusomyces gisevii* Sa-12, дозировка инокулята составила 10 %. Биосинтез проводили на полусинтетической питательной среде на основе экстракта черного чая (10 г чая /л) и глюкозы (20 г/л) при температуре 28 °С. Продолжительность культивирования составила 14 суток. Пленки БНЦ снимались дважды – на 7 и на 14 сутки. Культивирование производилось в пластиковых цилиндрических емкостях круглой формы с площадью поперечного сечения 31400 мм² (диаметр емкости 200 мм).

В таблице 1 приведены полученные выходы БНЦ при различной высоте слоя питательной среды. Максимальный выход БНЦ был получен при высоте слоя среды 15 и 20 мм, он составил порядка 12 %. Увеличение слоя среды приводило к снижению выхода БНЦ: наименьший выход был получен при высоте слоя среды 30 мм, он составил 9,45%. Было также замечено, что пленка, снятая на 14 сутки культивирования значительно меньше пленки, снятой на 7 сутки, что логично, поскольку масса субстрата для биосинтеза БНЦ (глюкозы) в процессе культивирования снижается. Причем, с увеличением высоты слоя среды разница в массе первой и второй пленок уменьшается. Так, при толщине слоя среды 15 мм масса

первой пленки больше массы второй в 7,5 раз, при высоте слоя среды 20 мм – в 4,9 раза, 25 мм – в 2,1 раз, 30 мм – в 2,9 раза.

Таблица 1

Зависимость выхода БНЦ от толщины слоя среды

Образец гель-пленки		Выход БНЦ		
		г/л		Суммарный выход БНЦ, %
Высота слоя среды, мм	Отношение S/h	Снятие №1	Снятие №2	
15	2093	2,10	0,28	11,9
20	1570	2,01	0,41	12,10
25	1256	1,41	0,67	10,4
30	1046	1,41	0,48	9,45

Для оценки потерь при биосинтезе БНЦ, был составлен материальный баланс процесса (уравнение 1). Данные для расчета материального баланса и его результаты представлены в таблице 2.

$$m_{\text{среда+инокулят}} - m_{\text{анализ}} - m_{\text{пленки}} - m_{\text{оставшаяся среда}} = m_{\text{испарилось}}, \quad (1)$$

где $m_{\text{анализ}}$ – масса культуральной жидкости, отбираемой на анализ (5г).

Как видно из данных, приведенных в таблице 2, количество испарившейся за все время культивирования жидкости с увеличением высоты слоя питательной среды уменьшается: при уменьшении слоя среды h в два раза – с 30 мм до 15 мм, суммарные потери на испарение увеличились в три раза – с 4,53 % до 17,14 %.

Таблица 2

Материальный баланс биосинтеза БНЦ в зависимости от высоты слоя питательной среды

Толщина слоя среды, мм	$m_{\text{среда+инокулят}}$, Г (100%)	$m_{\text{пленки}}$, Г	$m_{\text{ост. среды}}$, Г	$m_{\text{потерь}}$, Г	$W_{\text{потерь}}$, %
15	518	179,22	245	88,78	17,14
20	691	195,14	450	91,34	10,57
25	864	207,66	560	40,86	5,91
30	1036	269,02	715	46,98	4,53

Таким образом, суммируя результаты проведенного исследования, можно рекомендовать при биосинтезе БНЦ наливать питательную среду слоем не выше 20 мм.

Работа выполнена при использовании оборудования Бийского регионального центра коллективного пользования ИПХЭТ СО РАН, г. Бийск, в рамках государственного задания Минобрнауки России (проект 121061500030-3).

Библиографический список:

1. Ткачева Н.И., Морозов С.В., Григорьев И.А., Могнонов Д.М., Колчанов Н.А. Модификация целлюлозы – перспективное направление в создании новых материалов // Высокомолекулярные соединения, серия Б. – 2013. – Т. 55, № 8. – С. 1086-1107.
2. Skiba E.A., Shavyrkina N.A., Budaeva V.V., Sitnikova A.E. et al. Biosynthesis of bacterial cellulose by extended cultivation with multiple removal of BC pellicles // Polymers. – 2021. – V. 13 (13). – P. 2118.
3. Samyn P. et al. Opportunities for bacterial nanocellulose in biomedical applications: Review on biosynthesis, modification and challenges // International Journal of Biological Macromolecules. – 2023. – P. 123316.
4. Shavyrkina N.A., Skiba E.A., Kazantseva A.E., Gladysheva E.K. et al. Static culture combined with aeration in biosynthesis of bacterial cellulose // Polymers. – 2021. – V. 13 (23). – P. 4241.
5. Skiba E.A., Gladysheva E.K., Budaeva V.V., Aleshina L.A., Sakovich G.V. Yield and quality of bacterial cellulose from agricultural waste // Cellulose. – 2022. – P. 1-13.
6. Сакович Г.В., Скиба Е.А., Гладышева Е.К., Голубев Д.С., Будаева В.В. Мискантус – сырье для производства бактериальной наноцеллюлозы // Доклады Российской академии наук. Химия, науки о материалах. 2020. Т. 495. № 1. С. 42-45.

УДК 631.14+66-96

ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ СОЕВОЙ ШЕЛУХИ

А.А. Амракулова

студентка гр.ТПб-21-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

К.И. Ахматгалиева

студентка гр.ТПб-21-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

Е.С. Фомина

к.х.н., доцент

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

С.Н. Евстафьев

д.х.н, профессор

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

e-mail: esn@istu.edu

АННОТАЦИЯ: Целью работы являлось изучение возможности получения композитных материалов с использованием соевой шелухи и связующих компонентов на основе картофельных очисток и картофельного крахмала. Для достижения цели методом горячего прессования получали композитные материалы в виде дисков при температурах в интервале 185-220 С, давлении 10-20 МПа и исследовали их свойства. Определены прочностные характеристики дисков на растяжение и изгиб в трех точках. Результаты показали, что композитные материалы обладают высокой прочностью, которая повышается при увеличении давления и температуры прессования. Добавка связующих компонентов вызывает незначительное повышение плотности и модуля упругости, но практически не влияет на предел прочности при изгибе.

Ключевые слова: соевая шелуха, пластификатор, предел прочности, модуль упругости.

PRODUCTION AND PROPERTIES OF COMPOSITE MATERIALS FROM SOYBEAN HUSK

A.A. Amrakułova

student

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

K.I. Achmatgalieva

student

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

E. S. Fomina

k.ch.s, associate Professor,

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

S.N. Evstaf'ev
d.ch.s, professor
Irkutsk National Research Technical University
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83
e-mail: esn@istu.edu

Abstract: The aim of the work was to study the possibility of obtaining composite materials using soy husks and binders based on potato peels and potato starch. To achieve the goal, composite materials in the form of disks were obtained by hot pressing at temperatures in the range of 185-220 C, pressure 10-20 MPa and their properties were studied. The strength characteristics of disks in tension and bending at three points were determined. The results showed that composite materials have high strength, which increases with increasing pressure and pressing temperature. The addition of binders causes a slight increase in density and modulus of elasticity, but practically does not affect the flexural strength.

Key words: soy husk, plasticizer, tensile strength, modulus of elasticity.

В современном мире человек использует огромное количество пластика, доля которого составляет более 10% от всего производимого нами мусора. В связи с тем, что пластиковые отходы имеют высокую устойчивость к биодegradации и другим факторам разложения, они накапливаются в окружающей среде, ухудшая экологическую обстановку. Учитывая глобальный характер данной проблемы, пути ее решения сводятся к тому, чтобы предотвратить неправильную утилизацию пластиковых изделий, ограничить их использование и создать материал, который будет биоразлагаемым и сможет выступить альтернативой используемой пластмассе [1, 2]. Такие материалы могут быть получены из побочных продуктов сельского хозяйства, которые имеют природное происхождение и, скорее всего, полностью разложатся в природе, не загрязняя ее [2, 3]. Пшеничные отруби являются наиболее известным сырьем для получения композитных материалов [4-9], но следует также изучить возможности использования для этой цели других отходов, таких как соевая шелуха.

Целью работы являлось изучение возможности получения композитных материалов с использованием соевой шелухи и связующих компонентов на основе картофельных очисток и картофельного крахмала.

Объектом исследования являлись композитные материалы, полученные из биоразлагаемых компонентов, представленных соевой шелухой, пластификатором и связующими веществами, при различных параметрах процесса прессования. Соевая шелуха произведена на ООО «Иркутский масложиркомбинат». Компонентный состав шелухи, % мас.: клетчатка – 40-45; белок – 9,3-10,3; жир – 0,4-1,5; зола – 4,5-5.

Гранулометрический состав - в пределах от 0,2 до 1,0 мм. Связующие компоненты (СК1 и СК2), используемые для обеспечения максимального сцепления материала, получены на основе картофельных очисток и картофельного крахмала соответственно.

Композитные материалы в виде дисков диаметром 50 мм получали методом горячего прессования с использованием гидравлического пресса. Соевую шелуху смешивали при комнатной температуре с пластификатором (10-12%) и связующим компонентом (10-30%). Полученную смесь выдерживали в сушильном шкафу при 105 °С в течение 1 ч и загружали в предварительно нагретую пресс-форму. Режимы прессования: температура 185, 200, 220 °С; давление 10, 15, 20 МПа; продолжительность 3 мин. Выдержка диска в пресс-форме после сброса давления 3 мин.

Оценку механических характеристик дисков проводили с помощью универсальной испытательной машины AGS-X Shimadzu. Выполнили испытание дисков на растяжение и изгиб в трех точках, скорость нагружения 1 мм/мин. Толщину дисков измеряли с помощью механического микрометра TOPEX 31c629.

Образцы дисков, полученные из смеси шелухи и пластификатора, имеют ровную поверхность без видимых дефектов (рис.1). Цвет полученных образцов зависит от температуры и продолжительности прессования. Экспериментально установлено, что для получения дисков с высокими прочностными характеристиками доля пластификатора должна составлять не более 12%.



Рисунок1. Внешний вид дисков из соевой шелухи с пластификатором (12%)

Толщина исследуемых дисков находится в пределах от 3,25 до 3,80 мм и зависит от давления и продолжительности прессования.

Исследования прочностных характеристик опытных образцов показали повышение их плотности и предела прочности при растяжении с повышением давления прессования в интервале 10-20 МПа (рис.2 а.).

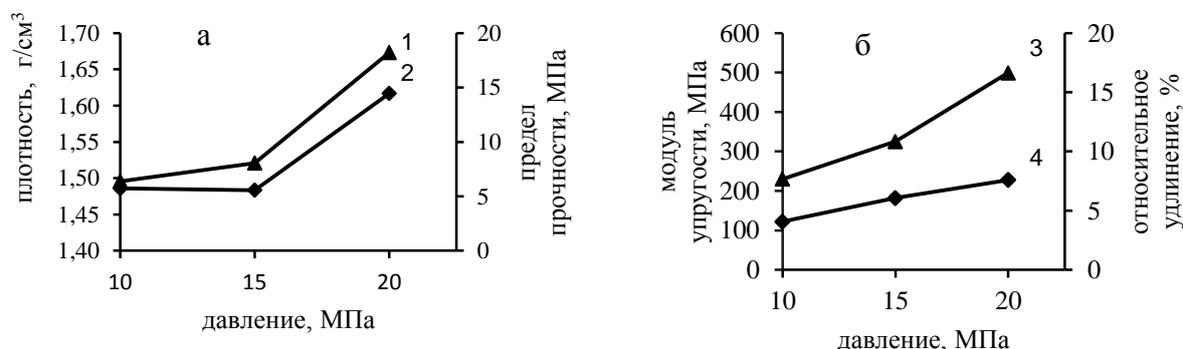


Рисунок 2. Зависимость механических характеристик дисков от давления прессования при 220 °С (3 мин): 1- плотность; 2- предел прочности при разрыве; 3- модуль упругости; 4- относительное удлинение

Повышение температуры процесса в интервале 185-220 С (рис.3.а) также приводит к увеличению плотности дисков и практически не влияет на их предел прочности. Согласно полученным данным максимальную нагрузку в 1083,6 Н выдерживает образец, полученный с использованием давления 20 МПа при температуре 220 С и продолжительности прессования 3 мин. Для данного образца характерны максимальные значения предела прочности на растяжение (14,5 МПа) и модуля упругости 499,4 МПа.

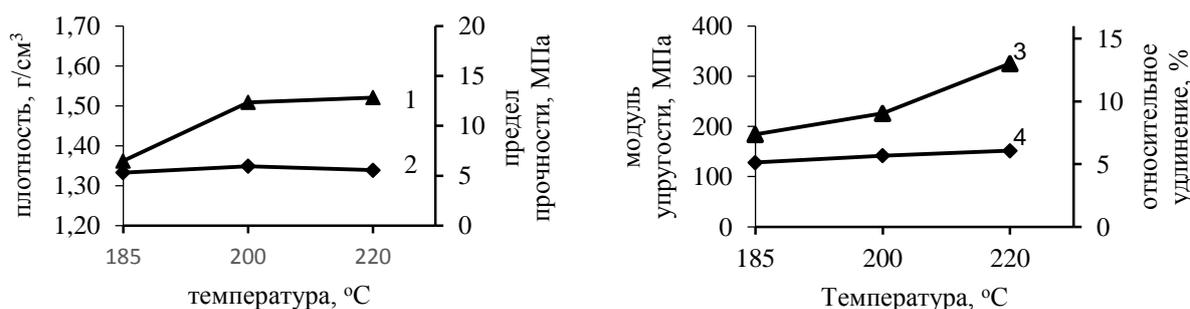


Рисунок 3. Зависимость механических характеристик дисков от температуры прессования при 15 МПа (3 мин): 1- плотность; 2- предел прочности при разрыве; 3- модуль упругости; 4- относительное удлинение

Согласно данным, приведенным на рис.2.б и рис.3.б, модуль упругости, характеризующий сопротивляемость материала диска деформации растяжения, повышается при увеличении давления и

температуры. Относительное удлинение, равное отношению абсолютного удлинения и исходной длины диска, является количественным выражением степени изменения его формы. Для исследуемых образцов его значение находится в пределах от 4,1 до 8,2%. Установлено, что повышение температуры и давления процесса способствует увеличению относительного удлинения материала дисков (рис.2.б, рис.3.б).

В работе были исследованы зависимости прочностных характеристик дисков при изгибе от условий процесса прессования. Установлено, что повышение давления до 20 МПа и температуры до 220 °С вызывает увеличение предела прочности на изгиб до 19,3 МПа и модуля упругости до 3,2 ГПа. Полученный в этих условиях диск выдерживал нагрузку в 156,1 Н, после превышения данного значения наблюдается разрушение материала.

Для повышения прочностных характеристик дисков исследовано влияние добавок связующих компонентов СК1 и СК2. Для получения дисков использовали смеси, содержащие соевую шелуху, пластификатор (12%) и связующий компонент (10, 20, 30%). У полученных дисков определены прочностные характеристики на изгиб. Выявлено, что для образцов, полученных под давлением 20 МПа при 185 °С в течение 3 мин, добавка связующих компонентов вызывает незначительное повышение плотности и практически не влияет на предел прочности при изгибе. Отмечено увеличение модуля упругости. Наибольшее его увеличение с 3,5 до 3,8 ГПа получено при использовании 30% добавки СК2.

Таким образом, в результате проведенного исследования показана возможность регулирования прочностных характеристик материалов на основе соевой шелухи путем изменения параметров процесса прессования (формования). Для изучения влияния параметров процесса и добавок связующих материалов на свойства изделия необходимо продолжить исследования образцов по расширенной номенклатуре показателей.

Библиографический список:

1. Сивкова Г.А., Хусаинова А.А. Получение биоразлагаемого пластика из возобновляемого сырья // Традиционная и инновационная наука: история, современное состояние, перспективы: сборник статей Международной научно-практической конференции. – Уфа: Изд-во: Общество с ограниченной ответственностью "Аэтерна", 2020. – С. 25-30.

2. Дятлов Д.С., Гулемова Л.Р. Биопластики как замена стандартных полимерных материалов // Материалы и методы инновационных научно-практических исследований и разработок: сборник статей Международной научно-практической конференции 28 октября 2019 г. – Калуга: OMEGA SCIENCE, 2019. – С. 57-59.

3. Потороко И.Ю., Малинин А.В., Цатуров А.В., Кади А.М., Багале У. Биоразлагаемые материалы на основе растительных полисахаридов для

упаковки пищевых продуктов. Часть 2: управление процессами утилизации // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2020. Т. 8, № 4. – С. 30-37.

4. Потороко И.Ю., Науменко Н.В., Малинин А.В., Цатуров А.В., Кади А.М., Никонов А.В. Разработка технологии формованной биоразлагаемой экопосуды на основе вторичных ресурсов зерномучного производства // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2021. Т. 9, № 3. – С. 62–71.

5. Мякушин А.Н., Кудрякова Е.П. Биоразлагаемая посуда и упаковка из отходов мукомольного производства //Актуальные проблемы технологии продуктов питания, туризма и торговли: сборник научных трудов II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. – Нальчик: Изд-во: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова", 2021. – С. 276-279.

6. Кудрякова Е. П. Разработка технологии производства биоразлагаемой посуды на основе растительных компонентов//Научные достижения и открытия 2020: сборник статей XIII Международного научно-исследовательского конкурса. 2020. С. 10-15.

7. Fazeli M., Keley M., Biazar E. Preparation and characterization of starch-based composite films reinforced by cellulose nanofibers//International Journal of Biological Macromolecules. 2018. Vol. 116. P. 272–280

8. Биоразлагаемый материал для изготовления съедобной посуды и упаковки на основе отрубей зерновых культур и способы его получения: пат. 2767348 С1 Рос. Федерация / Купинский Н. Г., Аминова Е.К., Ляпах Т.К., Масталыгина Е.Е., Пантюхов П.В., Ольхов А.А.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова». – № 2021100631; заявл. 14.01.2021; опубл. 17.03.2022.

9. Состав для получения биоразлагаемой посуды: пат. № 2760306 С1 Рос. Федерация, МПК С08L 3/02, С08L 101/16 / Е.П. Кудрякова, А. Н. Макушин, Е. Ю. Пашкова; заявитель и патентообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный аграрный университет». – № 2020140681 : заявл. 10.12.2020; опубл. 23.11.2021.

УДК: 663.32

ИЗМЕНЕНИЕ КИСЛОТНОСТИ СУСЛА И ВИНА ИЗ ПЛОДОВ ГРУШИ УССУРИЙСКОЙ

В.Ю. Топорков

Студент гр. БТб-21

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

Г.С. Гусакова

К. с-х. н., доцент

Иркутский национальный исследовательский
технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83
e-mail: gusakova58@mail.ru

АННОТАЦИЯ: В работе представлены результаты исследования влияния различных способов брожения и обработки виноматериалов активированным углем на понижение кислотности. Установлено, что не зависимо от исходной кислотности и условий брожения, существенного снижения кислотности не наблюдали. Активированный уголь снижает содержание титруемых кислот на 0,8 г/дм³, но при этом понижается качество виноматериала на 1,0 бал. за счет снижения интенсивности аромата.

Ключевые слова: титруемые кислоты, грушевое вино, брожение, винная кислота, яблочная кислота, молочная кислота, активированный уголь.

CHANGES IN THE ACIDITY OF WORT AND WINE FROM THE FRUIT OF THE USURIAN PEAR

V.Y. Toporkov

Student gr. BTb-21

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

G.S. Gusakova

Assistant professor

Irkutsk National Research Technical University
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83
e-mail: gusakova58@mail.ru

ABSTRACT:

The article presents the results of the research of the influence of different ways of fermentation and treatment of wine materials with activated charcoal on the reduction of acidity. It was found that regardless of the initial acidity and fermentation conditions, no significant decrease in acidity was observed. Activated charcoal reduces the content of titratable acids by $0,8 \text{ g/dm}^3$, but the quality of the wine material decreases by 1,0 points due to the reduction of the intensity of flavor.

Keywords: titratable acids, pear wine, fermentation, tartaric acid, malic acid, lactic acid, activated charcoal.

Плоды груши находят достаточно широкое применение в виноделии. Используют как культурные сорта, так и дикорастущие. Соки, из плодов груши уссурийской, произрастающей в Иркутской области, отличаются высоким содержанием кислот и дубильных соединений, что снижает качество получаемых вин [1,3,4]. Актуальным является вопрос понижения кислотности соков и виноматериалов (в/м). В плодово-ягодном виноделии с этой целью даже разрешено применение воды. Но лучше найти технологические приемы, позволяющие эффективно снижать кислотность без ее использования. При приготовлении виноградных вин для этого применяют химические (мелование и осаждение двойной соли винной и яблочной кислот, обработка хитозансодержащими препаратами и др.), физико-химические (ионообмен, электродиализ и обработка холодом) и биологические способы (молочнокислородное брожение) [5,6]. У каждого способа есть свои сильные и слабые стороны. Химическим способом в основном удаляется винная кислота, а в грушевом соке основной является яблочная. Физико-химические методы дают несущественное понижение кислотности. Недостатки биологического метода кислотопонижения это проблемы с выбором микроорганизмов для осуществления процесса, способов остановки брожения и влияние на вкус вина.

Цель исследования оценить влияние различных способов брожения и обработки на понижение кислотности при приготовлении грушевых виноматериалов.

Экспериментальные исследования проводили в научно-исследовательской лаборатории кафедры химии и биотехнологии имени В.В. Тутуриной. Определение основных характеристик сока и виноматериалов проводили по стандартным методикам [2]. Соки готовили из плодов груши уссурийской урожая 2022 г.

Собранные в конце сентября плоды дробили, мезгу сульфитировали (50 мг/дм^3) и отжимали сок. Выход составил 65 %. Цвет соломенный с легким розовым оттенком. Аромат средней интенсивности, сортовой. Общий экстракт составил $23,5 \text{ г/дм}^3$; титруемая кислотность – $17,0 \text{ г/дм}^3$; сахара – $11,8 \text{ г/дм}^3$. Содержание кислот в г/дм^3 : яблочная – 13,0; лимонная – 0,7.

Брожение проводили стационарным способом. Виноматериал 1 получали брожением грушевого сока на дикой микрофлоре без разбавления. Виноматериал 2 – сок кондиционировали: – кислотность понижали водой до 8,0 г/дм³, содержание сахаров восстанавливали до исходной, для этого использовали сахарозу. Сбраживали на дикой микрофлоре. Виноматериал 3 получали из кондиционированного сока брожением на чистой культуре дрожжей торговая марка Lalvin ICV-D47 (Кот-дю-Рон) является штаммом дрожжей, способных производить вина с сильным фруктовым ароматом.

Во всех образцах в начале брожения наблюдали повышение титруемой кислотности: в/м 1 от 17,3 до 19,4, в/м 2 от 8,0 до 9,9, в/м 3 от 8,1 до 11,7. В конце брожения снижение: в/м 1 до 17,2, в/м 2 до 10,5, в/м 3 до 9,1. Возможной причиной стало изменение состава (таб. 1)

Таблица 1

Состав кислот виноматериалов

Наименование	В/м 1	В/м 2	В/м 3
Титруемая к-ть сула, г/дм ³	17,3	8,0	8,0
Органические кислоты в в/м, г/дм ³ :			
винная	0,2	0,3	0,2
лимонная	0,3	0,5	0,7
молочная	-	-	0,25
яблочная	14,0	7,5	5,9
Массовая концентрация летучих кислот в пересчете на уксусную, г/дм ³	1,2	0,7	0,2

Из приведённых в таблице данных видно, что после брожения в виноматериалах появилась винная, молочная и уксусная кислоты. Снизилась концентрация лимонной и яблочной кислот. Во всех образцах летучие кислоты в пределах нормы, но самое низкое значение в образце 3, который бродил на чистой культуре дрожжей.

Далее для понижения кислотности виноматериал 3 обработали активированным углем. Массу сорбента брали в диапазоне от 0,100 г. до 1,000 г. на 25 мл продукта. Интенсивно перемешивали в течении 30 минут и затем фильтровали. Наблюдали снижение кислотности с 9,2 до 8,4 г/дм³ и показателей качества с 8,4 (хорошо) до 7,4 (удовлетворительно) бал. В основном изменяется интенсивность аромата.

Таким образом, установлено, что не зависимо от исходной кислотности и условий брожения, существенного снижения кислотности не наблюдали. Активированный уголь в дозе 1,000 г на 25 мл виноматериала снижает содержание титруемых кислот на 0,8 г/дм³ и дегустационную оценку на 1,0 бал. Учитывая, что в основном изменяется аромат виноматериала, обработку активированным углем можно

рекомендовать в производстве ароматизированных вин.

Библиографический список:

1. Кушнарера Е.В., Агеева Н.М. Сравнительный анализ современных способов кислотопонижения // ГНУ «Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства Россельхозакадемии» 2010 г., стр. 80–84.

2. Методы технохимического контроля в виноделии. Под редакцией Гержиковой В.Г. – Симферополь: «Таврида», 2002 г. – 260 с.

3. Гусакова Г.С., Евстафьев С.Н. Компонентный состав плодовых спиртов из уссурийской груши // Вестник ИрГТУ, №6, 2010. С 188–191.

4. Гусакова Г.С., Естафьев С.Н. Перспективы использования плодов уссурийской груши в виноделии // Химия растительного сырья. 2011 г. №3. С. 173–178.

5. Кушнерева Е.В., Агеева Н.М. Риски, связанные с развитием молочнокислых бактерий в вине // Виноградарство и виноделие. 2011. Т. 41. № 2. С. 55–57.

6. Агеева Н.М., Якименко Е.Н., Чемисова Л.Э., Прах А.В. Влияние комбинированного кислотопонижения на концентрацию яблочной кислоты в виноматериалах // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2021. № 67 (1). С. 319–331.

УДК 663.81

**БОБЫ СОИ – ПЕРСПЕКТИВНОЕ СЫРЬЕ
ДЛЯ НОВЫХ ПРОДУКТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ**

В.И. Луцкий

к х. н., доцент

Иркутский национальный исследовательский
технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83
e-mail: vladlutsky@gmail.com

Г.С. Гусакова

к.с.-х.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский
технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83
e-mail: gusakova58@mail.ru

Т.И. Сиденова

Аспирант гр. аТХП-21-1

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

АННОТАЦИЯ: В ходе работы проведена органолептическая оценка семян сои разных сортов («Баргузин», «Саяна», соя МЖК и соя ООО «Сампо») по стандартным методикам, применяемых в пищевой промышленности. Извлечен флюидный CO₂-экстракт из цельных бобов сои, исследован его химический состав. Дана оценка влияния обработки на органолептические показатели продукта.

Ключевые слова: соя, CO₂ флюидная экстракция, органолептические показатели, химический состав.

SOYBEAN GRAIN IS A PERSPECTIVE RAW MATERIAL FOR NEW FUNCTIONAL FOOD

V.I. Lutsky

Ph.D, Associate Professor
Irkutsk National Research
Technical University
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83
e-mail: vladlutsky@gmail.com

G.S. Gusakova

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
Irkutsk National Research
Technical University
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83
e-mail: gusakova58@mail.ru

T.I. Sidenova

Graduate student gr. aTHP-21-1
Irkutsk National Research
Technical University
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83
e-mail: t.sidenowa@yandex.ru

ABSTRACT. In the course of the work, an organoleptic evaluation of soybean seeds of different varieties (Barguzin, Sayana, MZhK soybean and Sampo LLC soybean) was carried out according to standard methods used in the food industry. Extracted fluid CO₂-extract from whole soybeans, studied its chemical composition. An assessment of the effect of processing on the organoleptic characteristics of the product is given.

Key words: soybean, CO₂ fluid extraction, chemical composition, organoleptic characteristics.

Одним из перспективных направлений развития пищевой промышленности в России является разработка функциональных продуктов питания на основе сои, предназначенных как для массового потребления, так и для специализированного питания. При создании новых

технологий производства продуктов питания на основе сои основной задачей является улучшение потребительских свойств, прежде всего удаление запаха и привкуса бобовых [1,2]. Известно, что помимо ценных компонентов (белки, жиры, БАВ и др.) бобы содержат вещества, которые принято называть антиалиментарными факторами питания (вещества, которые ухудшают усвоение нутриентов): ингибиторы протеаз, трипсины, гликопротеины, уреазу, липоксигеназу и др. [3,4] Для их инактивации чаще всего применяют методы влаготепловой обработки. Но, по мнению ряда авторов, они недостаточно эффективны, вызывают денатурацию белков, и разрушение витаминов и др. БАВ. Много проблем остается и при применении для экстракции из семян ценных компонентов, использование органических растворителей таких как хлороформ, гексан, бензин, диэтиловый эфир, ацетон, дихлорэтан, бензол, хлористый метилен, спирты и их смеси [1]. Их применение имеет ряд недостатков: пожаро- и взрывоопасность производства, некоторые из них являются токсичными, относительно высокая стоимость экстрагентов, большая продолжительность процесса, завышенное содержание балластных веществ в извлечениях [5]. Кроме вышеперечисленных, в основном технических трудностей и недостатков, необходимо учитывать безопасность пищевых продуктов, полученных экстракцией растворителями: в готовых пищевых продуктах всегда остается небольшой процент токсичных растворителей.

В последние десятилетия стала широко применяться до- и сверхкритическая флюидная экстракция (ФЭ), которая исключает перечисленные выше недостатки традиционных методов [6].

В связи с этим, целью работы явилось получение флюидного CO₂-экстракта из семян сои, идентификация компонентов этого экстракта и оценка влияния флюидной обработки на органолептические показатели продукта.

Органолептическую оценку семян сои проводили по стандартным методикам, принятым в пищевой промышленности.

Флюидная экстракция. Экстрагировали не измельченные зерна сои, без добавления модификатора. Одновременно с загрузкой сырья определяли влажность зерен классическим методом в термостате при 105⁰С. Для получения CO₂-экстрактов был использован лабораторный комплекс оборудования R-401 series SFE system (Южная Корея). Температура экстрактора 45⁰С, температура приемника 40⁰С. Экстракция проводилась в динамическом режиме: при постоянной температуре экстрактора (45⁰С) набирали заданное давление экстрагента, и, не выключая насоса высокого давления, приоткрывали специальный вентиль между экстрактором и приёмником. Скорость подачи CO₂ в экстрактор и поступления флюида в приемник регулировали так, чтобы давление в

экстракторе оставаясь в пределах 30-31 МПа. Экстракция продолжалась 9 часов, затем выключали насос и постепенно сбрасывали давление в экстракторе.

Полученный в приемнике флюидный экстракт взвешивали, растворяли в диэтиловом эфире и вводили в хромато-масс-спектрометр.

ГХ-МС-анализ: Хроматограф 7820 А с квадрупольным масс-спектрометрическим детектором HP 5975 фирмы «Agilen Technologies». Энергия ионизации – 70 эВ. Температура сепаратора - 280°C, ионного источника - 230°C. Кварцевая колонка 30000 × 0,25 мм со стационарной фазой (95% диметил – 5% дифенилполисилоксан). Условия анализа: начальная температура 45°C (2 мин), затем программирование 9°/мин до 300°, и выдержка 10 мин. Разделение потоков 10:1. Для идентификации компонентов использовали библиотеку масс-спектров «NIST 11».

Результаты и обсуждение исследования. Объектами исследования были выбраны четыре сорта семян сои: соя, предоставленная Иркутским масложиркомбинатом (выращена на Дальнем Востоке), соя производства ООО «Сампо» (Тверская область) и два сорта сои «Саяна» и «Баргузин» селекции **Сибирского института физиологии и биохимии растений СО РАН (г. Иркутск)**

Данные органолептических исследований разных сортов сои приведены в таблице 1.

Таблица 1

Органолептические показатели сои

Сорт сои	Внешний вид	Цвет	Запах
<p>«БАРГУЗИН»</p> 	<p>Ширина – 5 - 6,3 мм, длина – 5,4 - 7,7 мм, толщина – 4 - 5 мм. Зерна сои имеют разный размер, но большая часть зерен на вид одинакового размера. Все зерна цельные.</p>	<p>Зерно сои имеет золотисто-бежевую окраску.</p>	<p>Характерный запах зерен сои, без затхлого, плесневого, постороннего запаха.</p>
<p>«САЯНА»</p> 	<p>Ширина – 5,3 - 6,5 мм, длина – 5,5 - 7,5 мм, толщина – 4 - 5 мм. Зерна сои имеют разный размер, но большая часть зерен на вид одинакового размера. Все зерна цельные.</p>	<p>Зерно сои имеет светло-желтую окраску. С зеленоватым оттенком.</p>	<p>Характерный запах зерен сои, без затхлого, плесневого, постороннего запаха.</p>

Продолжение таблицы 1

<p>Соя из МЖК</p> 	<p>Ширина – 5,8 -7,3 мм, длина – 6,2 - 8,2 мм, толщина – 5,5 - 6 мм. Зерна сои имеют разный размер. Не все зерна цельные.</p>	<p>Однородная светло-бежевая окраска.</p>	<p>Характерный запах зерен сои, без затхлого, плесневого, постороннего запаха.</p>
<p>Соя ООО «Сампо» Тверская область</p> 	<p>Ширина – 5 - 6 мм, длина – 6 - 8 мм, толщина – 3 - 5 мм. Зерна сои не совсем одинаковой длины, ширины и толщины. Некоторые зерна имеют гладкую плотную оболочку, некоторые сморщенную, отделяющуюся оболочку</p>	<p>Однородная светло-бежевая окраска.</p>	<p>Характерный запах обжаренной муки</p>

Из приведенных данных видно, что зерна сои отличаются по окраске и размеру семян. Крупнее всех образец МЖК, значительно мельче сорта местной селекции «Баргузин», и «Саяна». Существенных различий в запахе не установлено.

Состав и относительное содержание компонентов CO₂-экстракта из семян сои ООО «Сампо» приведены в таблице 2.

Таблица 2

Состав и относительное содержание компонентов^x флюидного CO₂-экстракта сои ООО «Сампо» (род *Glycine*, сем. *Fabaceae*).

№ пп	Химический класс или индивидуальное соединение	Мол. масса	Брутто формула	Относительное содержание, %
1	<i>Алканы</i> C ₁₄ –C ₂₀	198–282	C _n H _{2n+2}	0,17
2	<i>Насыщенные высшие кислоты</i> C ₁₀ –C ₁₃ C ₁₄ –C ₁₇ C ₁₈ –C ₂₀	172–214 228–270 284–312	C _n H _{2n} O ₂ C _n H _{2n} O ₂ C _n H _{2n} O ₂	0,23 0,25 0,51

Продолжение таблицы 2

3	<i>Метилловые эфиры насыщенных высших кислот:</i> пальметиновой стеариновой	270	$C_{17}H_{34}O_2$	0,12
		298	$C_{19}H_{38}O_2$	
4	<i>Этиловые эфиры насыщенных высших кислот:</i> пальметиновой кислоты докозановой кислоты	284	$C_{18}H_{36}O_2$	0,59
		368	$C_{24}H_{48}O_2$	0,60
5	<i>Метилловые эфиры ненасыщенных высших кислот:</i> C ₁₉ - C ₂₁	296	$C_{19}H_{36}O_2$	0,38
		310	$C_{20}H_{38}O_2$	
		324	$C_{21}H_{40}O_2$	
6	<i>Высшие насыщенные и ненасыщенные спирты:</i> 1-нонадеканол Z,Z-3,13-октадекадиен-1-ол (5 изомеров, все C ₁₈)	284	$C_{19}H_{40}O$	1,26
		266	$C_{18}H_{34}O$	3,41
7	<i>Фитостерины и тритерпеноиды:</i> β-ситостерин сквален лупеол	414	$C_{29}H_{50}O$	5,05
		410	$C_{30}H_{50}O$	1,44
		428	$C_{30}H_{50}O$	1,84

^x –Температура экстрактора 45°C, давление 30-31 Мпа; выход CO₂ экстракта 0,026 % от абсолютно сухого сырья.

Из таблицы 2 видно, что во флюидном экстракте содержатся следующие химические классы и группы неполярных и малополярных веществ: алканы, насыщенные высшие кислоты и их метиловые и этиловые эфиры, метиловые эфиры ненасыщенных высших кислот, высшие насыщенные и ненасыщенные первичные спирты, а также фитостерины и тритерпеноиды.

Из этих соединений сложные эфиры (метиловые и этиловые) органических кислот встречаются в виде эфирных масел во многих растениях и их плодах, они придают им специфический запах. Поэтому сложные эфиры нашли применение в пищевой промышленности и парфюмерии, а некоторые из них и в фармацевтической промышленности.

Фитостерины и сквален являются высокоактивными БАВ и последние несколько десятков лет находят широкое применение в фармакологии и парфюмерии.

После проведенной CO₂-экстракции наблюдали увеличение размеров соевых бобов в 1,5 раза. Далее в лабораторных условиях были приготовлены образцы соевого молока. Контролем служило соевое молоко, приготовленное из необработанных бобов сои. Изменений

органолептических показателей (цвет, запах, вкус и консистенция) не установлено.

Таким образом, проведенные экспериментальные исследования подтверждают актуальность применения флюидной CO₂-экстракции для извлечения из семян сои биологически активных соединений, но данная обработка не позволяет убрать запах и привкус бобов. Низкий выход целевых компонентов, полученный в данных условиях, свидетельствует о необходимости продолжить эксперименты по подбору более эффективных режимов экстракции.

Библиографический список:

1. Литвиненко О.В., Корнева Н.Ю. Перспективы использования новых сортов сои селекции Всероссийского НИИ сои в производстве соево-шоколадного напитка. // Вестник МГТУ. 2019. Т. 22, № 3. С. 413-420.

2. Силинская С.М., Малашенко Н.Л. Теоретические основы до- и сверхкритической экстракции // Известия вузов. Пищевая технология, №3, 2007. – С. 8-12.

3. Купчак Д. В. Научные предпосылки к разработке пищевых систем повышенной пищевой и биологической ценности на основе сои / Д. В. Купчак, О. И. Любимова // Научный взгляд в будущее. Одесса. 2016. Вып. 1 (1). Т. 2. С. 19–21.

4. Купчак Д. В. Научные методы модификации соевого зерна / Д. В. Купчак, О. И. Любимова // Научный взгляд в будущее. Одесса. 2016. Вып. 1 (1). Т. 2. С. 23–26.

5. Касьянов Г.И. До- и сверхкритическая экстракция: достоинства и недостатки // Пищевая промышленность. 2005. № 1. С. 36–39.

6. Касьянов Г.И., Занин Д.Е. Возможности до и сверхкритической CO₂-экстракции. // Технические науки: современный взгляд на изучение актуальных проблем. Астрахань. 2016. Вып. 1. С. 87–92.

УДК 631.14+66-96

ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ СОЕВОЙ ШЕЛУХИ И ПОЛИПРОПИЛЕНА

К.И. Ахматгалиева

студентка гр.ТПб-21-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

А.А. Амракулова

студентка гр.ТПб-21-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

Е.С. Фомина

к.х.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский
технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83
e-mail: lenafomina1982@yandex.ru

С.Н. Евстафьев

д.х.н., профессор

Иркутский национальный исследовательский
технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83
e-mail: esn@istu.edu

АННОТАЦИЯ: Целью работы являлось изучение влияния полипропилена на прочностные характеристики композита, полученного методом горячего прессования смеси, включающей пластифицированную шелуху сои. Результаты исследования позволили оценить возможность получения композитов из соевой шелухи и полипропилена, а также установить зависимость их свойств от режима прессования. Для образцов композита выявлено снижение прочностных характеристик (плотность, предел прочности на изгиб, модуль упругости) при повышении содержания полипропилена. Для образцов с 10% содержанием наполнителя установлено увеличение плотности и модуля упругости при повышении давления прессования до 25 МПа.

Ключевые слова: соевая шелуха, пластификатор, предел прочности, модуль упругости, полипропилен.

PRODUCTION OF COMPOSITE MATERIALS BASED ON SOYBEAN HUSK AND POLYPROPYLENE

K.I. Achmatgalieva

student

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

A.A. Amrakulova

student

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

E. S. Fomina

k.ch.s, associate Professor,

Irkutsk National Research Technical University
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83
e-mail: lenafomina1982@yandex.ru

S.N. Evstaf'ev
d.ch.s, professor
Irkutsk National Research Technical University
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83
e-mail: esn@istu.edu

ABSTRACT: The aim of the work was to study the effect of polypropylene on the strength characteristics of a composite obtained by hot pressing a mixture including plasticized soybean husk. The results obtained made it possible to evaluate the possibility of obtaining composites from soybean hulls and polypropylene, as well as to establish the dependence of their properties on the pressing mode. For composite samples, a decrease in strength characteristics (density, ultimate flexural strength, modulus of elasticity) was found with an increase in the content of polypropylene. For samples with a 10% filler content, an increase in density and modulus of elasticity was revealed with an increase in pressing pressure up to 25 MPa.

Key words: soy husk, plasticizer, tensile strength, modulus of elasticity, polypropylene.

Ежегодно в России образуется около 35-40 млн. тонн твердых бытовых отходов, из которых 95 % выбрасываются на свалки [1]. В их составе на долю пластика приходится более 10 %. Серьезной экологической и экономической проблемой является стойкость полимеров к разложению и их производство из ископаемого сырья, которое является невозобновляемым ресурсом [2]. Придание синтетическим полимерам свойств биоразложения позволит уменьшить объем отходов. Этого можно достичь синтезом новых полимеров, способных к биоразложению или производством композиционных материалов, которые могут быть получены путем смешения двух синтетических полимеров, либо природного полимера с синтетическим. Перспективным является второй вариант производства композиционных материалов, так как остальные требуют больших материальных затрат. Преимуществом смеси на основе природного полимера и синтетического также является возможность использовать в качестве наполнителя целлюлозосодержащие отходы, в том числе сельскохозяйственные отходы [3,4]. Предполагается, что присутствие в композите биоразлагаемого природного компонента может инициировать распад синтетического полимера. Известны биоразлагаемые полимерные композиции, содержащие в качестве наполнителя крахмал [5]. Однако, крахмал является ценным пищевым продуктом, поэтому его использование для этой цели экономически неоправданно. Наиболее предпочтительной альтернативой крахмалу видятся целлюлозосодержащие отходы, в том числе шелуха сои. В качестве полимерного компонента композита могут быть использованы полипропилен и полиэтилен,

температура плавления которых позволяет применить их в смеси с целлюлозой [6].

Целью работы являлось изучение влияния полипропилена на прочностные характеристики композита из шелухи сои. Полученные результаты позволят оценить возможность получения композитов из соевой шелухи и полипропилена и установить зависимость их свойств от режима прессования.

Объектом исследования являлись композитные материалы, полученные при различных параметрах процесса горячего прессования смеси соевой шелухи, пластификатора и полипропилена. Компонентный состав соевой шелухи по данным ООО «Иркутский масложиркомбинат», % мас.: клетчатка – 40-45; белок – 9,3-10,3; жир – 0,4-1,5; зола – 4,5-5. Гранулометрический состав шелухи и полипропилена - в пределах от 0,2 до 1,0 мм.

Композитные материалы в виде дисков получали методом горячего прессования с использованием гидравлического пресса. Соевую шелуху смешивали при комнатной температуре с полипропиленом (5, 10, 20 и 30%). Для улучшения смешивания компонентов добавляли пластификатор (12%). Полученную смесь загружали в предварительно нагретую пресс-форму. Режимы прессования: температура 185 °С; давление 10, 15, 20 и 25 МПа; продолжительность 0,5, 1 и 3 мин. Выдержка диска в пресс-форме после сброса давления 3 мин. Выбор температуры прессования обусловлен температурой плавления полипропилена (175 °С).

Испытание дисков на изгиб в трех точках проводили с помощью универсальной испытательной машины AGS-X Shimadzu. Скорость нагружения 1 мм/мин. Толщину дисков измеряли с помощью механического микрометра TOPEX 31с629.

Для исследования были приготовлены композиты в виде дисков с различным содержанием наполнителя – полипропилена (рис.1). Размеры дисков: диаметр 50 мм, толщина в пределах от 3,4 до 3,8 мм.



Рисунок 1. Внешний вид дисков из соевой шелухи с пластификатором (12%) и полипропиленом

При горячем прессовании происходит плавление полипропилена и, вероятно, из-за низкой адгезии его с пластифицированной шелухой часть наполнителя стекает в нижнюю часть диска. Как следствие возможно неравномерное распределение полипропилена в композите. Наиболее выражено это в образце с добавкой 5% полипропилена. Поэтому прочностные характеристики этого образца в работе не исследовали.

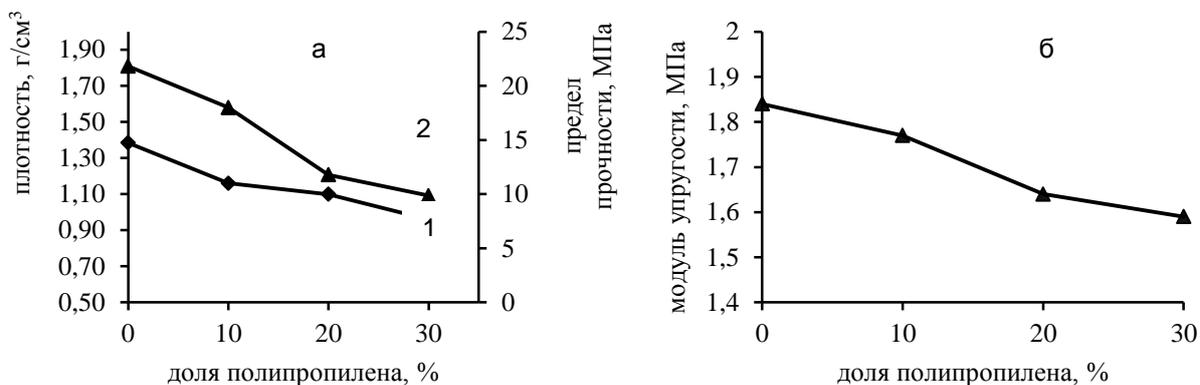


Рисунок 2. Зависимость прочностных характеристик дисков от содержания полипропилена при 185 °С, 10 МПа (3 мин): (а): 1- плотность; 2- предел прочности при изгибе; (б) модуль упругости

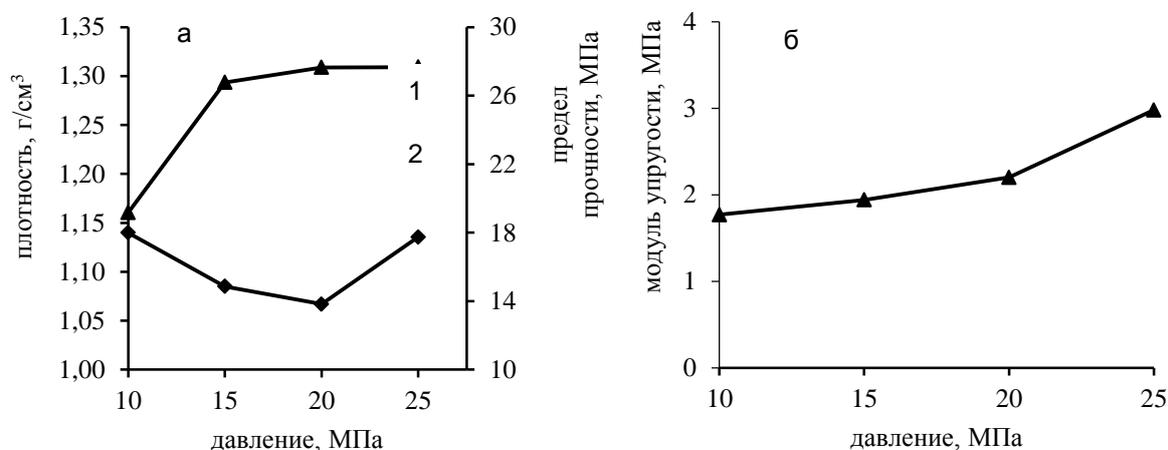


Рисунок 3. Зависимость прочностных характеристик дисков от давления прессования при 185 °С (3 мин): (а) 1- плотность; 2- предел прочности при изгибе; (б) модуль упругости

Анализ прочностных характеристик образцов с различным содержанием полипропилена, полученных при давлении 10 МПа и продолжительности 3 мин, показал, что с увеличением содержания наполнителя до 30 % происходит значительное снижение плотности с 1,3845 до 0,9593 г/см^3 и предела прочности с 21,8 до 9,9 МПа (рис.2.а). Кроме того, наблюдается снижение и модуля упругости, характеризующего

сопротивляемость материала диска деформации изгиба (рис.2.б). Установлено повышение плотности и модуля упругости для образцов, содержащих 10% полипропилена, при увеличении давления прессования (рис 3). Для образца, полученного при 25 МПа, выявлено максимальное значение модуля упругости, составившее 2,98 Гпа. Четкой зависимости предела прочности на изгиб от давления прессования не выявлено. Значения предела прочности находятся в пределах от 14 до 18 МПа.

В результате проведенного исследования показана возможность получения композитов на основе шелухи сои с полипропиленом в качестве наполнителя. Значения плотности и предела прочности на изгиб для большинства исследованных образцов лежат в пределах допустимых для материала, используемого для производства одноразовой пластиковой посуды. Для повышения качества композитов из соевой шелухи необходимо продолжить исследования, включающие обеспечение равномерного распределения наполнителя в исходной смеси и изучение влагопоглощения композита.

Библиографический список:

1. Носова А. Статистика: Чистая работа // Вокруг света: научно - познавательный журнал. – Москва: Изд-во «Вокруг света», 2018. - № 6.
2. Сивкова Г.А. , Хусанинова.А.А. Получение биоразлагаемого пластика из возобновляемого сырья // Традиционная и инновационная наука: история, современное состояние, перспективы: сборник статей международной научно-практической конференции.- Уфа: Изд-во ООО «Атерна», 2020. С. 25
3. Потороко И.Ю., Науменко Н.В., Малинин А.В., Цатуров А.В., Кади А.М., Никонов А.В. Разработка технологии формованной биоразлагаемой экопосуды на основе вторичных ресурсов зерномучного производства // Вестник ЮУрГУ. 2021. №3. С. 62-69.
4. Подденежный Е.Н., Дробышевская Н.Е. Бойко А.А., Шаповалов В.М., Дробышевский Н.С., Ашрапова.Т.Ф. Биоразлагаемые композиционные материалы на основе крахмала и смеси полиолефинов // Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого. 2021. № 1. С. 53- 60.
5. Lopez JP, Vilaseca F, Barberà L, Bayerb RJ, Pèlacha MA, Mutjéa P. Processing and properties of biodegradable composites based on Mater-Bi (R) and hemp core fibres// Resour Conserv Recycl. 2012. Vol.59. P.38–42.
6. Bhattacharyya D, Bowis M, Jayaraman K. Thermoforming wood fiberpolypropylene composite sheets//Compos Sci Technol. 2003. Vol.63.P. 353–365.

УДК 663.34

СНИЖЕНИЕ КИСЛОТНОСТИ ГРУШЕВОГО СУСЛА ПРИ ПОМОЩИ АДСОРБЦИИ

К.Р. Иванова

Аспирант гр. аТХП-21-1

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

Е.А. Привалова

К.х.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский
технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83
e-mail: epriv@istu.edu

АННОТАЦИЯ: Органические кислоты плодов имеют большое значение в формировании качества вина. Их общее содержание является одним из главных показателей пригодности плодового сырья для приготовления из него вина и придания ему гармоничного вкуса. В работе представлены результаты исследования влияния сорбентов различной природы на кислотность грушевого сусла. Изучена сорбция сахара и фенольных соединений, а также изменение сахаро-кислотного индекса сусла при обработке сорбентами.

Ключевые слова: титруемая кислотность, сорбенты, грушевое сусло, сахаро-кислотный индекс.

REDUCING THE ACIDITY OF PEAR MUST USING ADSORPTION

K.R. Ivanova

Postgraduate student

Irkutsk National Research Technical University
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83
e-mail: kristinochka_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: Organic acids of fruits are of great importance in shaping the quality of wine. Acid total content is one of the main indicators of the suitability of fruit raw materials for making wine from it and giving it a

harmonious taste. The paper presents the results of a research of the influence of sorbents of various nature on the acidity of pear must. The sorption of sugar and the sum of phenolic compounds as well as the change in the sugar acid index of must has been studied.

Keywords: acidity, sorbents, pear must, sugar acid index.

Введение. Кислотность – один из основных показателей химического состава плодов и ягод [1]. Она играет важную роль в формировании вкуса вин, в определении соотношения продуктов брожения, в склонности вина к окислению, кристаллическим, биологическим, коллоидным помутнениям [2]. Недостаточная кислотность делает вкус ненасыщенным, плоским, повышенная приводит к резкому, грубому, терпковатому вкусу [3].

Для создания вин с гармоничным вкусом и повышения их биологической устойчивости необходимо прибегать к технологическим приемам, направленным на понижение содержания в них органических кислот. В современной технологии чаще всего используют химические (мелование, осаждение двойной соли винной и яблочной кислот) и физико-химические (ионный обмен, электродиализ, обработка холодом) кислотопонижения [4,5]. Биологический метод снижения кислотности, связанный с протеканием яблочно-молочного или яблочно-этанольного брожения является одновременно и методом повышения биологической стойкости вин [6].

Наиболее распространенный способ снижения кислотности в плодово-ягодном виноделии – разбавление сока водой. При этом одновременно происходит снижение сахаристости сока, что негативно сказывается на течении процесса брожения [6]. Метод купажирования наиболее простой и сводится к смешиванию двух или нескольких сусел или вин для достижения более гармоничного вкуса, чем вкус исходных сусел или вин.

Адсорбционные методы используются в технологии виноделия с целью очистки виноматериалов от ионов тяжелых металлов [7] и профилактики кристаллических помутнений [8]. В качестве сорбентов тестировались стебли топинамбура, древесные опилки, льняное волокно, свекловичный жом и другие материалы. В то же время адсорбционные методы давно и успешно применяются для очистки водно-спиртовых растворов от нежелательных органических примесей, в числе которых и органические кислоты.

Целью настоящей работы является исследование влияния обработки плодово-ягодного сусла сорбентами различной природы на его основные физико-химические показатели.

Экспериментальная часть. Объектом исследования служило сусло, полученное из плодов груши сорта «Уссурийская», урожая 2022 г.,

собранных в Иркутской обл. Выход и характеристика суслу представлены в табл. 1. В качестве сорбентов были использованы активированный уголь (марки БАУ-А ГОСТ 6217-74, производитель ООО «Волгоград-Реахим»); бентонит (бентонитовая глина, уд. поверхность 5 м²/г, производитель ООО «Твекс», Московская обл., с. Новопетровское), цеолит (клиноптилолит, уд. поверхность 30-32 м²/г, Сокирницкое месторождение Закарпатской обл., Украина); кизельгур (природная двуокись кремния, уд. поверхность 2-6 м²/г); скорлупа кедрового ореха, обработанная в соответствии с [9].

Обработку суслу сорбентами проводили в статических условиях в течение 4, 7 и 10 дней, при температуре 5°С дозировка сорбентов составляла 4 г/л.

В процессе обработки отслеживали изменение титруемой кислотности, массовой концентрации сахаров, суммы фенольных соединений, плотности. Содержание сахаров, суммы фенольных соединений и кислот определяли стандартными методами, принятыми в винодельческом производстве [10]. Измерение плотности суслу проводили ареометрическим методом [11].

Таблица 1

Характеристика грушевого суслу

Выход, %	69
Плотность, кг/м ³	1056
Кислотность, г/дм ³	16
Сахар, г/100 см ³	11,8
Сумма фенольных соединений, мг/дм ³	1259

Обсуждение результатов. Полученное суслу имело повышенную кислотность, что характерно для плодово-ягодного суслу. По данным [13] для нормального развития дрожжей и активного сбраживания кислотность не должна превышать 8-10 г/дм³.

В процессе обработки суслу адсорбентами его плотность изменялась незначительно: было отмечено ее снижение не более, чем на 1% от исходного значения. Динамика изменения кислотности, концентрации сахаров и суммы фенольных соединений приведена на рис. 1-3 соответственно.

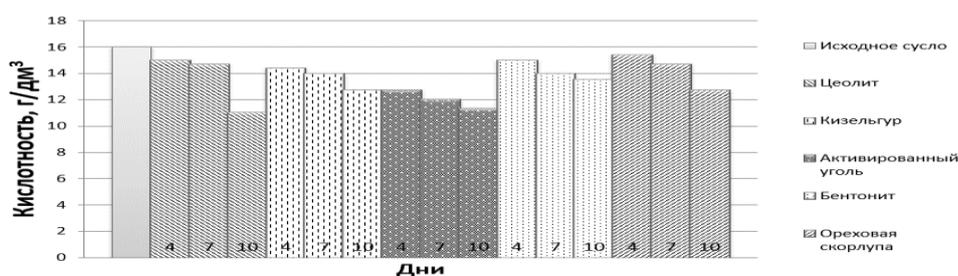


Рисунок 1. Изменение титруемой кислотности грушевого суслу в процессе обработки сорбентами

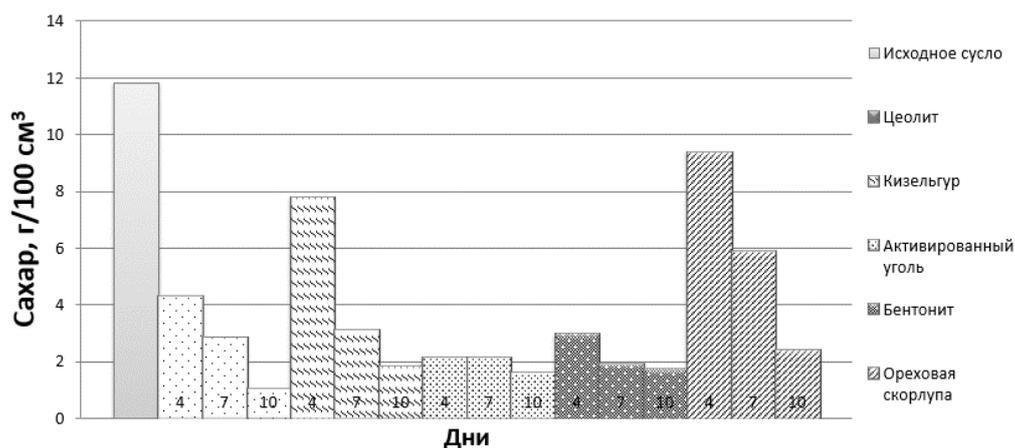


Рисунок 2. Изменение концентрации сахаров грушевого сусла в процессе обработки сорбентами

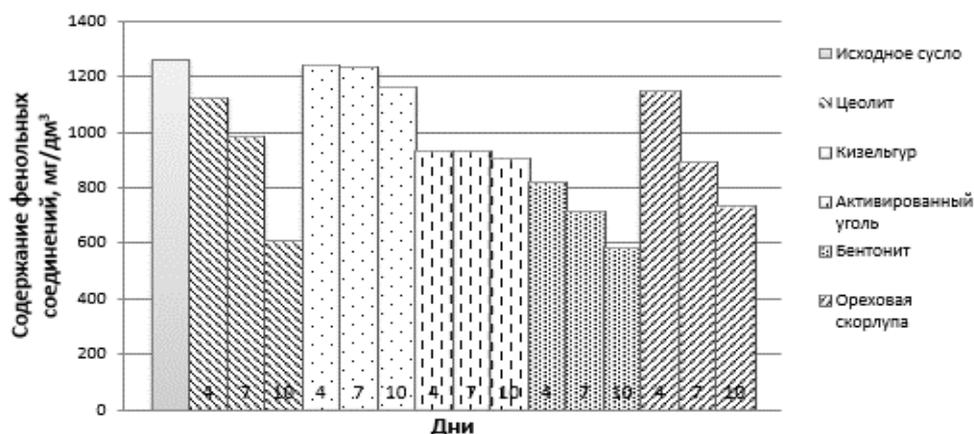


Рисунок 3. Изменение содержания суммы фенольных соединений в грушевом сусле в процессе обработки сорбентами

Как видно из представленных диаграмм, обработка сусла всеми исследованными сорбентами привела к снижению содержания титруемых кислот. Наиболее выраженное снижение кислотности наблюдалось при использовании активированного угля (на 29,4 % за 10 дней) и цеолита (на 31,3% за 10 дней). В то же время было отмечено и существенное уменьшение концентрации сахаров, причем сорбция сахаров происходила интенсивнее, чем сорбция кислот, особенно в начальный период контакта адсорбентов с суслом. Так, снижение концентрации сахаров в сусле на 4 день составило 82,2% от исходной при обработке активным углем, 75% при обработке бентонитом, 63,5% при обработке цеолитом, 33,9% при обработке кизельгуром и 20,3 при обработке ореховой скорлупой.

Содержание фенольных соединений также снижается в процессе обработки сусла сорбентами на 26,4–54% от исходного.

Таким образом, на основании проведенного исследования можно сделать вывод, что использованные сорбенты не обладают селективностью в отношении органических кислот и обработка ими суслу приводит к снижению не только титруемой кислотности, но и элиминированию других важных в технологическом отношении компонентов.

Важной характеристикой суслу является соотношение сахаров и органических кислот или сахарокислотный индекс (СКИ). В соответствии с литературными данными, наиболее пригодны для получения плодово-ягодных вин и виноматериалов плоды и ягоды, СКИ которых составляет 8–15 единиц и выше, при содержании органических кислот 5–9 г/дм³, сахаров более 9 г/100 см³ [12,13]. Изменение СКИ в процессе обработки грушевого суслу сорбентами представлено на рис. 4.

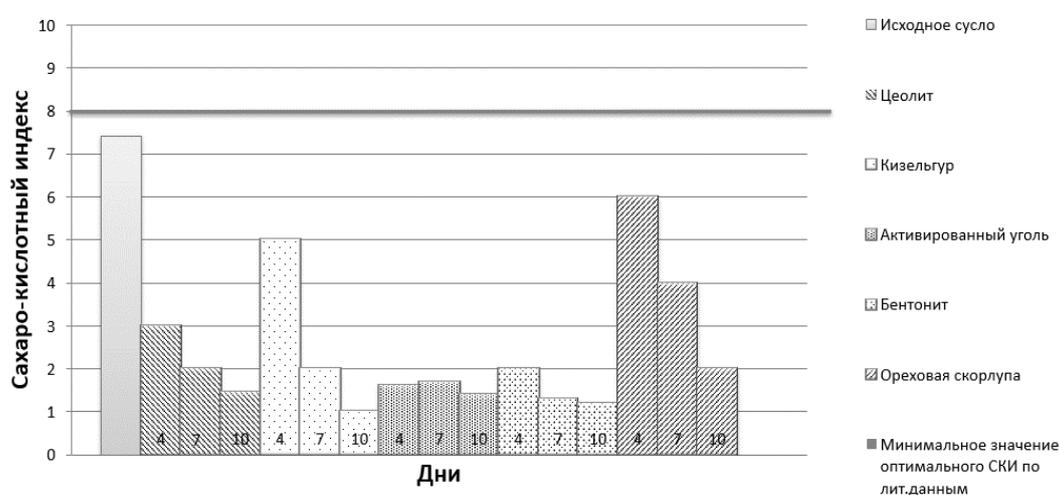


Рисунок 4. Изменение СКИ грушевого суслу в процессе обработки сорбентами

Как видно из рисунка, СКИ исходного грушевого суслу составлял 7,4 единиц и был ниже рекомендуемого на 7,5%. Обработка сорбентами не только не исправила ситуацию, но и дополнительно существенно снизила СКИ: на 18,9-86% от исходного значения и на 25-87,5 % от рекомендуемого.

Выводы. Проведённые исследования позволяют констатировать, что обработка грушевого суслу сорбентами при дозировке последних 4 г/л и в течение 4–10 дней приводит к существенному уменьшению титруемой кислотности и сопровождается значительным снижением концентрации сбраживаемых сахаров и суммы фенольных соединений. В результате сахаро-кислотный индекс суслу как один из важнейших показателей его качества радикально ухудшается. Наименее резкое снижение СКИ наблюдалось в случае использования в качестве сорбента ореховой скорлупы, однако сорбция титруемых кислот скорлупой была низкой.

В связи с выше сказанным, необходимы дополнительные исследования, направленные на оптимизацию процессов сорбции основных компонентов сула, а также на комбинирование адсорбции с другими способами кислотопонижения.

Библиографический список:

1. Калмыкова Н.Н., Калмыкова Е.Н., Гапонова Т.В. Особенности состава органических кислот сусел и вин, приготовленных из белых сортов винограда // Плодоводство и виноградарство Юга России. - 2021. - № 68(2). - С. 321–331.
2. Стабилизация виноградных вин / Г. Г. Валуйко, В. И. Зинченко, Н. А. Мехузла. - Симферополь: «Таврида», 2002. – 208 с.
3. Власова О.К., Магомедова Е.С., Власова О.К., Магомедова Е.С. Научные аспекты рационального размещения и использования виноградных ресурсов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 12-9. – С. 1653-1657.
4. Кушнерева Е. В., Агеева Н. М. Сравнительный анализ современных способов кислотопонижения // Альманах современной науки и образования. – 2010. – № 8(39).– С. 80-84.
5. Гержикова В.Г, Ткаченко О.Б., Погорелов Д.Ю., Ачба С.Л. Влияние химического кислотопонижения столовых виноматериалов на их состав и окислительно- восстановительные характеристики // Виноградарство и виноделие – 2005. – № 3.– С. 20-22.
6. Бурьян Н.И. Практическая микробиология виноделия / Симферополь: Таврида, 2003.-559с. Методы технохимического контроля в виноделии / под ред. В.Г. Гержиковой. 2-е изд.– Симферополь: Таврида, 2009. – 304 с.
7. Никифорова Т.Е., Козлов В.А., Багровская Н.А., Родионова М.В. Сорбционная очистка вин // Химия растительного сырья. – 2007. - №1. – С. 69-73.
8. 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.
9. Способ производства белого яблочного вина: пат. 2783427 Рос. Федерация. № 2021124193; заявл. 16.08.2021; опубл. 14.11.2022, Бюл. № 32. 9 с.
10. Методы технохимического контроля в виноделии / под ред. В.Г. Гержиковой. 2-е изд.– Симферополь: Таврида, 2009. – 304 с.
11. Гусакова Г.С., Лозовая Т.С. Технология виноделия: Лабораторный практикум. - Изд-во ИРНИТУ, 2018. – 84 с.

12. Шелковская Н.К., Пучкин И.А. Особенности яблочного и грушевого сырья алтайской селекции для производства столовых вин // Достижения науки и техники АПК. – 2013. - № 7. – С. 22-24.

13. Вечер А.С., Юрченко Л.А. Сидры и яблочные игристые вина. – М., 1976. – 135 с.

УДК 665.947.4

МЕТОДИКА КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛИГНИНА

С.С. Шашкина

Аспирант,

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

С.Н. Евстафьев

д.х.н, профессор,

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

АННОТАЦИЯ: Сложная структурная организация лигнина обуславливает трудность определения его качественного и количественного содержания в лигноцеллюлозном сырье. Два основных направления в решении этой задачи: выделение лигнина в виде твердого остатка и растворение лигнина для последующего анализа. Одним из недостатков большинства существующих методов, является необходимость использования относительно больших навесок исследуемого материала. Помимо этого, для некоторых методов требуется наличие стандартного образца. В статье рассматривается возможность использования диоксанлигнина в качестве стандарта для определения содержания лигнина в исследуемом сырье.

Ключевые слова: лигнин, солома пшеницы, диоксанлигнин, опилки, спектрофотометрия.

METHOD OF QUANTITATIVE DETERMINATION OF LIGNIN

S.S. Shashkina

Post-graduate student

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

S.N. Evstaf'ev

Dr. Sci. (Chemistry), Professor

Irkutsk National Research Technical University
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83
e-mail: chiffa19@mail.ru

ABSTRACT: Due to complicated structural organization of lignin it is difficult to determine its qualitative and quantitative content in lignocellulosic raw material. There are two main strategies: isolation of lignin as a solid residue and dissolution it for subsequent analysis. One of the disadvantages of most of these methods is the need to use relatively large amount of the material. In addition, some methods require a standard sample. The article considers the possibility of using dioxanlignin as a standard for determination of the content of lignin in the studied raw materials.

Keywords: lignin, wheat straw, dioxanlignin, sawdust, spectrophotometry.

Лигнин представляет собой высокомолекулярный полимер и является одним из основных компонентов растительного сырья. Выделение и количественное определение лигнина значительно осложняется сложной структурной организацией. В литературе описан ряд методик [1-3], позволяющих провести качественную и количественную оценку содержания полимера в различных видах сырья. Однако, универсального метода, позволяющего быстро и точно определить содержание лигнина, не установлено.

Все известные методики можно условно разделить на две группы. В первую группу входят методы, основанные на растворении входящих в состав образца компонентов и выделении лигнина в виде твердого остатка, количественное определение которого осуществляется гравиметрически. К этой группе относят классический сернокислотный метод, в России нашедший широкое применение в модификации Комарова; метод Вильштеттера, Попова, Кларка и пр. [2]. Недостатком этой группы методов является длительность и многостадийность процессов, а также необходимость использования достаточно больших навесок образца (≈ 1 г).

Ко второй группе относят методики, сущность которых заключается в извлечении и переводе лигнина в растворенное состояние. Количественный анализ в этом случае выполняется путём измерения методами ИК- и УФ-спектроскопии, хроматографическими методами (ГХ, ВЭЖХ). Известны методики с использованием тиогликолевой кислоты, ацетилбромида (с модификациями), методика NREL [4,5]. Достоинствами этой группы методов является сравнительно малые навески образцов и высокая точность. Однако, многие из перечисленных способов требуют длительной и трудоемкой пробоподготовки, наличия стандартного образца.

Известен экспресс-метод определения содержания лигнина в исследуемом сырье [6]. Сущность метода заключается в обработке лигноцеллюлозного материала в смеси азотной кислоты и диоксана с последующим фильтрованием и отделением нерастворившегося остатка и определении содержания лигнина в полученном растворе методом

спектрофотометрии. Для калибровки использовали навески лигноцеллюлозного полуфабриката (100 мг) с известным содержанием лигнина. Зависимость содержания лигнина от оптической плотности описывается полиномом второго порядка. Полученные результаты сравнивали со значениями, определенными экспериментально методом Класона. Описанный метод показал хорошую сходимость. Однако, для повышения точности определения желательное использование стандартного образца.

Цель работы: адаптировать методику определения лигнина в исследуемом сырье с использованием диоксанлигнина (ДЛ) в качестве стандарта.

Для построения калибровочной кривой использовали навески диоксанлигнина (5-15 мг), выделенного из соломы пшеницы по методике [7]. Навески ДЛ обрабатывали в смеси диоксана и азотной кислоты (1:1). Полученный однородный раствор после нейтрализации доводили до объема 50 мл дистиллированной водой и определяли оптическую плотность при длине волны 340 нм. Все измерения выполнены в двух повторностях. Выполненные измерения позволили построить калибровочный график зависимости концентрации ДЛ (y) от оптической плотности (x) и получить уравнение (1) для расчета содержания лигнина в исследуемом сырье:

$$y = 2.6783x \quad (1)$$

Содержание лигнина было определено в предварительно обессмоленных образцах соломы пшеницы – 18,1 %. Содержание лигнина в образце, определенное сернокислотным методом в модификации Комарова составило 18,7 %.

Было установлено, что использование диоксанлигнина в качестве стандарта для определения содержания лигнина в лигноцеллюлозном сырье обеспечивает высокую точность и сходимость результатов.

Библиографический список:

1. Каримов О.Х., Тептерева Г.А., Четвертнева И.А., Мовсумзаде Э.М. Развитие химии и технологии биополимера лигнина // Промышленное производство и использование эластомеров. 2020. № 1. С. 25-39. DOI: 10.24411/2071-8268-2020-10105
2. Оболенская А.В., Ельницкая З. П., Леонович А. А. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы // М.: Экология. 1991. 320 с.
3. Gora R., Hutta M., Vrska M., Katuscak S., Jablonsky M. Characterization of Klason lignins by reversed-phase high-performance liquid chromatography using wide-pore octadecylsilica and stepwise gradients of dimethylformamide in water // Journal of Separation Science. 29 (14). 2006. DOI:10.1002/jssc.200600048.

4. Sluiter A., Hames B., R. Ruiz, C. Scarlata, J. Sluiter, D. Templeton, D. Crocker. Determination of structural carbohydrates and lignin in biomass—NREL/TP-510-42618 // Laboratory Anal. Procedure (LAP). 2008.

5. Moreira-Vilar F.C., Siqueira-Soares R.C., Finger-Teixeira A., Oliveira D. M., Ferro A. P., et al. The Acetyl Bromide Method Is Faster, Simpler and Presents Best Recovery of Lignin in Different Herbaceous Tissues than Klason and Thioglycolic Acid Methods // PLoS ONE. 9 (10). 2014. Doi:10.1371/journal.pone.0110000

6. Хабаров Ю. Г., Рекун А. А., Кузяков Н. Ю., Вешняков В. А. Способ определения лигнина в целлюлозных полуфабрикатах. Патент № 2557744 РФ. 2010.

7. Чудаков И. И. Исследование процессов конденсации и окислительно-гидролитического расщепления лигнина. // Тр. ВИННСТС. 1996. вып. 15. С. 285-290.

СЕКЦИЯ 3. КАЧЕСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ. ПИЩЕВАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

УДК 633.34:612.392.7

МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ КЛЕТЧАТКИ С ВЫСОКИМ ВЛАГОПОГЛОЩЕНИЕМ ИЗ ОБОЛОЧКИ СОЕВОГО СЕМЕНИ

В.В. Бессольцев

Магистрант гр. БПм-22-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664070, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: vityaly16@yandex.ru

О.В. Куприна

К.х.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664070, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: rudra@mail.ru

АННОТАЦИЯ: Проведено исследование получения клетчатки с высокой влагопоглощающей способностью из оболочки соевого зерна (шелухи). Использовался метод щелочного и кислотного гидролиза соевой шелухи различными кислотами и основаниями при разных концентрациях и температурных условиях. В результате получены образцы клетчатки с влагопоглощением 1:6 и отработаны условия получения этого продукта. Добавлением 1% камеди удалось повысить влагопоглощение клетчатки из шелухи до уровня 1:9, что соответствует влагопоглощению у коммерческих образцов соевой клетчатки, выделенной из семени сои.

Ключевые слова: соя, соевая оболочка, соевая клетчатка, влагопоглощение.

METHOD FOR ISOLATION OF FIBER WITH HIGH MOISTURE ABSORPTION FROM SOYBEAN SHELL

V.V. Bessoltsev

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: vityaly16@yandex.ru

O.V. Kuprina

Assistant professor

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: rudra@mail.ru

ABSTRACT: Fiber with a high level of moisture absorption was isolated from the hulls of soy seed. The method of alkaline and acid chemical hydrolysis of soy hull with various acids and alkalis at different concentrations and temperature conditions was used. As a result, fiber samples with a moisture absorption of 1:6 were obtained and the conditions for obtaining this product were determined. The addition of 1% gum increases the moisture absorption of fiber from the husk to a level of 1:9. This is consistent with the moisture absorption of commercial samples of soy fiber isolated from soy seed.

Keywords: soy, soy hull, soy fiber, moisture absorption.

Клетчатка (пищевые волокна) состоит из целлюлозы, гемицеллюлозы, лигнина, пектина и некоторых других полисахаридов. Клетчатка оказывает позитивное действие на организм человека. Она способствует лечению и профилактике ожирения, сахарного диабета и сердечно-сосудистых заболеваний, улучшает кровообращение и препятствует образованию тромбов, повышают биологическую активность полезной микрофлоры кишечника.

Клетчатка находит широкое применение в самых разных областях пищевой промышленности. Введение клетчатки позволяет уменьшить в рецептурах закладки эмульгаторов, стабилизаторов, жира, сахара. Применяется во всех сферах пищевой промышленности. Основное назначение соевой клетчатки – это снижение себестоимости продукта за счет замены дорогостоящего сырья, улучшение качества и органолептических свойств конечного продукта. Клетчатка обладает высокой влаго- и жиросвязывающей способностью, эмульгирующими свойствами, но инертна к любым рецептурным ингредиентам, а кроме того, термостабильна и холодорезистентна, снижает калорийность продуктов, служит в качестве замены основного сырья, является структурообразующим компонентом, стабилизатором, носителем вкуса и аромата конечного продукта. Применение клетчатки в рецептурах позволяет декларировать их как продукцию функционального назначения [1, 2].

В настоящее время соевую клетчатку производят из семядолей соевого семени. Это побочный продукт при получении белкового изолята.

Поскольку такая клетчатка производится из соевого шрота или муки по сложной технологии себестоимость её достаточно высока. Для производства соевого изолята и сопутствующего продукта – клетчатки, необходимы инвестиции в размере 75-80 млн долларов. Поэтому в России соевая клетчатка производится только на одном предприятии, и едва ли на четверть покрывает потребности рынка. Большую часть рынка соевой клетчатки в России составляет продукция из Китая.

Целью данного исследования является разработка альтернативного метода получения соевой клетчатки из соевой шелухи.

Семенная оболочка (лузга, шелуха), отделяемая при переработке соевого зерна, составляет примерно 8% от массы целого зерна. Рациональное и экономически выгодное использование этого продукта – важная задача, стоящая перед переработчиками сои.

Химический состав соевой шелухи достаточно близок к составу соевой клетчатки. В таблице 1 представлены основные характеристики коммерческих продуктов соевой клетчатки различных производителей и нативной соевой шелухи, получаемой в технологическом процессе на Иркутском масложиркомбинате (ИМЖК).

Таблица 1

Параметры	Synfib80 клетчатка	УХ80S клетчатка	Synfib100 клетчатка	Амур клетчатка	ИМЖК шелуха
Размер (меш)	60	90	80	100	без помола
Клетчатка %	65	60	65	65,9	40-45
Белок %	25	26	25	20	9,3-10,3
Жир %	1	1	1	0,25	0,4-1,5
Зола %	7	5	7	4,52	4,5-5
Влажность	10	10	10	5,8	13-16

Зарубежные исследователи сообщают о положительных результатах применения гидролизованной соевой шелухи для стабилизации мясных эмульсионных систем [3]. В России больше внимания уделяется исследованию соевой шелухи в качестве БАДа [4].

Материалы и методы:

Шелуха соевая элеваторная предоставлена Иркутским Масложиркомбинатом. Щелочной и кислотный химический гидролиз соевой шелухи проводился различными кислотами и основаниями при разных концентрациях и температурных условиях. После чего шелуха высушивалась и размалывалась на лабораторной мельнице. Фракция размера 140 мкм просеивалась на сите.

Влагопоглощение определялось по методу описанному в [2] с использованием центрифугирования водной суспензии препарата.

Результаты:

На первом этапе исследования установлено, что гидролиз шелухи при стандартных условиях [5] не увеличивает влагопоглощение, а наоборот, снижает его (таблица 2).

Таблица 2

образец	влагопоглощение
Коммерческие образцы соевой клетчатки	1:9, 1:10
Шелуха соевая ИМЖК, фракция 140 мкм	1:3, 1:4

Шелуха соевая ИМЖК, гидролизная, фракция 140 мк	1:2, 1:3
---	----------

Можно предположить, что при гидролизе вымываются полисахариды, в первую очередь пектин, обеспечивающие влагопоглощение. Поэтому встала задача определить условия гидролиза, сохраняющие пектин и активирующие протопектин, присутствующий в шелухе, а также исследовать действие добавок, повышающих влагоудерживающую способность клетчатки.

В результате исследования удалось подобрать условия гидролиза, обеспечивающие влагопоглощение соевой клетчатки до 1:6. Установлено, что добавление 1% смеси гуаровой и ксантановой камедей к выделенной из шелухи соевой клетчатке повышает её влагоудерживающую способность до 1:9, что соответствует влагопоглощению коммерческих образцов клетчатки из семян сои.

Библиографический список:

1. Никонович Ю.Н., Тарасенко Н.А. Пищевые волокна из растительного сырья и особенности их применения // Известия ВУЗов. Пищевая технология. 2014. № 5-6. С. 6-9.
2. Тарасова Л.И., Тагиева Т.Г. и др. Оценка функциональных свойств пищевых волокон // Вестник ВНИИЖ. 2018. №1. С. 35-38.
3. Hyun-Wook Kim, Yong Jae Lee, Yong Jae Lee. Efficacy of pectin and insoluble fiber extracted from soy hulls as a functional non-meat ingredient // LWT - Food Science and Technology. 2015. V.64. P.1071-1077.
4. Скороходова Е. В. Биотехнологические аспекты получения биологически активной добавки из семенной оболочки сои: автореф. дисс. канд. биол. наук. Улан-Удэ, 2011. 20 с.
5. Макурина С. В. Разработка ферментативного способа получения пищевых волокон и использование их в продуктах питания: диссертация канд. техн. наук. М., 2007. 198 с.

УДК 635:664.292

СОЕВАЯ ШЕЛУХА И ПРОДУКТЫ ЕЁ ПЕРЕРАБОТКИ

Н.А. Лузгина

Магистрант БПм-22-1

Иркутский национальный исследовательский

технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова 83

e-mail: luna_1977@list.ru

Н.П. Тигунцева

к.х.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский

технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова 83

e-mail: tignadezhda@yandex.ru

АННОТАЦИЯ: В статье рассмотрены перспективные направления переработки соевой шелухи. В том числе, возможность использования её в производстве активированного угля, сорбента для очистки сточных вод, почвы, загрязнённой дизельным топливом, сырой нефтью. Также предложено выделение из неё пероксидазы. Показано, что соевая шелуха является перспективным источником пектиновых веществ для пищевой промышленности.

Ключевые слова: соевая шелуха, пектин, способы выделения пектиновых веществ.

SOY HUSK AND PRODUCTS OF ITS PROCESSING

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 article discusses promising areas for soy husk processing. It is noted that soy husk can be used for activated carbon production, for obtaining of sorbents for the wastewater, diesel fuel and crude oil contaminated soil treatment. In addition, peroxidase isolation is believed to be one of the most promising way to use the soy husk. Besides the soy husk is a good source of pectin substances for the food industry.

Key words: soy husk, pectin, methods for isolating pectin substances.

В последнее время в России наблюдается рост объемов производства сои. Ареал возделывания ее постоянно увеличивается и, как следствие, интенсивно развиваются отечественные перерабатывающие предприятия, в том числе, промышленные комплексы по производству соевых белковых продуктов [1]. Наиболее широко в пищевых целях используют соевое масло, которое получают либо прессованием или экстракцией

органическими растворителями. Какой бы способ не использовался, первоначальным этапом будет шелушение, так как основная часть масла содержится в ядре. Вопрос по переработки соевой шелухи значительно отстает от производства соевой продукции. Известно, что 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 шелухи с последующим выделением пектина и возможность его использования в пищевых продуктах, в том числе, в качестве загустителя для мармелада, зефира, джема, для соусов или эмульгатора для майонеза.

Цель работы изучить перспективные направления переработки соевой шелухи.

Соевая шелуха составляет примерно 8 % всего семени и содержит 9% белка, 4,3 % золы, 1 % липидов и 85,7 % сложных углеводов. Нерастворимая углеводная фракция шелухи сои состоит из пектина, гемицеллюлозы и целлюлозы [2]. Этот комплекс веществ делают соевую шелуху хорошим источником пищевых волокон. Установлено, что содержание пектиновых веществ в ядре соевого семени составляет около 3-5 %, а в шелухе до 10 % [3,4].

Соя является многопрофильной культурой, которую применяют в различных отраслях промышленности. На сегодняшний день одним из наиболее востребованных направлений использования соевой шелухи является добавка в корм для животноводства для замены зерновых. Однако перспективными направлениями являются использование соевой шелухи в производстве активированного угля, сорбента для очистки сточных вод, почвы, загрязнённой дизельным топливом, сырой нефтью. Также предложено выделение из неё пероксидазы [2]. Показано, что соевая шелуха является перспективным источником для получения пектиновых веществ.

Соевый пектин представлен тремя типа пектиновых веществ:

- пектин-полимер, построенный на основе цепей, состоящих из остатков Д-галактуроновой кислоты,
- галактан-полимер, состоящий из остатков галактозы,
- арабан-полимер, состоящий из остатков арабинозы [1].

Наличие свободных карбоксильных групп галактуроновой кислоты в пектине обуславливает способность их связывать ионы тяжелых металлов: свинца, ртути, кобальта и др. Кроме того, пектин может сорбировать и выводить токсины из организма человека.

Получение пектина из растительного сырья основано на кислотно-термическом гидролизе и спиртовом коагулировании пектина из экстракта. Все процессы получения пектина можно разделить на три основные группы: 1) подготовку сырья, кислотный гидролиз протопектина,

экстрагирование пектина из ткани сырья в водную массу (экстракт), очистку и концентрирование пектинового экстракта; 2) спиртовое выделение пектина из экстракта в виде коагулята и его сушку; 3) процесс регенерации отработанных спиртов и утилизацию или обезвоживание твердых отходов и стоков пектинового производства [5]. Стоимость регенерации спиртов дорогая, поэтому стоит уделить внимание выделению пектиновых экстрактов, которые позволят снизить расход этанола при осаждении пектина.

Известен способ получения пектиновых веществ из створок бобов сои [6], где в качестве гидролизующего агента используют пищевую 0,3 % янтарную кислоту. Экстрагирование проводят при температуре 80-85⁰С в течение 2 часов. Выбор кислоты обусловлен пищевым назначением пектина и оптимальным для органолептических показателей продукта. Выход пектиновых веществ составляет 12,5 %.

Современные технологии получения пектина могут различаться по способу ведения процесса. Для определения массовой доли фракций пектиновых веществ в растительном сырье используют общепринятый «кальций-пектатный» метод [7,8], который позволяет определить отдельно растворимый пектин, протопектин или сумму пектиновых веществ.

На выход пектина влияет способ выделения, вид применяемой кислоты, рН среды, температура и продолжительность экстракции. Пектиновые вещества из растительных тканей экстрагируют горячим раствором оксалата или хелатирующими соединениями, например, этилендиаминтетра-уксусной кислотой (ЭДТА) [1]. Так, некоторые авторы [9,10], используя различные условия экстракции пектина, изменяя температуру от 50 до 90⁰С и время от 2 до 10 часов, установили, что увеличение температуры выше 50⁰С и понижение рН до 1,0 приводит к деградации пектиновых веществ, вследствие чего ухудшаются физико-химические показатели. Степень этерификации играет важную роль при желировании, что дает возможность в дальнейшем использовать пектин в производстве различных продуктов питания.

Из приведенных данных видно, что соевая шелуха является перспективным источником пектина для пищевой промышленности. Однако, до настоящего времени недостаточно изучены оптимальные параметры процесса извлечения пектиновых веществ из шелухи сои. Требуется продолжить исследования в данном направлении.

Библиографический список:

1. Соя: Химический состав и использование / под ред. академика РАСХН, д-ра с.-х. наук В.М. Лукомца. – Майкоп: ОАО «Полиграф-ЮГ», 2012. – 432 с.

2. Практическое руководство по переработке и использованию сои: Пер. с англ. / Под ред. Дэйвида Р. Эриксона. - Москва: Макцентр, 2002. – С. 659.
3. Назаренко С.В. К вопросу утилизации семенной оболочки сои //С.В. Назаренко, Е.В. Щербакова //Прогрессивные пищевые технологии - третьему тысячелетию. - Краснодар, 2000. - Вып. 124. - С. 345-346.
4. Шелухина, Н.П. Научные основы технологии пектина / Н.П. Шелухина. – Фрунзе: Илим, 1988. – 168 с.
5. Ван Муорик С.В. Современные тенденции развития промышленности пищевых добавок и ингредиентов // Пищевые ингредиенты – сырье и добавки. 2004. №1.
6. Патент RU 2553232 Российская Федерация: МПК А23L 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.
7. Донченко л. В. Технология пектина и пектинопродуктов / Учебное пособие. - М.: ДеЛи, 2000. – 249 с.
8. Патент 2434532 Российская Федерация, МПК А23L 1/0524 (2006.01), В01Д 21/00 (2006.01). Способ определения массовой доли пектиновых веществ в растительном сырье / Ольховатов Е. А., Родионова Л. Я., Щербакова Е. В.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет». – № 2010119897/13; заявл. 18.05.2010; опубл. 27.11.2011, Бюлл. №33.
9. Способ поучения пектина: а.с. 840043 СССР, МКИ С 08 В 37/06. / М.П. Филипов, Г.А. Школенко, Р.Е. Морозова. - №277933/23-05; заявл. 14.06.79; опубл. 23.06.81, Бюл. №23.
10. Шом М., Моисеева В.Г., Таран А.А. Факторы, влияющие на процесс гидролиза, выход и качество пектина // Пищевая технология. 1982. №4. С. 122-124.

УДК 665.1.09

**РЕАКЦИЯ ПЕРЕЭТЕРИФИКАЦИИ АЦИЛЬНЫХ РАДИКАЛОВ
КАК МЕТОД СОЗДАНИЯ ЖИРОВ С ЗАРАНЕЕ ЗАДААННЫМИ
СВОЙСТВАМИ НА ПРИМЕРЕ РАЗРАБОТКИ ЖИРА
ДЛЯ ВАФЕЛЬНЫХ НАЧИНОК**

В.В. Бессольцев

Магистрант гр. БПм-22-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664070, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: vitaly16@yandex.ru

О.В. Куприна

К.х.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский

технический университет

664070, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: rudra@mail.ru

АННОТАЦИЯ: Проведено исследование переэтерификации смесей соевого масла, глубоко гидрированного соевого масла и кокосового масла. Для полученных пержиров определяли ТТГ (содержание твёрдых триацилглицеридов при разных температурах), температуру плавления и твёрдость по Каминскому. Показано, что один из полученных пержиров обладает всеми необходимыми свойствами для использования его в качестве жира для вафельных начинок.

Ключевые слова: переэтерификация, соевое масло, жир для вафельных начинок

CREATION OF FAT FOR WAFFLE FILLINGS USING THE REACTION OF INTERESTERIFICATION OF ACYL RADICALS

V.V. Bessoltsev

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: The interesterification of blending mixtures of soybean oil, highly hydrogenated soybean oil and coconut oil was investigated. The following characteristics were determined for the obtained fats: solid fat content (SFC), melting point and hardness according to Kaminsky. It was shown that one of the obtained fats has all the necessary properties to be used as a fat for waffle fillings.

Keywords: interesterification, soybean oil, fat for waffle fillings

До недавнего времени маргарины и жиры специального назначения производились из жировой основы (саломаса), полученной по технологии частичного гидрирования жидких растительных масел. Такие жиры обладают хорошими вкусовыми качествами и необходимыми физико-химическими характеристиками, но содержат большое количество транс-жиров (до 40%). В 2018 на территории России введены Регламенты

Таможенного Союза ТР ТС 024/2011 «Технический регламент на масложировую продукцию» и ТР ТС 021/2011 «Технический регламент о безопасности продукции», в соответствии с которыми законодательно принято ограничение по содержанию трансизомеров жирных кислот в продукции не более 2%. Это вызвало кардинальную перестройку технологии получения масложировой продукции.

В настоящее время все технологии получения жиров и маргаринов с содержанием транс-жиров не более 2% можно подразделить на две группы:

1. С преимущественным использованием тропических масел и их фракций.

2. С преимущественным использованием жидких масел, произведённых из культур, культивируемых на территории России (соя, подсолнечник). По этой технологии жидкое масло подвергается глубокому гидрированию до полного насыщения водородом двойных связей в углеводородном скелете жирных кислот. Полученный твёрдый продукт (стеарин) переэтерифицируют с жидким маслом для получения молекул триацилглицеридов с равномерным распределением насыщенных и ненасыщенных остатков жирных кислот [1]. Переэтерификацией соевого стеарина занимались преимущественно зарубежные исследователи [2]

Иркутский масложиркомбинат (ИМЖК) использует вторую технологию и стремится выпускать качественную продукцию из собственного масличного сырья, выращенного на полях Сибири и Дальнего Востока с минимальным содержанием тропических масел.

Цель данного исследования - создать специализированный жир для вафельных начинок с максимальным использованием соевого масла собственного производства, без пальмового масла и его фракций.

За стандарт по физико-химическим характеристикам принят «Жир специального назначения «СолПро» кондитерский для начинок 951, спецификация №33951 ТФ», производства «Русагро», произведённый из пальмового масла, его фракций и пальмоядрового масла.

Материалы и методы – соевое масло жидкое, соевое масло полностью гидрированное (стеарин) и кокосовое масло.

Переэтерификация смеси масел проводилась по разработанному нами методу в вакуумном дистилляторе ВУСНІ. Массовая доля твёрдых триацилглицеридов (ТТГ) при разных температурах определялась на ЯМР-анализаторе «ХРОМАТЭК-ПРОТОН 20М» по [3]. Температуру плавления, температуру застывания и твёрдость по Каминскому определяли в соответствии с [4].

Результаты. В таблице 1 представлены физико-химические характеристики синтезированных в лаборатории пержиров в сравнении с жиром СолПро 3951

Таблица 1

Название №	Состав пержира	ТТГ %					t C ⁰ плавл	Твёрд г/см
		10	15	20	30	35		
СолПро	-	52-60	42-47	30-36	11-17	5-10	36-39	-
Образец 1	35ст/18к/47с	48,4	40,4	29,3	12,0	7,5	39,0	326
Образец 2	35ст/20к/45с	54,4	45,3	34,1	15,9	11,5	40,0	326
Образец 3	35ст/25к/40с	57,1	46,1	34,9	15,8	9,9	38,0	422
Образец 4	35ст/30к/35с	51,4	42,4	30,2	13,4	7,4	37,5	299
Образец 5	40ст/25к/35с	65,2	54,2	42,6	16,5	12,0	41	458

Примечания: ст – стеарин соевый; к – кокосовое масло; с – соевое масло

Как видно из таблицы 1, лабораторный жир образец №3, полученный в результате переэтерификации смеси, состоящей из 35% соевого стеарина, 25% кокосового масла и 40% соевого масла, полностью соответствует характеристикам жира для вафельных начинок СолПро 3951. Данный жир можно рекомендовать для производства.

Библиографический список:

1. Ивашина О.В., Терещук Л.В. и др. Переэтерификация как альтернативный способ модификации жиров, свободных от трансизомеров // Техника и технология пищевых производств. 2015. Т.38. №3. С. 18-23.

2. Farmani J., Safari M., Hamed M. Trans-free fats through interesterification of canola oil/palm olein or fully hydrogenated soybean oil blends // Eur. J. Lipid Sci. Technol. 2009. 111. P.1212-1220.

3. ГОСТ 31757-2012 Масла растительные, жиры животные и продукты их переработки. Определение содержания твердого жира методом импульсного ядерно-магнитного резонанса.

4. ГОСТ 32189-2013 Маргарины, жиры для кулинарии, кондитерской, хлебопекарной и молочной промышленности. Правила приёмки и методы контроля.

УДК 664.66.016

ОСНОВНЫЕ НЕСООТВЕТСТВИЯ ПИЩЕВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, ВЫЯВЛЯЕМЫЕ НА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ

Е. А. Полонникова

Магистрант группы БПм-22

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: e.polonnikova@yandex.ru

АННОТАЦИЯ: В статье исследуются наиболее распространенные нарушения, выявляемые при проведении аудитов на производстве

хлебобулочных изделий. Рассматривается широкий спектр проблем, связанных с отсутствием контроля качества сырья, недостаточным соблюдением технологического процесса, нарушениями санитарных условий и недостаточной проработкой системы HACCP.

Ключевые слова: хлебобулочное производство, качество, аудит, пищевая безопасность, HACCP.

MAJOR FOOD SAFETY NONCONFORMITIES, DETECTED IN BAKERIES

E.A.Polonnikova

Master's student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: e.polonnikova@yandex.ru

ABSTRACT: The article examines the most common violations detected during audits in the production of bakery products. A wide range of problems related to the lack of quality control of raw materials, insufficient compliance with the technological process, violations of sanitary conditions and insufficient elaboration of the HACCP system are considered.

Keywords: bakery production, quality, audit, food safety, HACCP.

Пищевая промышленность – одна из самых ответственных отраслей экономики страны. Как и в любой другой отрасли производства, важно следить за качеством продукции и процесса её производства. Продовольственная безопасность страны является важной составляющей пищевой безопасности. Повышение качества производимой пищевой продукции является ключевым условием её конкурентоспособности на рынке.

В соответствии с международными и национальными стандартами [1], под качеством пищевых продуктов понимается качество пищевых продуктов - совокупность характеристик безопасных пищевых продуктов, отвечающих требованиям, установленным в соответствии с законодательством Российской Федерации, условиям договора, образцу, документам по стандартизации, технической документации, определяющим их потребительские свойства, пищевую ценность, аутентичность, сортность (калибр, категорию и иное), и удовлетворяющих физиологические потребности человека. Основным инструментом определения способности производителя поставлять безопасную пищевую продукцию стабильного качества, соответствующую установленным нормативным требованиям [2], [3] является внедрение системы пищевой безопасности, основанной на принципах HACCP. Данное требование является обязательным для всех производителей пищевой продукции [2].

Одним из требований ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» является разработка и внедрение 12 программ предварительных мероприятий для создания предупреждающих действий по воздействию опасных факторов на безопасность пищевой продукции.

Одним из методов верификации работоспособности системы НАССР является аудит производства, который должен проводиться как внутренними силами организации (аудит первой стороны), так и внешними сторонами, в качестве которых могут выступать как органы по сертификации (аудит третьей стороны), так и покупатели пищевой продукции данного производителя (аудит второй стороны). Основная направленность аудита: выявление соответствий нормативной документации, стандартам, и выработка рекомендаций по улучшению работы системы. В частности, это относится к производству хлебобулочных изделий, которые составляют значительную часть ежедневного рациона, и являются важным источником питания многих людей.

За период с 2020 по 2023 гг. автором было проведено 22 аудита хлебобулочных производств. Вид аудита – аудит второй стороны [4]. Проводилась оценка как крупных хлебозаводов, так и небольших пекарен.

В ходе аудитов проводилась проверка соответствия производственных процессов, санитарного состояния, документации обязательным требованиям [2],[3]. Выявлено, что более 90% требований выполняют только крупные хлебозаводы, имеющие многолетний опыт работы на рынке. Таких предприятий было проверено 4. Остальные компании – представители малого бизнеса. Половина из них в состоянии исполнить 50-60% требований. Микропредприятия (как правило, это пекарни в небольших населенных пунктах), выполняют только 20-30% установленных требований.

Целью данного исследования является определение направлений совершенствования, связанных с созданием безопасного производства на малых предприятиях - изготовителях хлебобулочной продукции. Объект исследования – производственный процесс, связанный с изготовлением хлебобулочных изделий. Предмет исследования – несоответствия, выявляемые при проведении аудитов малых предприятий.

Проведение аудита включало в себя основные 7 направлений, связанных с соответствием контроля качества системы НАССР, инфраструктуры, производственных процессов, транспортировкой и хранением, техническим обслуживанием, санитарным состоянием и личной гигиеной сотрудников. Как правило, производственный процесс на малых предприятиях обеспечен современным оборудованием, позволяющим выпекать хлебобулочную продукцию в соответствии с

требованиями местного потребителя с достаточно приемлемой ценовой политикой.

Тем не менее, в ходе аудитов выявляются определенные несоответствия требованиям пищевой безопасности, в том числе:

1. Контроль качества и система НАССР

- не внедрены принципы системы НАССР, либо внедрены формально: некачественно проведен анализ опасностей, неверно определены контрольно-критические точки;

- производственные процессы не описаны, отсутствуют поточные диаграммы;

- не разработана программа обязательных предварительных мероприятий [5];

- отсутствует программа управления аллергенами, аллергены не заявлены на этикетке;

- сотрудники демонстрируют некомпетентность в области качества и пищевой безопасности;

- не ведется работа с рекламациями покупателей;

- не проводятся внутренние аудиты производства;

- отсутствует система прослеживаемости;

- отсутствуют процедуры по управлению несоответствующей продукцией, по изъятию и отзыву продукции;

2. Инфраструктура

- на плане производства пересекаются внутренние и внешние потоки персонала, отходов, сырья, готовой продукции, чистой и грязной тары;

- стены, пол, потолки имеют повреждения, сколы, их материал отделки не позволяет провести полноценную мойку и дезинфекцию;

- на окнах отсутствуют сетки от насекомых;

- недостаточная вентиляция в зоне выпечки хлебобулочных изделий;

- выход из туалета в производственную зону;

3. Производство

- не разработаны спецификации для всего сырья, ингредиентов, упаковочных материалов;

- не ведутся записи по входному контролю;

- не ведутся записи по мониторингу процессов и параметров рабочей окружающей среды (температура, время, давление, химические);

- не ведется просеивание муки, либо при просеивании не ведется контроль ферро примесей;

- в цехе используются предметы из дерева, стекла, хрупкого пластика;

- не проводятся органолептические тесты готовой продукции;

- не маркируются производственные полуфабрикаты;

- не ведется контроль соответствия массы нетто готовой продукции;

- отсутствует программа производственного контроля [6];

4. Транспортировка и хранение

- ненадлежащее хранение сырья: на полу, загромождение при хранении, нарушение товарного соседства;
- не разделено хранение аллерген содержащего сырья;
- не разделены зоны хранения сырья, незавершенной и готовой продукции;
- не ведется мониторинг температуры и относительной влажности в зонах хранения;
- хранится сырье без маркировки либо с истекшим сроком годности;
- не выделена зона брака;
- не соблюдается ротация;
- не проводится дезинфекция автотранспорта;
- несоответствующие условия транспортировки;

5. Техническое обслуживание

- не разработана программа технического обслуживания, включающая график профилактического осмотра;
- не ведется журнал технического обслуживания и ремонта оборудования;
- не проводится обслуживание и дезинфекция вентиляции [7];
- смазочные материалы, используемые для обслуживания и ремонта оборудования, не пригодны для использования в пищевом производстве;
- не проводится поверка и калибровка измерительного оборудования;

6. Санитарное состояние

- отсутствует программа по проведению уборки, мойки и дезинфекции всех производственных помещений, технологического оборудования и инвентаря;
- для мойки производственных помещений и оборудования используется бытовая химия;
- концентрированные дезинфицирующие средства хранятся и разводятся «на глаз» в производственных помещениях;
- не ведутся журналы/графики уборки помещений;
- уборочный инвентарь не маркирован;
- для мойки инвентаря используются поролоновые и железные губки, непрофессиональные щетки, не подшитая ветошь;
- отсутствует программа по борьбе с вредителями;
- отравы для грызунов рассыпаны в цехе и на складе в подложке или на листе бумаги, отсутствуют ловушки для грызунов и насекомых закрытого типа;
- в стенах и перекрытиях имеются отверстия и полости, в которых живут насекомые;
- инсектицидные лампы отсутствуют либо неправильно размещены;

- контейнеры для отходов не маркированы, не имеют крышек, не проводится их мойка и дезинфекция;

7. Личная гигиена

- не документированы требования к личной гигиене сотрудников и посетителей;

- не соблюдаются общепринятые требования к личной гигиене: спецодежда сотрудников не закрывают волосы, руки, бороду, усы, сотрудники носят украшения, имеют наращённые ногти или ресницы, а их санитарная одежда имеет пуговицы [8];

- на многих предприятиях не организована стирка санитарной одежды – сотрудники делают это дома, при этом верификация качества стирки не проводится;

- отсутствует сан.пропускник, сотрудники выходят на улицу курить в санитарной одежде, в ней же посещают туалет и принимают пищу;

- не ведется гигиенический журнал [3].

В качестве основных причин выявленных несоответствий производители называют:

- низкую рентабельность производства, в связи с чем отсутствие денежных средств на внедрение улучшений;

- тесноту производственных помещений;

- нехватку времени, на внедрение системы НАССР;

Кроме того, представители микропредприятий демонстрируют низкую компетентность в сфере качества и пищевой безопасности, неверно оценивают риски, полагаются на авось.

В качестве решения данной проблемы совместно с центром «Мой бизнес» предлагается:

1) Разработка и проведение онлайн обучения представителей малого бизнеса, работающих в сфере хлебобулочного производства. На сегодняшний день все курсы повышения квалификации проводят обучение «универсальных» специалистов, в связи с чем сложны для понимания. Ориентация конкретно на хлебобулочное направление может помочь более детально разработать и внедрить программы предварительных мероприятий, разобрать методику анализа рисков, конкретные возникающие риски на всех этапах производства, определение контрольно-критических точек, систему их мониторинга, разработку корректирующих мероприятий, а также методов верификации системы контроля качества и пищевой безопасности.

2) Организация работы консультанта непосредственно на рабочих местах.

3) Разработка и проведения технологического обучения для сотрудников хлебобулочных производств.

4) Применение наработанных лучших практик для использования на аналогичных предприятиях.

5) Сбор обратной связи от представителей производств о необходимых для них знаниях и компетенциях.

Таким образом, внедрение систем менеджмента пищевой безопасности [9] на предприятиях пищевой промышленности объективно необходимо. Проведенный анализ позволил понять, насколько важно проводить систематический аудит производства. В результате можно сделать вывод, что проведение аудитов производства хлебобулочных изделий является необходимой процедурой, помогающей выявить и устранить несоответствия, повысить качество и безопасность пищевой продукции, улучшить производственный процесс. Поэтому необходимо придерживаться самых высоких стандартов качества в каждой сфере нашей жизни, особенно касаясь пищевой продукции.

Библиографический список:

1. ФЗ от 02.01.2000 г №29-ФЗ «О качестве и безопасности пищевых продуктов» (в редакции, действующей с 1 января 2022 г).

2. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» (с изменениями на 14 июля 2021 года).

3. СанПиН 2.3/2.4.3590-20 "Санитарно-эпидемиологические требования к организации общественного питания населения".

4. ГОСТ Р 59564-2021 Торговля. Руководство по аудиту условий производства пищевой продукции в рамках системы менеджмента пищевой безопасности.

5. ГОСТ Р 54762-2011/ISO/TS 22002-1:2009 Программы предварительных требований по безопасности пищевой продукции.

6. СП 1.1.1058-01 Организация и проведение производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий.

7. СанПиН 3.3686-21 "Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней".

8. МР 2.3.6.0233-21 Методические рекомендации к организации общественного питания населения.

9. ГОСТ Р ИСО 22000-2019 Системы менеджмента безопасности пищевой продукции. Требования к организациям, участвующим в цепи создания пищевой продукции.

СЕКЦИЯ 4. ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ И БИОТЕХНОЛОГИЯ

УДК 579.695; 546.85; 502.55; 661.63

ШТАММЫ *ASPERGILLUS NIGER* – ЭФФЕКТИВНЫЕ БИОДЕСТРУКТОРЫ

А.З. Миндубаев

кандидат химических наук, магистрант КНИТУ,
г. Казань,
e-mail: a.mindubaev@knc.ru; mindubaev-az@yandex.ru.

Э.В. Бабынин

кандидат биологических наук,
доцент Татарского НИИАХП ФИЦ КазНЦ РАН
e-mail: edward.b67@mail.ru

АННОТАЦИЯ: Известна способность микроорганизмов к существованию в самых неблагоприятных для жизни условиях. Нами выделен штамм гриба черного аспергилла, выживающий в присутствии элементарного фосфора, белого и красного. Способность к выживанию дополняется способностью превращать эти ядовитые соединения в ценный компонент питания – соли фосфорной кислоты.

Ключевые слова: *Aspergillus niger*, биодegradация, токсичные соединения фосфора.

***ASPERGILLUS NIGER* STRAINS ARE EFFECTIVE BIODEGRADERS**

A.Z. Mindubaev

Ph.D. in Chemistry, master of KNRTU, Kazan,
e-mail: a.mindubaev@knc.ru; mindubaev-az@yandex.ru

E.V. Babynin

Ph.D. in Biology, associate professor,
Tatar Research Institute of Agricultural Chemistry and Soil Science –
Subdivision of the Federal Research Center
Kazan Scientific Center of Russian Academy of Sciences
e-mail: edward.b67@mail.ru

Annotation: The ability of microorganisms to exist in the most adverse conditions for life is known. We have isolated a strain of the black aspergill fungus that survives in the presence of elemental phosphorus, white, and red. The ability to survive is complemented by the ability to convert these poisonous compounds into a valuable food component - phosphoric acid salts.

Key words: *Aspergillus niger*, biodegradation, toxic phosphorus compounds.

Биодеградация является важным методом переработки промышленных отходов. Населяющие Землю микроорганизмы приспособляются к самым неблагоприятным условиям существования и являются своего рода «иммунной системой» биосферы, способной перерабатывать в биогенные элементы рукотворные вещества практически любого химического строения и класса опасности.

Наш коллектив занимается исследованием биодеградации уже четырнадцать лет. Из них более восьми мы изучаем интересный штамм гриба черного аспергилла *Aspergillus niger* AM1, выделенный в октябре 2014 года из уникального источника – емкости с кусковым белым фосфором, заполненной водой. Споры гриба выжили в этих уникальных условиях! И, более того, аспергилл оказался способен обезвреживать белый фосфор.

Известно, что практически во все среды, используемые для культивирования микроорганизмов, вносят растворимые фосфаты натрия или калия. Фосфор является биогенным элементом и необходим для роста абсолютно всех форм жизни. Выделенный нами гриб растет в культуральной среде, содержащей белый фосфор в качестве единственного источника фосфора (рис. 1). То есть, окисляет белый фосфор до фосфата и включает его в состав растущей биомассы. Биодеградацию белого фосфора – крайне токсичного и опасного в обращении вещества, относящегося к первому классу опасности и применяемого в военных целях, наш коллектив наблюдал впервые в мире [1]. Аналогичных работ в статьях и патентах на русском и на английском языках мы не нашли.

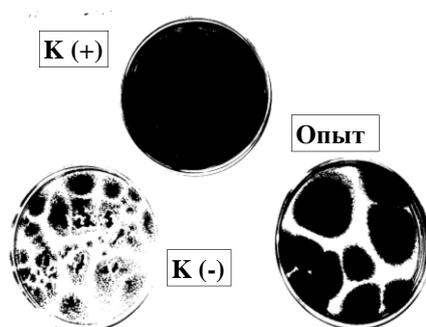


Рисунок 1. Рост грибов *A. niger* в культуральной среде, содержащей белый фосфор в качестве единственного источника фосфора. К(+) – среда с фосфатом; К(-) – среда без источника фосфора; опыт – среда с 0.05% белого фосфора. Следует обратить внимание на то, что в присутствии белого фосфора аспергилл растет заметно лучше, чем в среде без источников фосфора.

Дальнейшие наши исследования показали, что необычный аспергилл способен обезвреживать красный фосфор – другую аллотропную модификацию этого элемента, более стабильную, чем белый фосфор[2].

Разумеется, мы стали расширять поиск веществ, разлагаемых *A. niger* AM1. Начали с веществ, содержащих фосфор. Выяснили, что он растет в средах, содержащих фосфонаты (в том числе гербицид глифосат), дитиофосфаты, фосфорамиды, фосфорномолибденовую и фосфорновольфрамную кислоты. Кроме того, штамм оказался солюбилизатором фосфата – он хорошо растет в средах с нерастворимым в воде ортофосфатом кальция [3].

Филогенетическое дерево штамма, построенное по базе нуклеотидных последовательностей NCBI показало, что ближайшими родственниками AM1 являются два штамма *Aspergillus niger* из Китая (обнаружены недалеко от Нанкина), которые также солюбилизируют нерастворимые фосфатные минералы. В целом, кластер штаммов, к которому относится наш штамм, распространен в Юго-Восточной Азии и Индостане. Вероятно, белый фосфор, с которым мы работаем, был произведен в Китае, и вместе с ним к нам был завезен китайский штамм гриба [1].

Исследования показали, что белый фосфор оказывает заметное воздействие на белковый профиль и морфологию нашего штамма. Включаются защитные механизмы – утолщение и изменение структуры клеточной стенки, рост числа и размера митохондрий, появление новых белков в протеоме. Интересно, что в декабре 2016 года мы получили дочерний штамм гриба *A. niger* AM2, еще более адаптированный к росту в среде с белым фосфором. Утолщенная клеточная стенка и увеличенные митохондрии у него наблюдаются и в контроле, в отсутствии этого токсичного вещества. Показана четкая разница лектиновой активности двух штаммов. У AM2 сильная активность, как внеклеточная, так и внутриклеточная. У AM1 она слабая, в серии разведений проявляется только в первой лунке [4].

В настоящее время мы исследуем биodeградацию при помощи AM1 и AM2 веществ, не содержащих фосфор – нефтей и нефтепродуктов, древесины и продуктов ее переработки [5, 6]. Также, планируем изучать переработку полимерных материалов данными штаммами, извлечение редких элементов из минералов.

Библиографический список:

1. Миндубаев А.З., Бабынин Э.В. *Aspergillus niger* AM1 – микроорганизм, приспособленный к дефициту фосфора // Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Актуальные проблемы химии, биотехнологии и сферы услуг». – Иркутск, 28-30 апреля 2022 г. - С.115-118.
2. 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. DOI: 10.31857/S0044457X21080158

3. Миндубаев А.З., Бабынин Э.В., Ахмедова Г.Р. Токсичность потенциальных инсектицида и фунгицида для *Aspergillus niger* AM1, и способность данного штамма к солюбилизации фосфата // Южно-Сибирский научный вестник. – 2022. – № 4(44). – С. 38-44. DOI: 10.25699/SSSB.2022.44.4.014

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

5. Миндубаев А.З., Бабынин Э.В., Минзанова С.Т., Миронова Л.Г. Способ детоксикации нефти с применением штамма *Aspergillus niger* AM1BKM F-4815D // Патент РФ № 2791735 от 13.03.2023. Бюлл. изобр. № 8. Положительное решение о выдаче патента на изобретение от 15 февраля 2023 г. Заявка 2022122807/10(048738). Дата приоритета 24.08.2022.

6. Миндубаев А.З., Бабынин Э.В., Тимофеева С.С., Камалов Р.Ф., Антех Д.Д. Биодegradация лигнинсульфоната при помощи *Aspergillus niger* AM1 // Бутлеровские сообщения. 2023. Т. 73. №2. С. 83-91. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/23-73-2-83

УДК 544.723.23

ОСОБЕННОСТИ СОРБЦИОННОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИОНОВ ЛИТИЯ ИЗ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ РАСТВОРОВ

Е.В. Зелинская

д.т.н., профессор

Иркутский национальный

исследовательский технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: zelinskaelena@mail.ru

Е.Г. Филатова

к.т.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский

технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: efila@list.ru

Е.И. Каненкин

аспирант

Иркутский национальный исследовательский

технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: kanenkinEvgeniu@mail.ru

Л.М. Монхорова
магистрант гр. ФХМ-22-1
Иркутский национальный
исследовательский технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83
e-mail: lubamon071299@gmail.com

А.Р. Петрова
магистрант гр. ФХМ-22-1
Иркутский национальный исследовательский
технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83
e-mail: arpetrova@inbox.ru

АННОТАЦИЯ: В работе проведены экспериментальные исследования цикла сорбция-десорбция ионов Li^+ в статическом режиме. В качестве объекта исследования использовали природные рассолы, содержащие до 140 мг/л вышеуказанных ионов. Подщелачивание исходного рассола (рН = 4,2–4,5) 0,1 М раствором NaOH приводит к повышению эффективности извлечения ионов Li^+ при рН=7 на 60 %; в опыте с предварительной промывкой сорбента при рН=6 извлечение ионов увеличивается на 90 %.

Ключевые слова: адсорбция, природные рассолы, ионы лития.

FEATURES OF SORPTION EXTRACTION OF IONS LITHIUM FROM CONCENTRATED SOLUTIONS

E.V. Zelinskaya
Professor
Irkutsk National Research Technical University
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83
e-mail: zelinskaelena@mail.ru

E.G. Filatova
Assistant professor
Irkutsk National Research Technical University
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83
e-mail: efila@list.ru

E. I. Kanenkin
Postgraduate student
Irkutsk National Research Technical University
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83
e-mail: kanenkinEvgeniu@mail.ru

L.M. Monkhoroeva
Student
Irkutsk National Research Technical University
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83
e-mail: lubamon071299@gmail.com

A.R. Petrova

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: arpetrova@inbox.ru

Annotation: Experimental studies of the sorption-desorption cycle of Li^+ ions in static mode have been carried out. Natural brines containing up to 140 mg/l of the above ions were used as the object of the study. Alkalization of the initial brine (pH = 4.2–4.5) with 0.1 M NaOH solution leads to an increase in the effectiveness of the treatment of Li^+ ions at pH = 7 by 60%; in the experiment with pre-washing of the sorbent at pH = 6, the cure of ions increases by 90%.

Key words: adsorption, natural brines, lithium ions.

Согласно прогнозам ведущих зарубежных компаний в ближайшие десять лет произойдет увеличение глобального спроса на литий до 1,0–1,2 миллиона тонн карбоната лития в год [1]. Для обеспечения потребителей этим объемом продукции в добычу литиевого сырья необходимо инвестировать в краткосрочное время 16–20 миллиардов долларов.

По оценке Счетной палаты Россия импортирует более трети стратегических видов минерального сырья. Так, например, потребности российского рынка в титане, хrome и литии за последние годы обеспечивались за счет импорта, а 70,7 % лития – за счет ввоза из Чили. В настоящее время добыча лития в промышленных масштабах в России не ведется. На внутреннем рынке осуществляется лишь переработка импортного сырья, которое идет из Чили (50%), Аргентины, Китая. Единственным производителем литиевых продуктов в России является ОАО «ТВЭЛ» ГК «Росатом». Соли лития, гидроксид лития и металлический литий выпускают дочерними предприятиями ОАО «Химико-металлургический завод» (г. Красноярск) и ОАО «Новосибирский завод химконцентратов» (г. Новосибирск).

Между тем недра Иркутской области являются источником гидроминеральных ресурсов – природных рассолов, содержащих значительное количество ионов лития, рубидия, стронция и других ценных компонентов, необходимых для стратегического планирования и развития промышленности страны в целом [2].

В качестве объекта исследования использовали природные рассолы, содержащие в среднем 130–140 мг/дм³ ионов Li^+ . Проведены экспериментальные исследования цикла сорбция-десорбция ионов Li^+ в статическом режиме. В качестве сорбента использовали сорбент типа ДГАЛ-С1. Принцип действия таких сорбентов основан на дефиците лития в их составе.

Опыты по сорбции ионов Li^+ проводили без промывки и с предварительной промывкой сорбента дистиллированной водой. Соотношение жидкой фазы (рассола) к твердой (навески сорбента) Ж/Т составляло 100/1. Время перемешивания – 3,5 часа, температура – 22 °С.

Предварительно проводили подготовку проб рассола для извлечения ионов Li^+ . Это проведение операции фильтрации с целью удаления механических примесей, а также обезжелезивания рассола. Известно, что ионный радиус Li^+ равен 0,76 нм, а ионов Fe^{2+} , содержащихся в рассоле, – 0,78 нм [3]. Данный факт препятствует эффективному извлечению ионов Li^+ . Поэтому железо необходимо удалять на стадии водоподготовки.

Известно, что на сорбционное извлечение различных ионов оказывают влияние, такие факторы процесса как рН, доза сорбента, начальная концентрация ионов, время контакта фаз, температуры и влияния сосуществующих ионов на эффективность процесса извлечения [4].

Установлено, что подщелачивание исходного рассола (рН = 4,2–4,5) 0,1 М раствором NaOH приводит к повышению эффективности извлечения при рН=7 на 60 %; в опыте с предварительной промывкой сорбента при рН=6 извлечение ионов Li^+ увеличивается на 90 %.

Сорбционные технологии рентабельны лишь при условии многократного использования сорбента. По предварительной оценке, степень извлечения ионов из сорбента составила около 100 %. Опыты по десорбции ионов Li^+ проводили дистиллированной водой при нагреве до 40 градусов. Отработанные сорбенты массой 2 г перемешивали 3,5 часа. Соотношение жидкой фазы (дистиллированной воды) к твердой (навески сорбента) Ж/Т составляло 100/1. Концентрация ионов Li^+ после десорбции дистиллированной водой составила 34,23 мг/л. Максимальная сорбционная емкость сорбента составила при этом 3,42 мг/г, что согласуется с цифрами, заявленными производителем сорбента.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках Государственного задания ВУЗам (FZZS-2022-0004).

Библиографический список:

1. Milyutin, V. V.; Nekrasova, N. A.; Rudskikh, V. V. and al. Preparation of High-Purity Lithium Carbonate Using Complexing Ion-Exchange Resins // Russian journal of applied chemistry. 2020. I. 93. P. 549-553.
2. Zelinskaya E.V. Industrial waters as a perspective source of hydromineral raw materials // IMPC 2018 - 29th International Mineral Processing Congress 29. 2019. С. 3003-3011.
3. Moorthy M. S., Park S. S., Mathew A. and al. Amidoxime Functionalized SBA-15 for Selective Adsorption of Li^+ ions // Science of advanced materials. 2014. I. 6, V. 7. P. 1611-1617.

4. Lemaire J., Svecova L., Lagallarde F. and al. Lithium recovery from aqueous solution by sorption/desorption // Hydrometallurgy. 2014. I.143. P. 1-11.

УДК: 504.06

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ПОДХОДОВ К ВОВЛЕЧЕНИЮ ОТХОДОВ В ПЕРЕРАБОТКУ

А. Н. Петрова

Магистрант, специальность «Физическая химия»
Иркутский национальный исследовательский
технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83
e-mail: arinaartem72@mail.ru

Л.А. Бегунова

к.т.н., доцент
Иркутский национальный исследовательский
технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83
e-mail: lbegunova@mail.ru

АННОТАЦИЯ: На фоне растущего дефицита природных ресурсов и изменения климата возникает все более острая необходимость охраны окружающей среды. Для постоянно растущего числа людей на Земле становится сложнее обеспечить население достаточным количеством питьевой воды, сохранить плодородные почвы и чистый воздух, в связи с этим наблюдается ужесточение требований к эффективному и устойчивому менеджменту отходов. Это условие касается всех стран в одинаковой степени, независимо от уровня их развития. Поэтому в настоящее время перед большим числом стран стоит задача осуществления процесса постепенной трансформации от простого складирования отходов к менеджменту отходов.

Ключевые слова: экологический менеджмент, мониторинг, загрязнение среды.

DETERMINATION OF PROMISING APPROACHES TO THE INVOLVEMENT OF WASTE IN RECYCLING

A. N. Petrova

Master degree student in Physical chemistry
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: Against the backdrop of a growing scarcity of natural resources and climate change, there is an increasingly urgent need to protect the environment. For the ever-increasing number of people on Earth, it is becoming more difficult to provide the population with enough drinking water, maintain fertile soils and clean air, and in this regard, there is a tightening of requirements for efficient and sustainable waste management. This condition applies to all countries equally, regardless of their level of development. Therefore, at present, many countries are faced with the task of implementing a process of gradual transformation from simple waste storage to waste management.

Keywords: waste management, monitoring, environmental pollution.

Неизбежным элементом современного жизнеустройства и хозяйственной деятельности является образование отходов, в том числе и весьма опасных и токсичных. Для обеспечения качества жизни и экологического равновесия необходимо, с одной стороны, заниматься этими отходами, использовать их в целях сохранения ресурсов, а в тех случаях, когда это невозможно – обеспечивать их как можно более безвредное захоронение. С другой стороны, необходимо также сокращать образование отходов. Особый вызов заключается в сочетании охраны окружающей среды с сохранением экономического потенциала при устойчивом развитии. В вопросах охраны окружающей среды и стремления к устойчивому развитию Европейский Союз занимает важную в глобальном масштабе позицию, стараясь быть первопроходцем, примером для других стран во многих областях. В Европейских странах этот процесс идёт с восьмидесятых годов, в России это направление только набирает обороты. При этом он делает ставку не на политику запретов, а пытается установить экологическую политику, подразумевающую тесную связку экономической, индустриальной, социальной политики [1, 2].

Разработка и применение руководящих принципов для политических и практических действий является важным процессом, создающим также основы для совершенствования законодательства. В сфере менеджмента ресурсов и отходов указанный процесс находит свое выражение в разработке планов экологических действий, инициатив и стратегий.

Разработанная стратегия должна быть направлена на уменьшение загрязнения окружающей среды отходами по всему жизненному циклу продукции от изготовления до рециклинга и устранения [3]. Согласно

этой концепции, отходы можно рассматривать не только как причину загрязнения окружающей среды, которые необходимо уменьшить, но и как потенциально перерабатываемые ресурсы. Управление отходами становится управлением материальными потоками и циклическим хозяйством целью которого является бережное обращение с ресурсами, ориентированное на материальные потоки. На этом фоне захоронение отходов на полигонах не может считаться приемлемым.

Согласно принципу виновника тот, кто своими действиями вызывает опасности для окружающей среды, обязан нести расходы за меры по охране окружающей среды от этих опасностей и по устранению последствий. От виновника может даже потребоваться осуществление инвестиций для соблюдения более жестких норм. На него может быть возложено также обязательство по обратному приему определенных продуктов после их употребления, их утилизации или захоронения. Другая возможность заключается в применении особого режима налогообложения в отношении производств, отличающихся большим потреблением ресурсов, а также предприятий или потребителей, применяющих вредную для экологии продукцию. Ответственность за продукцию и ответственность изготовителя являются элементами принципа виновника [4,5]. Вслед за предотвращением образования отходов как первейшего принципа бережного обращения с ресурсами и уменьшения загрязнений окружающей среды на втором месте среди вариантов устойчивого управления отходами находится подготовка к вторичному использованию. Продукты или изделия, которые стали отходами должны направляться на подготовительный промежуточный этап для повторного использования. Ещё один подход основан на утилизации отходов за счет переработки ценных веществ, содержащихся в отходах и их возвращении в производственный цикл. При этом важное значение имеет разделение определенных видов отходов еще на месте их образования или в ходе их приема и сбора. Таким образом необходимо:

- ▶ предотвращать образование отходов, в частности, за счет уменьшения их количества и вредности;
- ▶ подготавливать к повторному использованию;
- ▶ перерабатывать;
- ▶ подвергать другой переработке, например для получения энергии;
- ▶ оставшиеся потоки отходов (хвосты) должны устраняться с минимальным ущербом для окружающей среды и общества.

Библиографический список:

. Карлушина Н.В. и др. Комплексная оценка воздействия полигона твердых бытовых отходов г. Иркутска на компоненты окружающей среды.

// Инженерная геология. 2014 г. № 2. С.54-62.

2. Zilenina, V.G. Problem of heavy metal pollution of environmental media / V.G. Zilenina, O.V. Ulanova, L.A. Begunova. DOI 10.1088/1755-1315/87/4/042028. Text : electronic // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2017. № 87(2017)042028.

3.Zilenina V G, Ulanova O V and Dornak K 2016 Applied ecology. Urban development. PNRPU Bulletin 3 20-38.

4.Пахомова Н.В., Рихтер К.К., Малышков Г.Б. Экономика природопользования и экологический менеджмент. М.: Издательство Юрайт, 2023. 417 с.

5.Буфетова М.В. Управление природоохранной деятельностью в Российской Федерации. М.: Научный консультант, 2017. 234 с.

УДК 579.66

ВЛИЯНИЕ КОМПОНЕНТОВ ПРОТАТРАНОВ НА ДРОЖЖИ *CANDIDA ETHANOLICA*

А.С. Кирюхина

Аспирант гр. аБТ-20-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: alexandra.kirukhina@yandex.ru

Т.С. Лозовая

К.б.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: tnike75@mail.ru

С.Н. Адамович

Д.х.н., в.н.с.

Институт химии им. А.Е. Фаворского
Сибирского отделения РАН

664033, г. Иркутск, ул. Фаворского, 1

e-mail: mir@irioch.irk.ru

АННОТАЦИЯ: Было изучено влияние анионной и катионной частей протатранов (биологически активных соединений) на клетки дрожжей *Candida ethanolica*. Выявлено, что амплитуда колебаний при синтезе метаболитов, вызываемая компонентами протатранов, значительно выше таковой у комплекса. Следовательно, они могут быть причиной скачкообразной динамики при образовании дрожжами биомассы, белка, углеводов, протеаз и липаз.

Ключевые слова: протоновые кислоты, триэтаноламин, протатраны, *Candida ethanolica*.

THE EFFECT OF PROTATRAN COMPONENTS ON YEAST *ETHANOLIC CANDIDA*

A.S. Kiryukhina

Graduate student

Irkutsk National Research Technical University

83, Lermontov St., Irkutsk, 664074, Russia

e-mail: alexandra.kirukhina@yandex.ru

T.S. Lozovaya

PhD of Biology, Associated Professor

Irkutsk National Research Technical University

83, Lermontov St., Irkutsk, 664074, Russia

e-mail: tnike75@mail.ru

S.N. Adamovich

Dr. sci., senior researcher

A.E. Favorsky Irkutsk Institute of Chemistry SB RAS

1, Favorsky St., Irkutsk, 664033, Russia

e-mail: mir@irioch.irk.ru

ABSTRACT: The effect of the anionic and cationic parts of some biologically active compounds – protatrans – on *Candida ethanolica* yeast was studied. It was revealed these parts can cause of non-uniform dynamics during the biomass, protein, carbohydrates, proteases and lipases yeast formation.

Keywords: protonic acids, triethanolamine, protatrans, *Candida ethanolica*.

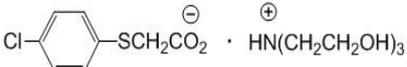
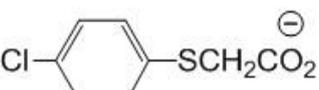
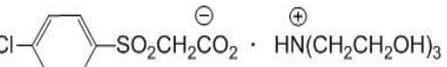
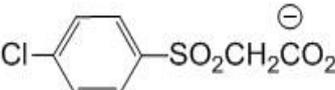
В Иркутском институте химии СО РАН в 70-х годах 20-го века под руководством академика РАН М.Г.Воронкова были начаты работы по синтезу биологически активных веществ, получивших название антраны [1,2]. Одной из разновидностей антранов являются протатраны (сокр. Пр.), синтезируемые путем взаимодействия биологически активных кислот с триэтаноламином (сокр. ТЭА). Целью синтеза протатранов являлось усиление активности синтетических фитогормонов [3]. Данные соединения хорошо растворяются в воде, устойчивы при хранении, нетоксичны ($LD_{50} = 1300-6000$ мг/кг) [4]. Воздействие Пр было изучено на нескольких биологических объектах, на которые они в основном оказывают положительное влияние, стимулируя рост или синтез ценных метаболитов [5]. В работе [6] было отмечено часто встречающееся скачкообразное накопление метаболитов дрожжами *C. ethanolica* в присутствии протатранов. Данное явление непонятно с точки зрения биохимических процессов, протекающих в живой клетке, и может быть

обусловлено различными причинами, например, строением катионной либо анионной частей протатранов. В связи с этим *целью работы* было изучение влияния компонентов протатранов на клетки дрожжей *Candida ethanolica* ВКМ У-2300 Т.

Объектами исследования являлись: два протатрана, а также анионная и катионная части данных комплексов (табл. 1), синтезированные в Иркутском институте химии им. А.Е. Фаворского СО РАН; дрожжи *Candida ethanolica* ВКМ У-2300 Т.

Таблица 1

Структура протатранов

Комплекс (Протатран)	Анионная часть комплекса (Биологически активные – протоновые – кислоты)	Катионная часть комплекса (ТЭА)
 <p>№ 1:Трис(2-гидроксиэтил)аммоний-4-хлорфенил-сульфанилацетат</p>	 <p>4-хлорфенил-сульфанилацетат</p>	<p>⊕ HN(CH₂CH₂OH)₃</p>
 <p>№2:Трис(2-гидроксиэтил)аммоний-4-хлорфенил-сульфонилацетат</p>	 <p>4-хлорфенил-сульфонилацетат</p>	<p>Трис(2-гидроксиэтил)аммоний</p>

Дрожжи культивировали в оптимальных для данного штамма условиях. Компоненты протатранов добавляли к питательной среде: для накопления клеток и внутриклеточных компонентов – в концентрации 10⁻⁷ % масс.; для накопления внеклеточных метаболитов – в концентрации 10⁻⁶ % масс. Контролем служили питательная среда с протатранами, а также питательная среда без стимуляторов.

Определение различных показателей роста дрожжей и образуемых ими продуктов проводили согласно методикам [7-14]. Результаты представлены на рисунках 1,2.

Динамика образования клеток и биомассы дрожжей в присутствии катионной и анионной частей протатранов оказалась более неровной в сравнении с контролем (рис. 1).

При этом положительного влияния анионной и катионной части комплекса отмечено не было. Незначительное (на 1,6-2,1%) исключение составил процесс образования клеток в период от 0 до 8 ч культивирования (рис. 1, а).

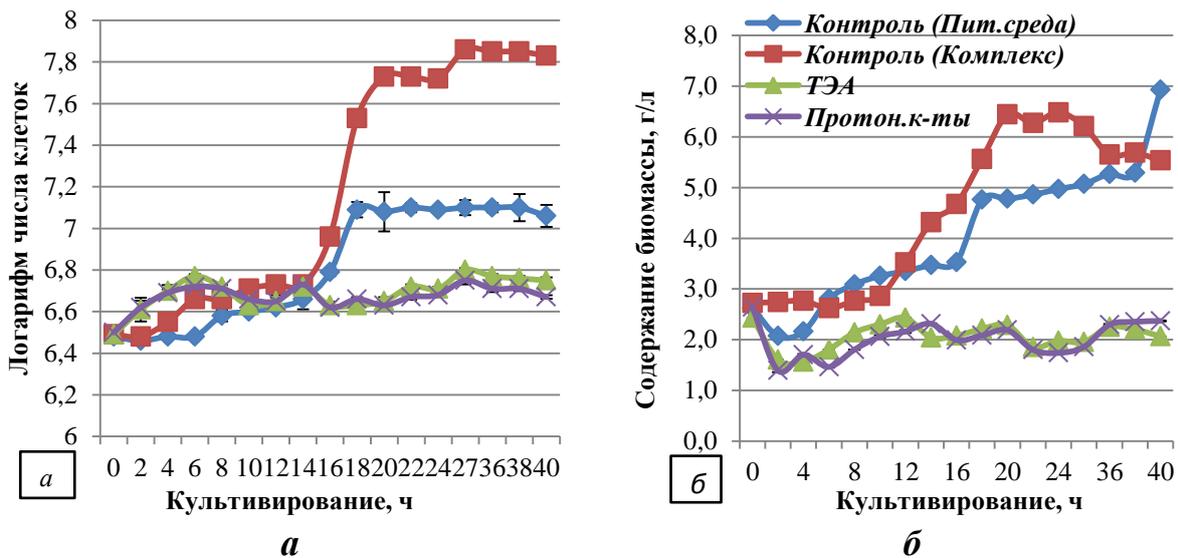
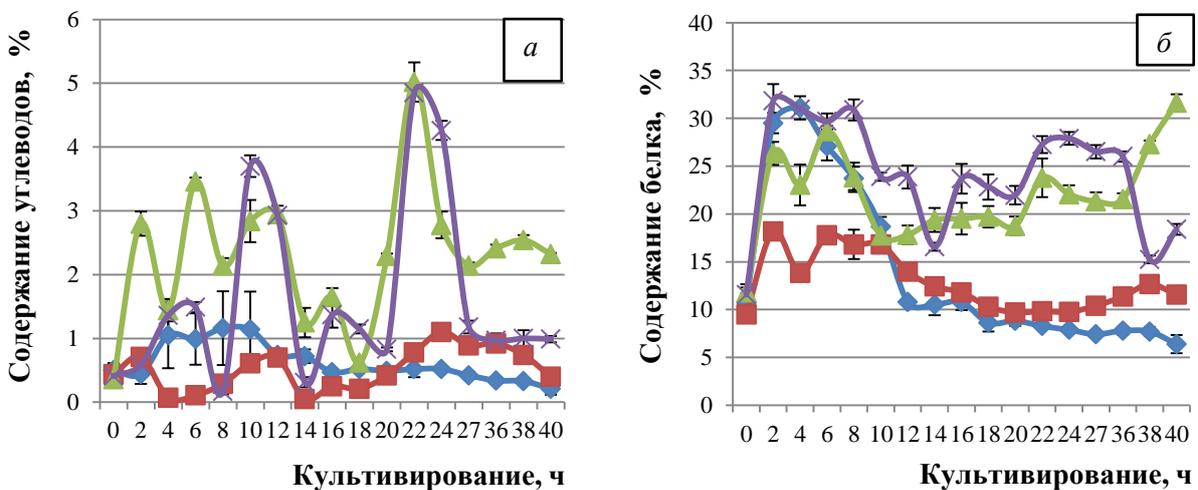


Рисунок 1. Влияние комплекса и его составляющих на развитие дрожжей:
а – количество клеток; *б* – биомасса

Динамика образования внутриклеточных и внеклеточных компонентов дрожжами в присутствии катионной и анионной частей протатранов также оказалась более скачкообразной в сравнении с комплексом (рис. 2, *а-г*), за исключением рибофлавина (рис. 2, *д*).

При образовании в клетке белка и углеводов компоненты протатранов оказались более эффективными стимуляторами, чем целые комплексы. Так, протатраны не оказывали заметного влияния на синтез углеводов, однако анионная и катионная части привели к увеличению процентного содержания углеводов в дрожжах в 1,3-5,3 раза (рис. 2, *а*). Протатраны угнетающим образом воздействовали на синтез белка в дрожжах (снизив его количество в 3,3-3,5 раз). Однако отдельные компоненты протатранов, во-первых, практически не угнетали данный процесс (0-8 ч), во-вторых, при дальнейшем культивировании, повышали количество белка в дрожжах в 1,2-2,7 раза (рис. 2, *б*).



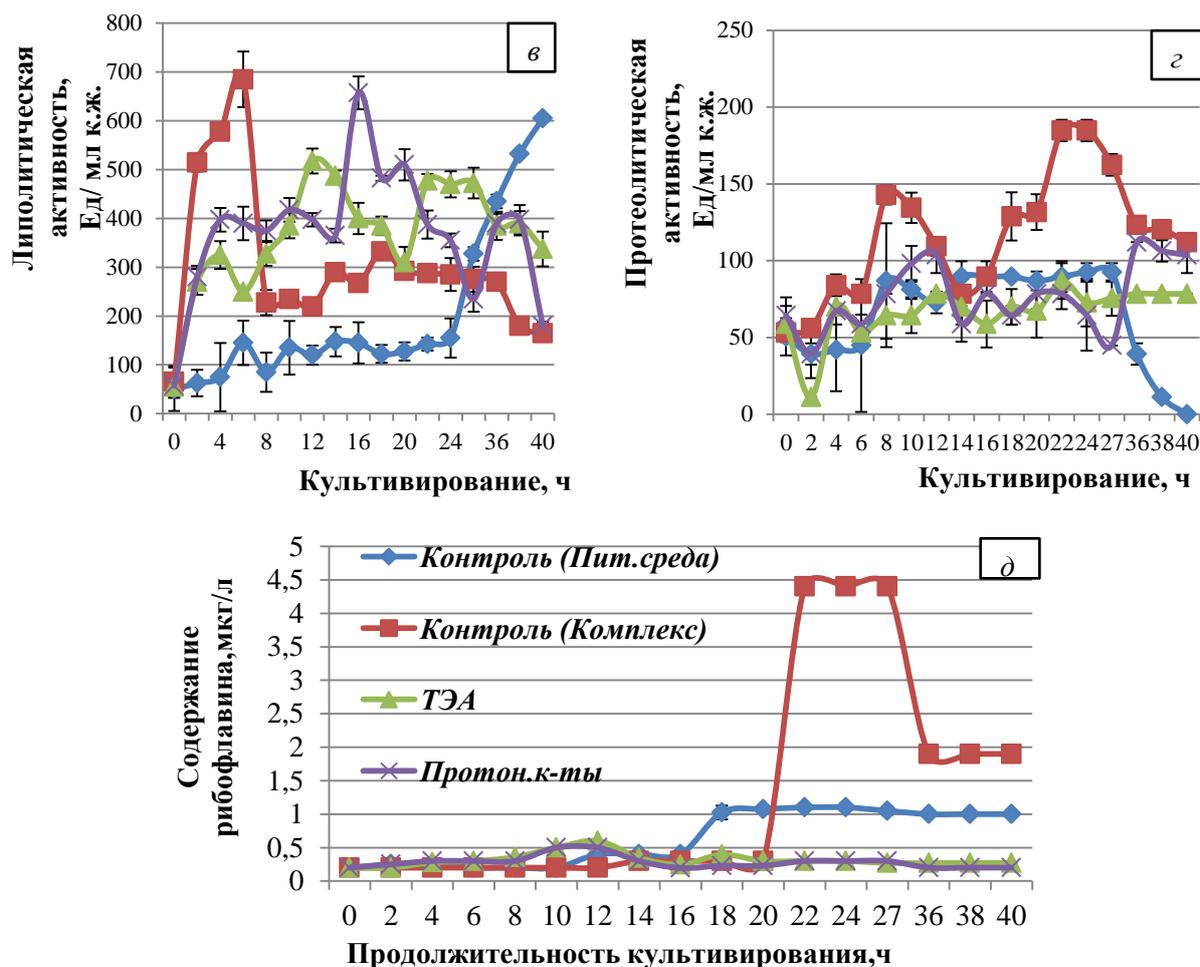


Рисунок 2. Влияние комплекса и его составляющих на метаболиты дрожжей: *а* – внутриклеточные углеводы; *б* – внутриклеточный белок; *в* – внеклеточные липазы; *г* - внеклеточные протеазы; *д* – рибофлавин.

При синтезе липаз дрожжами компоненты стимуляторов (в период с 0 до 8 ч) были менее эффективны, чем комплекс; в период с 8 до 40 ч – более эффективны (рис. 2, *в*). При синтезе протеаз дрожжи были более продуктивными в основном в присутствии комплекса, а не его составляющих (рис. 2, *г*).

В присутствии трис(2-гидроксиэтил)аммония и протоновых кислот не было выявлено положительного влияния на синтез дрожжами рибофлавина. Также в данном случае не было отмечено скачкообразной динамики (рис. 2, *д*).

Таким образом, проведенные исследования частично подтвердили гипотезу о том, что причиной скачкообразного влияния протатранов могут быть их составляющие. Это было отмечено при росте клеток, накоплении биомассы, белка, углеводов, синтезе протеаз и липаз. Амплитуда

колебаний, вызываемая анионной и катионной частью протатранов, значительно выше таковой у неразделенного комплекса.

Дополнительным результатом эксперимента оказалось то, что компоненты протатранов могут быть более эффективными, чем собственно протатраны. Это явление было отмечено для тех компонентов клеток, на которые собственно протатраны не оказывали положительного влияния: на количестве углеводов и белка.

То есть, в случае отсутствия у протатранов стимулирующего воздействия на изученные дрожжи, возможно использование для этих целей их компонентов.

Библиографический список:

1. Adamovich S.N. Amide Derivatives of 3-aminopropylsilatrane. / S.N. Adamovich, E.N. Oborina, I.A. Ushakov// *Mendeleev Communications*. 2019, vol. 29, pp. 688–689.

2. Adamovich S.N. Isoxazole Derivatives of Silatrane: Synthesis, Characterization, in Silico ADME Profile, Prediction of Potential Pharmacological Activity and Evaluation of Antimicrobial Action. / S.N. Adamovich, E.V. Kondrashov, I.A. Ushakov, N.S. Shatokhina, E.N. Oborina, A.V. Vashchenko, L.A. Belovezhets, I.B. Rozentsveig, F. Verpoort *Applied Organometallic Chemistry*, 2020, e5976. Available at: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/aoc.5976>.

3. Студенцов Е.П. Адаптогены и родственные группы лекарственных препаратов - 50 лет поисков / Е.П. Студенцов, С. М. Рамш, Н. Г. Казурова [и др.] // *Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии*. – 2013. – Т. 11, № 4. – С. 3-43.

4. Глызина О.Ю. Перспективы использования синтетических биостимуляторов при развитии аквакультуры сиговых рыб озера Байкал / О.Ю. Глызина, С.Н. Адамович, О.А. Белых [и др.] // *Известия Байкальского государственного университета*. – 2020. – Т. 30, № 3. – С. 463-471. – DOI 10.17150/2500-2759.2020.30(3).463-471.

5. Поморцев А.В. Влияние протатранов на физиологические параметры яровой пшеницы при хлоридном засолении / А.В. Поморцев, Н.В. Дорофеев, С.Н. Адамович, Е.Н. Оборина // *Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология*. – 2022. – Т. 12, № 3(42). – С. 485-490. – DOI 10.21285/2227-2925-2022-12-3-485-490.

6. Кирюхина А.С. Протатраны – биостимуляторы протеолитических ферментов дрожжей *Candida ethanolica* / А. С. Кирюхина, Т. С. Лозовая, Е. А. Привалова, С. Н. Адамович // *Актуальные проблемы химии, биотехнологии и сферы услуг: Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Иркутск, 28–30 апреля 2022 года*. – Иркутск: Иркутский

национальный исследовательский технический университет, 2022. – С. 182-189.

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

8. Sonnleitner B., Locher G., Fiechter A. Biomass determination // Journal of Biotechnology. 1992. Vol. 25. Issue 1-2. P. 5–22. [https://doi.org/10.1016/0168-1656\(92\)90107-K](https://doi.org/10.1016/0168-1656(92)90107-K)

9. Аешина Е.Н. Аминокислотный состав белков надземной части *Orthilia secunda* (L.) / Е.Н. Аешина, Ж.А. Плынская, Н.А. Величко // Химия растительного сырья. – 2009. – № 1. – С. 137–140.

10. Русинова Т.В. Многофакторная оптимизация параметров жидкофазного глубинного культивирования *Fusarium sambucinum* шт. D-104 с целью повышения синтеза экзополисахаридов / Т.В. Русинова, Е.О. Неманова, Е.С. Горшина [и др.] // Успехи медицинской микологии. – 2014. – Т 12. – С. 262 – 263.

11. Карпенко Д.В. Влияние нанопрепаратов на активность протеаз / Д.В. Карпенко, В.В. Житков, С.А. Карязин // Пиво и напитки. – 2016. – № 4. – С. 46 – 49.

12. Стурова Ю.Г. Исследование активности прегастральных липаз / Ю.Г. Стурова, А.В. Гришкова // Ползуновский вестник. – 2019. – № 4.– С. 29–33.

13. Шпичка, А.И. К вопросу определения рибофлавина в биотехнологическом сырье / А.И. Шпичка, Е.Ф. Семенова, А. В. Кузнецова // Современные проблемы науки и образования. – 2011. – № 1. – С. 30–32. British Pharmacopoeia CD 2007, V.1,2, System Simulation Ltd. (2007).

УДК 544.723.5

**КИНЕТИКА АДСОРБЦИИ ИОНОВ НИКЕЛЯ(II) ЦЕОЛИТОМ,
МОДИФИЦИРОВАННЫМ КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИМ
СОЕДИНЕНИЕМ**

А.Д. Чугунов

Аспирант гр. аФХ-20-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: chugunovsasha1996@yandex.ru

Е.Г. Филатова

К.т.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

В.А. Чебунин
Студент гр. ХТОб-20-1
Иркутский национальный исследовательский
технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

АННОТАЦИЯ: В данной работе изучены кинетические особенности адсорбции ионов Ni(II) из водных раствором природным гейландитом, модифицированным кремнийорганическим соединением. Из кинетического анализа следует, что модель псевдо-второго порядка наилучшим образом описывает процесс адсорбции.

Ключевые слова: природный гейландит, тиосемикарбазид, ионы никеля(II), кинетика.

KINETICS OF ADSORPTION OF NICKEL (II) IONS BY ZEOLITE MODIFIED WITH AN ORGANOSILICON COMPOUND

A.D. Chugunov
graduate student
Irkutsk National Research Technical University
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83
e-mail: chugunovsasha1996@yandex.ru

E.G. Filatova
assistant professor
Irkutsk National Research Technical University
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

A.D. Chebunin
student
Irkutsk National Research Technical University
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

ABSTRACT: In this work, we studied the kinetic features of the adsorption of Ni(II) ions from an aqueous solution of natural heulandite modified with an organosilicon compound. It follows from the kinetic analysis that the pseudo-second order model describes the adsorption process better than the pseudo-first order model.

Keywords: Natural heulandite, thiosemicarbazide, nickel(II) ions, kinetics.

Одними из наиболее распространенных загрязнителей сточных вод и поверхностных водоемов являются ионы тяжелых металлов [1-2]. В настоящее время все чаще для очистки сточных вод применяют адсорбционные методы с применением углеродных и минеральных материалов. Ранее нами было определено, что модифицирование природного гейландита кремнийорганическим тиосемикарбазидом и

активация соляной кислотой приводит к синергетическому повышению адсорбционной емкости по ионам Ni(II) в 28 раз, до 165,7 мг/г [3]. Однако кинетические параметры были изучены не до конца.

Цель работы: исследование кинетических параметров адсорбции ионов Ni(II) из водных растворов модифицированным цеолитом.

Для изучения кинетических закономерностей применяли модели псевдо-первого и псевдо-второго порядка. Константа псевдо-первого порядка адсорбции ионов Ni(II) исследуемым образцом определяли графически из линейной зависимости:

$$\log (A_{\text{равн.}} - A) = \log A_{\text{равн.}} - k_1 \cdot \tau / 2,3, \quad (1)$$

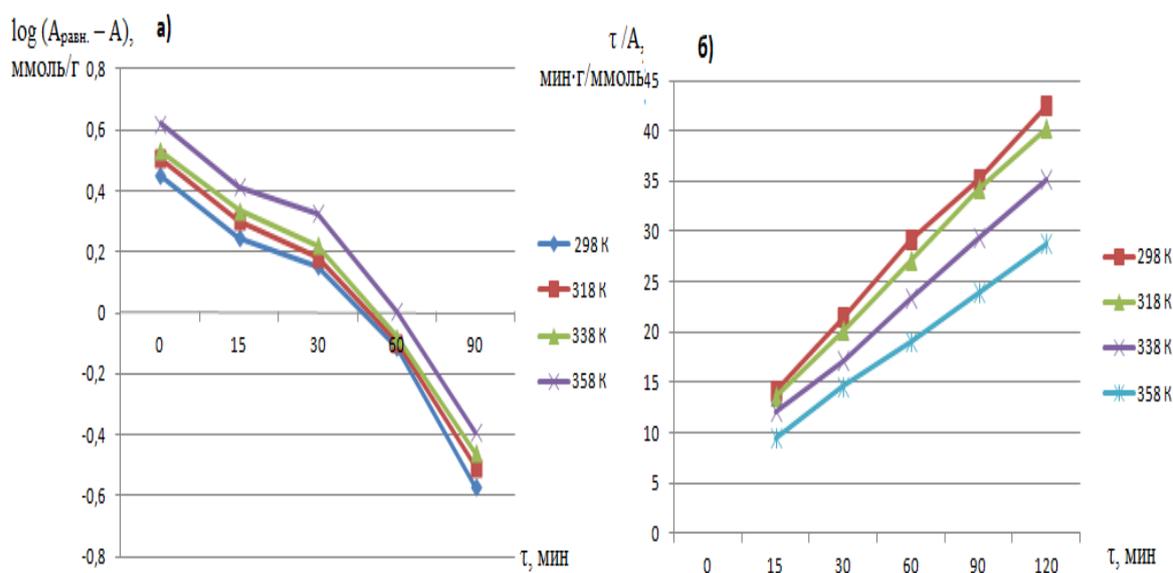
где $A_{\text{равн.}}$ – равновесная адсорбционная емкость, ммоль/г; A – рабочая адсорбционная емкость, ммоль/г; k_1 – константа скорости адсорбции псевдо-первого порядка, мин⁻¹; τ – время, мин.

Константу псевдо-второго порядка находили из линейной зависимости:

$$\tau / A = 1 / (k_2 \cdot A_{\text{равн.}}^2) + \tau / A_{\text{равн.}}, \quad (2)$$

где k_2 – константа скорости адсорбции псевдо-второго порядка, г/(ммоль⁻¹·мин.⁻¹).

На рисунке показаны кинетические модели псевдо-первого и псевдо-второго порядка. Из данных таблицы видно, что наиболее высокие значения коэффициентов детерминации соответствуют кинетической модели адсорбции псевдо-второго порядка, указывающей на химическое взаимодействие ионов Ni(II) и исследуемого образца. Рост константы скорости k_2 с температурой указывает на эндотермический характер адсорбции.



а – псевдо-первого порядка; б – псевдо-второго порядка

Таблица 1

**Кинетические параметры адсорбции ионов Ni(II) образцом
модифицированным цеолитом**

Темпе- ратура, К	Модель псевдо-первого порядка			Модель псевдо-второго порядка		
	Уравнения регрессии	k_1 , мин. ⁻¹	R^2	Уравнения регрессии	k_2 , г·ммоль ⁻¹ ·мин. ⁻¹	R^2
298	$\log(A_{равн} - A) = 0,4546 - (-0,0114)\tau$	0,0262	0,980	$\tau/A = 0,2912 + 0,2704\tau$	0,4309	0,999
318	$\log(A_{равн} - A) = 0,8032 - (-0,0111)\tau$	0,0255	0,954	$\tau/A = 0,1312 + 0,2531\tau$	0,8554	0,999
338	$\log(A_{равн} - A) = 0,5274 - (-0,0110)\tau$	0,0253	0,995	$\tau/A = 0,0167 + 0,2205\tau$	5,1576	0,999
358	$\log(A_{равн} - A) = 0,6197 - (-0,0112)\tau$	0,0258	0,991	$\tau/A = 0,0066 + 0,1838\tau$	8,7028	0,999

Таким образом, в данной работе были рассчитаны константы скорости псевдо-первого и псевдо-второго порядка. Из кинетического анализа следует, что модель псевдо-второго порядка лучше описывает процесс адсорбции ионов Ni(II) цеолитом, активированным соляной кислотой и модифицированным тиосемикарбазидом.

Библиографический список:

1. Al-Asadi S.A. Water quality and impacting factors on heavy metals levels in Shatt Al-Arab River, Basra, Iraq // Appl. Water Sci. 2020. Vol. 10, № 5. P. 103.
2. Ani J.U. Potentials of activated carbon produced from biomass materials for sequestration of dyes, heavy metals, and crude oil components from aqueous environment // Appl. Water Sci. 2020. Vol. 10, № 2. P. 69.
3. Филатова Е.Г., Чугунов А.Д., Пожидаев Ю.Н., Адамович С.Н., Ушаков И.А., Оборина Е.Н. Модифицированные кремнийорганическими тиосеми-карбазидами природные алюмосиликаты для извлечения ионов никеля(II) // Физикохимия поверхности и защита материалов. – 2022. – Т. 58. вып. 3. – С. 270-278.

УДК 504.054

**ПРОИЗВОДСТВО СМАЗОК ИЗ НЕЛИКВИДНЫХ
РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ**

И.С. Камлёнок

студент гр. ТПб-20-1

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

О.В. Белозерова

к.х.н., доцент

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

АННОТАЦИЯ: цель работы – изучение влияния дисперсионной среды на характеристики пластичных смазок. Полученные результаты позволят оценить возможность применения неликвидных растительных масел в процессе синтезирования смазок. Изучить влияние присадок на характеристики смазок.

Ключевые слова: минеральные масла, растительные масла, смазки, загуститель, алюминий.

PRODUCTION OF GREASES FROM ILLIQUID VEGETABLE OILS

I.S. Kamlenok

student

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

O.V. Belozerova

k.ch.s, associate Professor,

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

Abstract: The purpose of the work is to study the effect of the dispersion medium on the characteristics of greases. The results obtained will allow us to evaluate the possibility of using illiquid vegetable oils in the process of synthesizing lubricants. To study the effect of additives on the characteristics of lubricants.

Key words: mineral oils, vegetable oils, lubricants, thickener, aluminum

В настоящее время наблюдается большой интерес к практическому использованию масел растительного происхождения, в связи с ухудшающейся экологической обстановкой во всем мире. Данные масла нетоксичны, характеризуются высокой степенью биоразлагаемости по сравнению с нефтяными [1, 2]. Растительные масла представляют собой возобновляемый природный ресурс, что представляет собой важным показателем при производстве смазок.

Основное назначение смазок – уменьшение износа поверхностей трения для продления срока службы деталей машин и механизмов. Смазки состоят из жидкой основы (дисперсионной среды), твердого загустителя

(дисперсной фазы) и добавок. Для улучшения эксплуатационных свойств в состав смазок вводят присадки различного функционального назначения и твердые добавки. Таким образом, смазки представляют собой сложные многокомпонентные системы, основные свойства которых определяются свойствами дисперсионной среды, дисперсной фазы, присадок и добавок [3].

В большинстве пластичных смазок (ПС) дисперсионная среда состоит из 75-97% масла. В качестве среды в основном используют масла минеральные. При специфических или экстремальных условиях применяют синтетические масла, в отдельных случаях вовлекают растительные.

Цель работы – изучение влияния дисперсионной среды на характеристики пластичных смазок. Полученные результаты позволят оценить возможность применения неликвидных растительных масел в процессе синтезирования смазок. Изучить влияние присадок на характеристики смазок.

В данной работе в качестве объектов исследования использовались неликвидные растительные масла: соевое и оливковое марки La Menza.

По химическому составу растительные масла представляют собой триглицериды – полные сложные эфиры глицерина и высоких одноосновных карбоновых кислот, как насыщенных (стеариновой, пальмитовой), так и непредельных (олеиновой, линолевой). В маслах всегда присутствуют свободные кислоты, мыла, фосфатиды, витамины, красящие и слизистые вещества. Специфический состав таких продуктов обуславливает их уникальные свойства как смазочного материала. Входящие в состав растительных масел жирные кислоты действуют как поверхностно-активные вещества (ПАВ), их сложные эфиры образуют смазочную пленку на поверхности трения [4].

Приготовление смазки проводили по методике [5]. Процесс осуществлялся при температуре 90 °С. В качестве загустителя использовались натриевые соли жирных кислот. В таблице 1 приведены физико-химические свойства масел и смазок.

Таблица 1

Физико-химические свойства масел и смазок

Масла	ρ^{20} , кг/м ³	ν_{20} , мм ² /с	$t_{\text{капл.}}$ °С
Соевое масло	912	61,45	105
Оливковое масло марки La Menza	953	76,29	97

Для определения верхнего температурного предела работоспособности полученных смазок проводилось определение

температуры каплепадения, т.е. температуры, при которой наблюдается падение первой капли смазки, помещенной в капсуле специального прибора, нагреваемого в стандартных условиях в соответствии с ГОСТом 32322-2013.

Для улучшения эксплуатационных характеристик полученных смазок. Нами были проведены исследования влияния алюминиевой пудры на температуру каплепадения. Согласно данным (рис 1) при введении дисперсного алюминия способствует расширению температурных границ применения полученных ПС из неликвидных растительных масел.

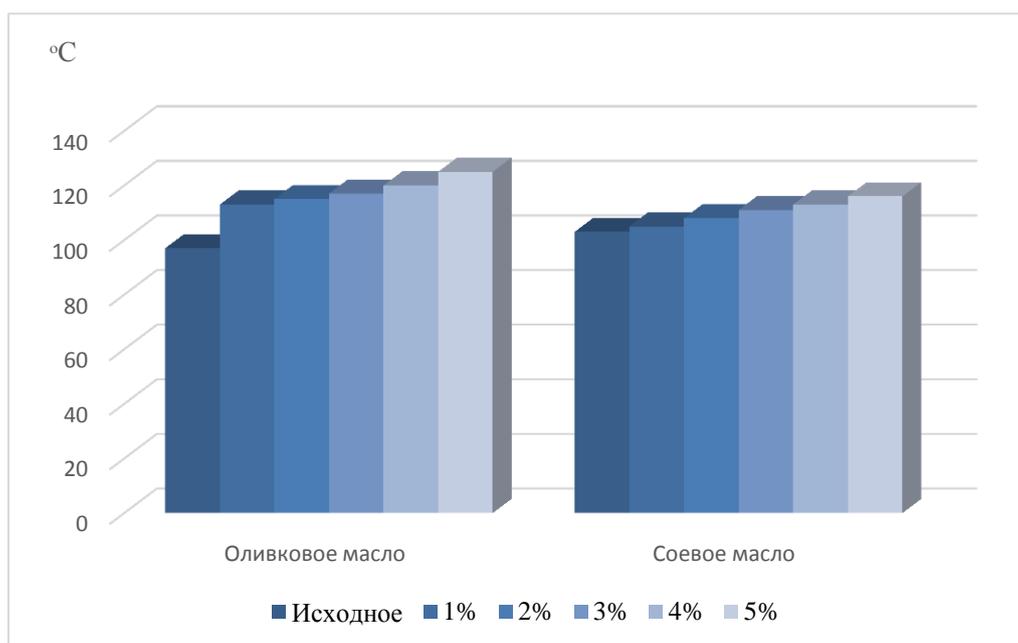


Рисунок 1. Влияние дисперсного алюминия на температуру каплепадения смазок

Известно, что распространёнными натриевыми смазками являются консталины УТ-1 и УТ-2 (УТ – универсальная тугоплавкая), которые в отличие от солидолов работоспособны при температурах до 115 °С и хорошо удерживаются при таких температурах в тяжело нагруженных узлах. Таким образом, полученные данные могут быть использованы в перспективе создания биоразлагаемых смазок из неликвидных растительных масел.

Библиографический список:

1. Стрельцов В.В., Стребков С.В. Тенденции использования биологических смазочных материалов //ФГОУ ВПО МГАУ. 2009. №2. С. 67-71.
2. Леонтьев В.Н., Маркевич Р.М., Феськова Е.В., Хильченко Т.С.,

Жоркин В.И., Ивахник А.В., Запольский А.В. Испытание образцов смазочных материалов на биоразлагаемость //Технология органических веществ, Материалы докладов 85-й научно-технической конференции. Минск. 2021. С. 349-351.

3. Смазочные материалы. Производство, применение, свойства: справочник: пер. с англ. //пер. под ред. В. М. Школьников, 2012. - 943 с.

4. Абрамзон А.А. Поверхностно-активные вещества: Свойства и применение. Л.: Химия. 1981. 304 с.

5. Ищук Ю.Л. Состав, структура и свойства пластичных смазок. Киев: Наукова думка. 1996. 514 с.

УДК 546.711 : 661.183

ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ИОНОВ МАРГАНЦА(II) С УГЛЕРОДНЫМИ АДсорбентами

Ю.И. Коконова

Аспирант гр. аММб-22-1
Иркутский национальный исследовательский
технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

Д.И. Дударев

Магистрант гр.КСм-22-1
Иркутский национальный исследовательский
технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

А.В. Ларионова

Магистрант гр.ФХм-22-1
Иркутский национальный исследовательский
технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

А.Д. Меркушина

Магистрант гр.ФХм-22-1
Иркутский национальный исследовательский
технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

В.И. Дударев

Д.т.н., профессор
Иркутский национальный исследовательский
технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83
e-mail: vdudarev2@istu.edu

АННОТАЦИЯ: Технологии извлечения марганца из водных растворов базируются на физико-химических процессах аэрационного окисления двухвалентных железа и марганца с последующим образованием и отделением нерастворимых фаз или выводом элементов в процессах адсорбции, хемосорбции путем управления такими факторами как рН, ОВП, температура, кислород, железо-марганцевые бактерии. Нами исследована возможность деманганации воды с помощью углеродных адсорбентов в статических и динамических режимах. Максимальная сорбция катионов марганца (II) происходит в слабо-щелочной среде при рН=7,5. Константа скорости сорбции марганца (II) составила $0,067\text{с}^{-1}$. Изотерма сорбции описывается уравнением Лэнгмюра. Постоянные уравнения Лэнгмюра $A_{\infty} = 1,538$ ммоль/г и $K_s = 0,979 \cdot 10^3$ при температуре 298 К. Энергия Гиббса при 298 К равна -7,41 кДж. Отрицательное значение энергии Гиббса свидетельствует о самопроизвольном протекании сорбционного процесса извлечения ионов марганца (II) из водных растворов.

Ключевые слова: углеродные сорбенты, ионы марганца, растворы

SORPTION INTERACTION OF MANGANESE(II) IONS WITH CARBON ADSORBENTS

U.I.Kokonova

Postgraduate

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

D.I.Dudarev

Undergraduate student

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

A.V.Larionova

Undergraduate student

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

A.D.Merkushina

Undergraduate student

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

V.I.Dudarev

Dr.Sci., Full Professor

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

e-mail: vdudarev@mail.ru

ABSTRACT: Technologies for the extraction of manganese from aqueous solutions are based on the physicochemical processes of aeration oxidation of ferrous iron and manganese with the subsequent formation and separation of insoluble phases or the withdrawal of elements in the processes of adsorption, chemisorption by controlling such factors as pH, ORP, temperature, oxygen, iron-manganese bacteria. We have investigated the possibility of demanganation of water using carbon adsorbents in static and dynamic modes. The maximum sorption of manganese (II) cations occurs in a weakly alkaline environment at pH = 8.5. The constant of the sorption rate of manganese (II) was 0.047c-1. The isotherm of sorption is described by the Langmuir equation. The Langmuir constant equations are $A_{\infty} = 0.59$ mmol/g and $K_r = 0.7 \cdot 10^3$ at a temperature of 298 K. The Gibbs energy at 298 K is -13.51 kJ. The negative value of Gibbs energy indicates a spontaneous course of the sorption process of extracting manganese (II) ions from aqueous solutions.

Keywords: carbon sorbents, manganese ions, solutions

На сегодняшний день разработан широкий ряд технологий удаления железа и марганца из воды [1]. Преимущественно они базируются на физико-химических процессах аэрационного окисления двухвалентных железа и марганца с последующим образованием и отделением нерастворимых фаз или выводом элементов в процессах адсорбции, хемосорбции путем управления такими факторами как pH, ОВП, температура, кислород, железо-марганцевые бактерии и т.п. [2]. Нами исследована возможность деманганаии воды с помощью углеродных адсорбентов.

Сорбционную активность изучали по отношению к ионам марганца (II) в статических и динамических условиях. Характеристики углеродных адсорбентов отражены в работе [3]. При исследовании сорбции применяли метод переменных навесок и метод переменных концентраций. По данным кинетических кривых определяли время установления равновесия в системе “адсорбент–раствор соли металла”. В качестве сорбатов использовали растворы соли $MnCl_2$ и $MnSO_4$ квалификации “х.ч”. Концентрацию ионов металла варьировали от 1 до 200 мг/л. Время контактирования адсорбента с растворами соответствующих металлов составляло до 72 ч. Сорбцию при повышенных температурах 313 К и 333 К проводили в термостатированной установке, перемешивание осуществляли на магнитной мешалке ММ–5, контроль кислотности растворов проводили на универсальном иономере ЭВ–74 со стеклянным электродом. Для определения области pH максимальной сорбции для изучаемых адсорбентов изучали зависимости сорбции от pH в диапазоне от 1 до 11,5. К навеске адсорбента 0,1г приливали 50 мл раствора соли марганца и буферный раствор. Полученную систему перемешивали в

течение 30 мин. После чего определяли остаточную концентрацию ионов марганца (II) в растворе по методике [4]. Контролировали результаты атомно-абсорбционным анализом по стандартной методике [5].

Установлено, что на сорбцию марганца (II) оказывает заметное влияние кислотность среды. Максимальная сорбция катионов марганца (II) происходит в слабо-щелочной среде при $pH=8,5$. Изучение процесса сорбции марганца (II) во времени проводили в течение 7 часов. Навески адсорбента массой 0,2, 0,3, 0,5, 0,75, 1, 2 г помещали в раствор соли металла объемом 100 мл с исходной концентрацией марганца (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; ΔC – изменение концентрации. Константа скорости сорбции марганца (II) равна $0,047c^{-1}$. По результатам исследования была построена изотерма сорбции. 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, моль/г; A_{∞} – предельная величина сорбции, моль/г; K_p – константа сорбционного равновесия; C – концентрация раствора, моль/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_{∞} и K_p в уравнении Лэнгмюра. Постоянные уравнения Лэнгмюра $A_{\infty} = 0,59$ ммоль/г и $K_p = 0,7 \cdot 10^3$ при температуре 298 К. Энергию Гиббса определяли по формуле: $\Delta G = -RT \lg K_p$, где ΔG – энергия Гиббса; R – газовая постоянная = 8,314 Дж/(моль·К); T – температура реакции; K_c – константа равновесия. Энергия Гиббса при 298 К равна -13,51 кДж. Отрицательное значение энергии Гиббса свидетельствует о самопроизвольном протекании процесса извлечения ионов марганца (II). В целом, физико-химическое исследование процесса сорбции ионов марганца (II) углеродными адсорбентами показало, что их можно использовать для извлечения ионов марганца (II) из водных растворов.

Библиографический список:

1. Дударев В.И., Минаева Л.А., Филатова Е.Г. Аналитический обзор методов очистки природных и технологических вод от марганца. Иркутск : изд-во ИрГТУ, 2013. 124 с.
2. 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.

3. Ribarchuk O.V., Dragun A.V., Dudarev V.I., Petukhova G.A. Sorption Reaction of Chromium(VI) Ions with Carbon Adsorbents. Physical chemistry of the surface and protection of materials. 2021. V. 57. N 3. P.464 DOI: 10.1134/S2070205121030205

4. ГОСТ 4974-2014. Вода питьевая. Определение содержания марганца фотометрическими методами. М. :Стандартинформ, 2015. 16с.

5. Дударева Г.Н., Анциферов Е.А., Бегунова Л.А., Дударев В.И. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Иркутск: изд-во ИРНТУ. 2018. 196с. ISBN 978-5-8038-1315-6

6. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия. М.: Высш. шк., 2001. С. 527.

УДК 665.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА РАСТИТЕЛЬНОГО МАСЛА

Д.И. Мишарина

Студент гр. ТПб-21

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: dmisharina2003@gmail.com

Е.И. Сипкина

К.х.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: evgiv84@mail.ru

АННОТАЦИЯ: Соапсток представляет собой многотоннажный отход производства растительных масел. Главная ценность соапстока обусловлена наличием в нем веществ жировой природы в виде мыл, высокомолекулярных карбоновых кислот и глицеридов. В связи с этим на первом этапе эксперимента необходимо изучить физико-химические характеристики соапстоков.

Ключевые слова: соапсток, общая жирность соапстока, массовая доля жирных кислот.

STUDY OF WASTE OF VEGETABLE OIL PRODUCTION

D.I. Misharina

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: dmisharina2003@gmail.com

E.I. Sipkina
Assistant professor
Irkutsk National Research Technical University
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83
e-mail: evgiv84@mail.ru

ABSTRACT: Soapstock is a large-tonnage waste from the production of vegetable oils. The main value of the soap stock is due to the presence of fatty substances in it in the form of soaps, high molecular weight carboxylic acids and glycerides. In this regard, at the first stage of the experiment, it is necessary to study the physicochemical characteristics of soap stocks.

Keywords: soapstock, total fat content of soapstock, mass fraction of fatty acids.

Соапсток – это продукт взаимодействия свободных жирных кислот, глицеридов и других омыляемых веществ со щелочными растворами. Соапсток имеет сложный и непостоянный состав, зависящий от природы масла (жира) и его свойств (кислотного числа, количества сопутствующих веществ и др.), а также метода рафинирования и точности осуществления технологического процесса. Соапсток содержит водный раствор мыла, масла, соединений фосфора, триглицериды, глицерин, красящие вещества, минеральные и механические примеси [1, 2].

В настоящем исследовании был использован соевый и рапсовый соапсток Иркутского масложиркомбината, образовавшийся соапсток не перерабатывается. Поэтому, исследование процессов извлечения жирных кислот соапстока для их использования в различных отраслях промышленности представляет научный и практический интерес.

Целью работы было определить общую жирность соапстоков, массовую долю жирных кислот и нейтрального жира в нем, а также определить кислотное число.

Перед определением показателей проба соапстока была тщательно перемешана до получения однородной консистенции. Консистенция соевого и рапсового соапстоков была мазеобразная. Экспериментальные исследования проводили согласно ТУ 10-04-02-80-91. Кислотное число (к.ч.) установили по ГОСТ 5476-80.

В табл. 1 представлены основные показатели двух видов соапстоков, полученных после щелочной рафинации соответствующих растительных масел.

Таблица 1

**Физико-химические показатели соапстоков, полученных из
Иркутского масложиркомбината**

Соапстоки растительных масел	Общая жирность, %	Массовая доля жирных кислот, %	Массовая доля нейтрального жира, %	К.ч. соапстока мг КОН/г	Цвет при 25°С
------------------------------	-------------------	--------------------------------	------------------------------------	-------------------------	---------------

Продолжение таблицы 1

Соевый	7,14	1,76	5,40	3,51	Светло-коричневый
Рапсовый	18,33	1,88	11,87	3,74	Темно-коричневый

По нашим данным все физико-химические показатели соапстоков занижены, в отличии от нормативных данных, что ведет к потере целевого продукта.

Библиографический список:

1. Губанов А.В., Постолов Ю.М., Губанов С.А. Получение жирных кислот из подсолнечного масла методом двойной дистилляции // Вестник ВНИИЖ. 2013. № 2. С. 22-23.

2. Горелова О. М., Кравченко Н. И. Исследование возможности переработки жиросодержащих отходов производства, растительных масел // Ползуновский вестник № 4. 2015. Т. 1. С. 68-72.

УДК 544.1

АДСОРБЦИЯ ИОНОВ НИКЕЛЯ(II) ПРИРОДНЫМИ СОРБЕНТАМИ

О.И. Матиенко

К.х.н, ст. преподаватель каф. НГД
Иркутский национальный
исследовательский технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83
e-mail: olga_pomazkina@mail.ru

Р.А. Николаенко

Студент гр. МЦб-20-1
Иркутский национальный исследовательский
технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83
e-mail: rodyaniko@gmail.com

АННОТАЦИЯ: В работе исследована возможность извлечения ионов никеля(II) из водных растворов с использованием природными алюмосиликатами Сокирницкого (Закарпатье, Украина) и Холинского (Восточное Забайкалье) месторождений. Такие минералы широко используют для извлечения ионов тяжелых металлов, в том числе ионов никеля(II) из промышленных сточных вод, концентрированных растворов и техногенных образований.

Ключевые слова: очистка сточных вод, алюмосиликаты, ионы Ni(II).

ADSORPTION OF NICKEL(II) IONS NATURAL SORBENTS

O.I. Matienko

Assistant professor

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: olga_pomazkina@mail.ru

R.A. Nikolaenko

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: rodyaniko@gmail

Annotation. The possibility of extracting nickel(II) ions from aqueous solutions using natural aluminosilicates from the Sokirnitsky (Transcarpathia, Ukraine) and Kholinsky (Eastern Transbaikalia) deposits was studied in this work. Such minerals are widely used for the extraction of heavy metal ions, including nickel(II) ions from industrial wastewater, concentrated solutions, and technogenic formations.

Key words: wastewater treatment, aluminosilicates, Ni(II) ions.

Природные сорбенты – алюмосиликаты обладают целым рядом уникальных свойств, что обуславливает многофункциональность их практического применения. Известно, что алюмосиликаты широко используют для извлечения ионов тяжелых металлов [1, 2], в том числе ионов никеля(II) из промышленных сточных вод, модельных растворов, водных вытяжек из загрязненных почв [3].

В качестве объекта исследования служили природные алюмосиликаты Сокирницкого (Закарпатье, Украина) и Холинского (Восточное Забайкалье) месторождений. Алюмосиликаты относятся к каркасной группе, кристаллическая решетка которых образуется тетраэдрами $[\text{SiO}_4]^{4-}$ и $[\text{AlO}_4]^{5-}$, объединенными общими вершинами в трехмерный каркас. Наличие полостей и каналов в микроструктуре минералов, а также достаточно большая свобода движения катионов и молекул воды определяет их уникальные свойства.

Изучение адсорбции ионов никеля(II) осуществляли в водных растворах, для приготовления которых использовали $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ квалификации «ХЧ» и дистиллированную воду. Выбор исходной концентрации ионов никеля(II) в исследуемых растворах обоснован реальным составом сточных вод гальванических цехов, в отдельных случаях концентрация достигает 50 г/м^3 [4].

Изучение адсорбционных свойств алюмосиликатов по отношению к никелю(II) проводили в статических условиях. Для построения изотерм адсорбции в работе использовали метод неизменных навесок (1 г

алюмосиликатов) и переменных концентраций никеля(II). Концентрация исходных растворов варьировалась от 8 до 38 мг/л для алюмосиликата Сокирницкого месторождения и достигала 70 мг/л для алюмосиликата Холинского месторождения.

Оценку адсорбционной способности алюмосиликатов по отношению к ионам никеля(II) проводили на основании анализа изотерм адсорбции (рис.). Время установления адсорбционного равновесия, отвечающее постоянству концентрации никеля(II) в растворе, соответствует 2 часам. Известно, что адсорбция ионов тяжелых металлов, в том числе ионов никеля(II) наилучшим образом протекает при pH близким к значениям гидратообразования исследуемых ионов. Начало осаждения $\text{Ni}(\text{OH})_2$ соответствует $\text{pH} = 6$, а при $\text{pH} = 9-10$ происходит максимальное выделение гидроксида. Водородный показатель среды исследуемых водных растворов составил 5,5–5,8, что согласуется с литературными данными [5].

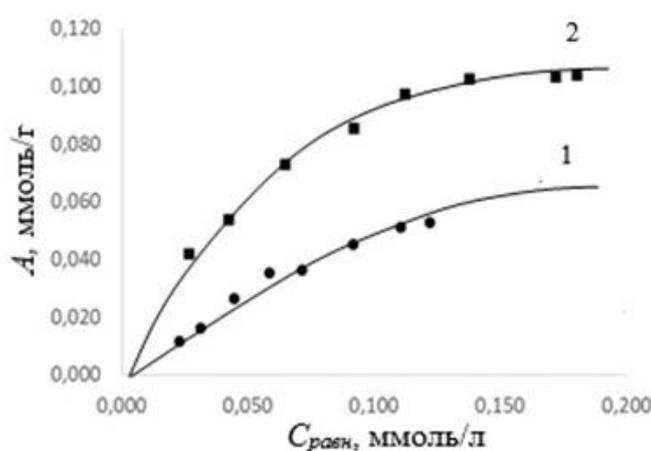


Рисунок 1. Изотеры адсорбции ионов никеля(II):
1 – клиноптилолит Сокирницкого месторождения;
2 – гейландит Холинского месторождения

Вид полученных изотерм соответствует мономолекулярной адсорбции. Как видно из представленных данных на рис., величина адсорбции ионов никеля(II) гейландитом в два раза больше, чем для клиноптилолита (0,53 ммоль/г) и составляет 0,104 ммоль/г (6,1 мг/г) [6, 7].

Библиографический список:

1. Nezamzadeh-Ejhih A., Kabiri-Samani M. Effective removal of Ni (II) from aqueous solutions by modification of nano particles of clinoptilolite with dimethylglyoxime // Journal of Hazardous Materials. 2013. V. 260. N 15. P. 339–349.

2. Shirzadi H., Nezamzadeh-Ejchieh A. An efficient modified zeolite for simultaneous removal of Pb (II) and Hg (II) from aqueous solution // Journal of Molecular Liquids. 2017. V. 230. N 15. P. 221–229.
3. Malamis S., Katsou E. Review on zinc and nickel adsorption on natural and modified zeolite, bentonite and vermiculite: Examination of process parameters, kinetics and isotherms // Journal of hazardous materials. 2013. V. 252. P. 482–488. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2013.03.024.
4. Marczenko Z. Spectrophotometric Determination of the Elements, Ellis Horwood Series in Analytical Chemistry, New York: John Wiley and Sons, 1976.
5. Wang Xue-Song, Huang Juan, Hu, Huai-Qiong et al. Determination of kinetic and equilibrium parameters of the batch adsorption of Ni(II) from aqueous solutions by Na-mordenite // Journal of hazardous materials. 2007. V. 142. N 1-2. P. 468–476.
6. Помазкина О.И., Филатова Е.Г., Пожидаев Ю.Н. Адсорбция катионов никеля(II) природными цеолитами // Физикохимия поверхности и защита материалов. 2014. Т. 50. № 3. С. 262.
7. Филатова Е.Г., Пожидаев Ю.Н., Помазкина О.И. Исследование адсорбции ионов тяжелых металлов природными алюмосиликатами.// Физикохимия поверхности и защита материалов. 2016. Т. 52. № 3. С. 285-289.

ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛЫХ МИКРОСТРУКТУРИРОВАННЫХ СВЕТОВОДОВ

А.А. Абдувохидов

Студент гр.НМб-19-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: abduvohidovabdurazzoq28@gmail.com

Д.В. Богданович

к.ф.-м.н., руководитель научно-исследовательской
лаборатории лазерной физики

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: denis.bogdanovich@gmail.com

АННОТАЦИЯ: Полые микроструктурированные световоды – это уникальные оптические волокна, обладающие широким диапазоном пропускания и возможностью использования в качестве оптических сенсоров. Оптические свойства этих световодов зависят от конструктивных параметров их структуры. В частности, диаметр

сердцевины является одним из основных параметров, влияющих на оптические свойства полых микроструктурированных световодов. Увеличение диаметра сердцевины приводит к увеличению диапазона пропускания и уменьшению оптических потерь, однако это также увеличивает габариты световода, снижая удобство его использования. Таким образом, оптимальный диаметр сердцевины полого микроструктурированного световода зависит от вида конкретного способа его применения. В целом, полые микроструктурированные световоды представляют собой перспективный класс оптических волокон с широким спектром применения в науке и технике.

Ключевые слова: микроструктурированные световоды с поллой сердцевиной

OPTICAL PROPERTIES OF HOLLOW MICROSTRUCTURED LIGHT GUIDES

A.A. Abduvokhidov

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: abduvohidovabdurazzoq28@gmail.com

D.V. Bogdanovich

Ph.D., Head of Laser Physics Laboratory

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: denis.bogdanovich@gmail.com

ABSTRACT: Hollow microstructured waveguides are unique optical fibers that have a wide transmission range and can be used as optical sensors. The optical properties of these fibers depend on parameters of their structure. In particular, the core diameter is one of the main parameters affecting the optical properties of hollow microstructured fibers. Increasing the core diameter leads to an increase in the transmission range and a decrease in optical losses, but this also increases the dimension of the fiber, reducing its usability. Thus, the optimal core diameter of a hollow microstructured fiber depends on the type of specific application. In general, hollow microstructured optical fibers represent a promising class of optical fibers with a wide range of applications in science and technology.

Keywords: microstructured waveguides with a hollow core

Введение:

Оптические свойства полых микроструктурированных световодов являются активной областью исследований в оптической технологии.

Полые микроструктурированные световоды (Hollow-core photonic crystal fibers - HCPCFs) являются перспективными материалами для передачи света и генерации оптических импульсов. Их специальная структура, состоящая из периодически расположенных конструктивных элементов микронных размеров, содержащая полую сердцевину, обеспечивает высокую дисперсию света, позволяя создавать устройства для управления оптическим излучением.

Одной из ключевых особенностей HCPCFs является возможность регулировать фазовую скорость света распространяющегося внутри сердцевины. Это позволяет создавать устройства, способные управлять светом в режиме реального времени. Кроме того, HCPCFs обладают низкой дисперсией, что позволяет передавать свет на большие расстояния без значительной потери энергии [1, 2, 3].

HCPCFs имеют широкий спектр применений в различных областях оптики, таких как фемтосекундная оптика, лазеры и оптические коммуникации. Они используются в качестве генераторов световых импульсов, а также в качестве оптических волокон для передачи света на большие расстояния.

HCPCFs имеют большой потенциал для оптимизации своих оптических свойств путем изменения их микроструктуры. Например, можно изменять размер и форму сердцевины, а также варьировать параметры оболочки для получения желаемых оптических свойств [4, 5].

Преимущества полых микроструктурированных световодов перед обычными волокнами заключаются в следующем [6-9]:

1. Низкая дисперсия: HCPCFs обладают низкой дисперсией, что позволяет передавать свет на большие расстояния без значительной потери энергии.

2. Большая дисперсионная компенсация: Изменение геометрии и параметров конструкции HCPCFs позволяет создавать устройства для компенсации дисперсии, что особенно важно для передачи световых импульсов высокой интенсивности.

3. Низкая потеря энергии: Полая сердцевина HCPCFs позволяет уменьшить потери энергии света из-за малого взаимодействия излучения с материалом оболочки волокна.

4. Широкий спектр применения: HCPCFs имеют широкий спектр применений в различных областях оптики, таких как фемтосекундная оптика, лазеры и оптические коммуникации.

5. Гибкость: Полые микроструктурированные световоды могут быть легко интегрированы в различные устройства благодаря своей гибкости и внешнему диаметру, сравнимому с традиционными телекоммуникационными волокнами.

6. Управляемость оптическим излучением: HCPCFs позволяют управлять светом в режиме реального времени благодаря возможности регулирования фазовой скорости света внутри сердцевины световода.

В целом, полые микроструктурированные световоды представляют собой перспективный материал для оптической технологии и могут найти широкое применение в различных областях науки и техники.

Наиболее важное свойство полых микроструктурированных световодов – это их способность направлять оптическое излучение высокой интенсивности. Это достигается благодаря специальной конструкции микроструктуры световода, которая создает условия для интерференции света и обеспечивает контролируемое распространение света внутри световода. Это свойство позволяет использовать полые микроструктурированные световоды в качестве интегральных оптических элементов, таких как мультиплексоры и демultipлексоры [10, 11].

Второе важное оптическое свойство полых микроструктурированных световодов – это их способность поддерживать определенные моды света. Моды света – это различные варианты распределения интенсивности света внутри световода. Полые микроструктурированные световоды могут поддерживать различные моды излучения, что позволяет использовать их в качестве оптических фильтров и сенсоров.

Третье важное оптическое свойство полых микроструктурированных световодов – это их способность управлять поляризацией света. Это достигается благодаря анизотропной микроструктуре, которая обеспечивает различную скорость распространения света для разных поляризаций. Это свойство позволяет использовать полые микроструктурированные световоды в качестве оптических поляризаторов.

В настоящей работе было проведено исследование зависимости потерь в полном микроструктурированном световоде (ПМС) от диаметра сердцевины. Конструкция световода представляла собой восемь полых капилляров, прикрепленных к внутренней стенке опорной трубы (рис. 1). Все элементы выполнены из кварцевого стекла [12].

Диаметр сердцевины (D_{core}) – это расстояние между краями противоположно расположенных капилляров. Этот параметр значительно влияет на оптические свойства ПМС.

Зависимость потерь излучения от длины волны в ПМС с различными значениями D_{core} рассчитывалась с помощью программ COMSOL Multiphysics и Matlab. В расчетах учитывалась спектральная зависимость материальных потерь в кварцевом стекле. Таким образом, полученные зависимости потерь в световоде являлись суммарными

потерями и включали в себя как материальные, так и волноводные потери световода (рис. 2).

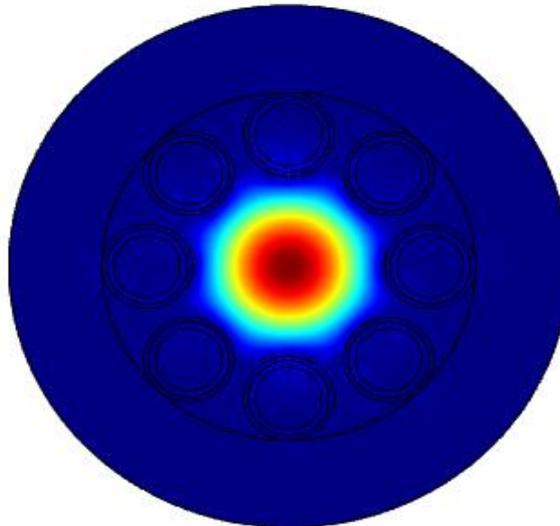


Рисунок 1. Модель полого микроструктурированного световода, направляющего излучение в виде основной моды с максимумом интенсивности излучения в центре полой сердцевины [3, 13].

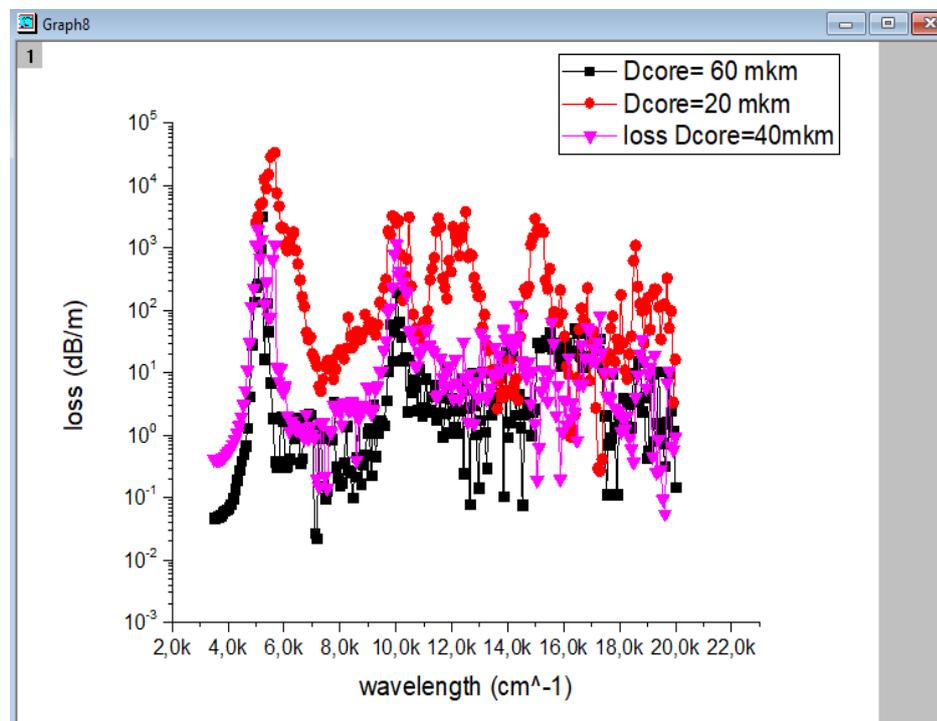


Рисунок 2. Спектральная зависимость потерь от длины волны, выраженной в обратных сантиметрах. Расчеты проводились для световодов с значениями параметра $D_{core} = 20, 40$ и 60 мкм [14].

Видно, что наименьшие потери соответствуют $D_{\text{core}} = 60 \text{ мкм}$. Уменьшение потерь при увеличении диаметра сердцевинны световода происходит из-за уменьшения влияния структуры световода на распространяющееся излучение.

С увеличением диаметра сердцевинны ПМС увеличивается количество мод, которые могут распространяться внутри световода. Это позволяет использовать ПМС для передачи более широкого диапазона длин волн света, что может быть полезно для создания фильтров и сенсоров.

Однако, с увеличением диаметра сердцевинны ПМС увеличивается дисперсия мод, что может привести к искажению передаваемого сигнала.

Таким образом, диаметр сердцевинны является важным параметром, который необходимо учитывать при выборе ПМС для конкретных приложений [15].

Библиографический список:

1. Mangan B. J., Farr L., Langford A., Roberts P. J., Williams D. P., Couny F., Lawman M., Mason M., Coupland S., Flea R., et al., "Low loss (1.7 dB/km) hollow core photonic bandgap fiber," in Optical Fiber Communication Conference, Technical Digest (CD) (Optical Society of America, 2004) (2004), p. paper PD24.
2. Frosz M. H., Nold J., Weiss T., Stefani A., Babic F., Rammler S., Russell P. S. J., "Five-ring hollow-core photonic crystal fiber with 1.8 dB/km loss," *Opt. Lett.* 38(13), 2215–7 (2013).
3. Бирюков А. С., Богданович Д. В., Гапонов Д. А., Прямиков А. Д., "Оптические свойства брэгговских волоконных световодов," *Квантовая электроника* 38(7), 620–633 (2008)
4. Temelkuran B., Hart S. D., Benoit G., Joannopoulos J. D., Fink Y., "Wavelength-scalable hollow optical fibres with large photonic bandgaps for CO2 laser transmission.," *Nature* 420(6916), 650–653 (2002).
5. Hasanuzzaman G. K. M., Selim Habib M., Abdur Razzak S. M., Hossain M. A., Namihira Y., "Low loss single-mode porous-core kagome photonic crystal fiber for THz wave guidance," *J. Light. Technol.* 33(19), 4027–4031 (2015).
6. Sakr H., Bradley T. D., Hong Y., Jasion G. T., Hayes J. R., Kim H., Davidson I. A., Fokoua E. N., Chen Y., Bottrill K. R. H., et al., "Ultrawide bandwidth hollow core fiber for interband short reach data transmission," in Optical Fiber Communication Conference Postdeadline Papers 2019, (Optical Society of America, 2019) (2019), (April), p. Th4A.1.
7. Gladyshev A. V., Kolyadin A. N., Kosolapov A. F., Yatsenko Y. P., Pryamikov A. D., Biriukov A. S., Bufetov I. A., Dianov E. M., "Low-threshold

1.9 μm Raman generation in microstructured hydrogen-filled hollow-core revolver fibre with nested capillaries," *Laser Phys.* 27(2), 025101 (2017).

8. Silva A. A., Barea L. A. M., Spadoti D. H., Francisco C. A. De, "Hollow-core negative curvature fibers for application in optical gas sensors," *Opt. Eng.* 58(7), 1–7 (2019).

9. Wang Y. Y., Peng X., Alharbi M., Dutin C. F., Bradley T. D., G r me F., Mielke M., Booth T., Benabid F., "Design and fabrication of hollow-core photonic crystal fibers for high-power ultrashort pulse transportation and pulse compression," *Opt. Lett.* 37(15), 3111–3113 (2012).

10. hen X., Hu X., Yang L., Peng J., Li H., Dai N., Li J., "Double negative curvature antiresonance hollow core fiber," *Opt. Express* 27(14), 19548 (2019).

11. Kolyadin A. N., Kosolapov A. F., Bufetov I. A., "Optical discharge propagation along hollow-core optical fibres," *Quantum Electron.* 48(12), 1138–1142 (2018).

12. D. Suslov, M. Komanec, E. R. Numkam Fokoua, D. Dousek, A. Zhong, S. Zv nov c, T. D. Bradley, F. Poletti, D. J. Richardson, R. Slav k, "Low loss and high performance interconnection between standard single-mode fiber and antiresonant hollow-core fiber," *Scientific Reports* 11, 8799 (2021).

13. J. H. Os rio, J. B. Rosolem, F. R. Bassan, F. Amrani, F. G r me, F. Benabid, C. M. B. Cordeiro, "Hollow-core photonic crystal fibers as platforms for power-over-fiber applications," 4th Optical Wireless and Fiber Power Transmission Conference (OWPT), 2022.

14. J. H. Os rio, F. Amrani, F. Delahaye, A. Dhaybi, K. Vasko, G. Tessier, F. Giovanardi, L. Vincetti, B. Debord, F. G r me, F. Benabid, "Hollow-core fibers with ultralow loss in the ultraviolet range and sub-thermodynamic equilibrium surface-roughness," *Conference on Lasers and ElectroOptics, (CLEO, 2022)*, paper SW4K.6.

15. F. Amrani, J. H. Os rio, F. Delahaye, F. Giovanardi, L. Vincetti, B. Debord, F. G r me, F. Benabid, "Low-loss single-mode hybrid-lattice hollow-core photonic-crystal fibre," *Light: Science and Applications* 10, 7 (2021).

СЕКЦИЯ 5. СФЕРА УСЛУГ: ОБЩЕСТВЕННОЕ ПИТАНИЕ, ТОРГОВЛЯ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 004.9

РАЗРАБОТКА УЧЕБНОЙ КОНФИГУРАЦИИ ДЛЯ МАЛЫХ ТОРГОВЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ НА ПЛАТФОРМЕ 1С: ПРЕДПРИЯТИЕ 8.3

А.Е. Жунда

студент гр. ФКб-19-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет
665074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83
e-mail: zhundaa@mail.ru

Д.И. Дударев

студент гр. КСМ-22-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет
665074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83
e-mail: dudarev_di@bk.ru

Е.О. Похомчикова

к.э.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский
технический университет
665074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83
e-mail: elena.isea@mail.ru

АННОТАЦИЯ: представленная статья создана в результате работы над выпускной квалификационной работой в рамках программы ДПО. В статье описана необходимость автоматизации малых торговых организаций, а также представлены факторы, препятствующие внедрению представленных на рынке типовых готовых решений от компании «1С», среди которых: относительно высокая стоимость программных продуктов, сопротивление персонал и прочие. Разработанная информационная система позволяет организовать учет товаров по складам с возможностью проведения инвентаризации товаров и их перемещения между складами; учет различных услуг компании и услуг, которые для этой компании оказывают сторонние организации и в целом представляет собой комплексное решение, которое покрывает все потребности малой торговой организации.

Ключевые слова: конфигурирование в системе 1С, технологическая платформа «1С:Предприятие», автоматизация торговой организации.

DEVELOPMENT OF THE TRAINING CONFIGURATION FOR SMALL TRADE ORGANIZATIONS ON THE 1C: ENTERPRISE 8.3 PLATFORM

A.E. Junda

Student

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

D.I. Dudarev

Student

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

E.O. Pokhomchikova

Assistant professor

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

ABSTRACT: the presented article was created as the result of the final qualifying work in the framework of the program of additional professional education. The article describes the need to automate small trading organizations, and also presents the factors hindering the implementation of typical ready-made solutions from the 1C company on the market, including: the relatively high cost of software products, staff resistance, and others. The developed information system allows you to organize the accounting of goods in warehouses with the possibility of inventory of goods and their movement between warehouses; taking into account the various services of the company and the services that third-party organizations provide for this company and, in general, is a comprehensive solution that covers all the needs of a small trading organization.

Keywords: configuration in the 1C system, technological platform "1C: Enterprise", automation of a trade organization.

Данная статья создана в результате работы над выпускной квалификационной работой по программе дополнительного профессионального образования «Информационные технологии в управлении предприятиями и организациями». Тематика выпускной квалификационной работы соответствует модулю 1С, входящего в состав программы подготовки.

Использование специализированных ИТ-решений в торговых компаниях на сегодняшний день является обязательным условием

качественного обслуживания клиентов, исключения ошибок учета, связанных с человеческим фактором и развития бизнеса.

По состоянию на 2022 год на рынке информационных систем по управлению и учету в торговых организациях было представлено несколько крупных компаний, среди которых: SAP for Retail (SAP), Oracle Retail (Oracle), 1С: Управление торговлей 8 (1С), Microsoft Dynamics AX (Microsoft) [1]. В 2023 году ввиду влияния определенных политико-экономических факторов ситуация изменилась: безусловным лидером по разработке готовых решений является компания «1С». Кроме продажи типовых решений, фирма «1С» позволяет сторонним программистам и разработчикам:

- расширять и дорабатывать функционал типовых решений в соответствии с запросами конкретных организаций;
- создавать собственные конфигурации.

Вместе с тем, стоит отметить, что продукты «1С» слабо распространены в малых торговых предприятиях ввиду следующих причин:

- относительно высокая стоимость типовых решений;
- необходимость организации обучения персонала;
- необходимость периодического сопровождения программ 1С (обновление, тестирование и исправление ошибок);
- необходимость приобретения подписки на Информационное Техническое Сопровождение (ИТС) для официального получения обновлений релизов конфигурации.

В связи с вышесказанным становится актуальным вопрос разработки конфигураций с минимально необходимым и достаточным функционалом. Представленная информационная система представляет собой как раз такое решение. Помимо прочего, она также является итоговым заданием по отработке и закреплению полученных в ходе обучения навыков по конфигурированию и программированию в среде 1С.

Структура объектов разработанной конфигурации представлена на рисунке 1.



Рисунок 1. Объекты конфигурации

Основная функциональность реализуемого проекта по автоматизации малой торговой организации выражена в следующих пунктах технического задания:

1 Установка начальных остатков

1.1 Документ «Начальные остатки», хранящий данные о наличии товаров на складах при начале работы с конфигурацией.

2 Система учета номенклатуры организации

2.1 Документы, регистрирующие факты хозяйственной деятельности:

- Документ «Приходная накладная» (ПН), отражающий данные о поступлении товаров.

- Документ «Расходная накладная» (РН), отражающий списание товаров со склада и полученные доходы.

- Документ «Установка цен номенклатуры».

2.2 Регистры, необходимые для регистрация изменений в базе данных:

- «Остатки» (движения документов: «Установка начальных остатков», ПН, РН, «Перемещение товара по складам», «Списание недостач», «Оприходование излишков»).

- «Продажи» (движения документа РН).

- «Расходы» (движения документа ПН).

- «Регистр цены» (движения документа «Установка цен номенклатуры»).

2.3 Отчеты, необходимые для вывода аналитики:

- Учет товаров по складам.

- Анализ продаж.

- Анализ расходов.

- Прайс-лист товаров и услуг.

- Отчет по продажам по каждому продавцу.

- Рейтинг клиентов.

3 Подсистема выполнения инвентаризации товаров по складам

3.1 Документ «Инвентаризация товаров».

3.2 Документ «Оприходование излишков», который вводится на основании документа «Инвентаризация товаров» при появлении излишков, не учтенных в базе.

3.3 Документ «Списание недостач», который вводится на основании документа «Инвентаризация товаров» при появлении недостачи товара на складе).

4 Подсистема выполнения перемещения товаров по складам

- Документ «Перемещение товара по складам».

5 Подсистема учета услуг сторонних организаций

5.1 Документ «Поступление услуг сторонних организаций».

5.2 Регистр накопления «Услуги сторонних организаций».

5.3 Отчет «Поступление услуг по контрагентам», в котором будут выводиться суммы услуг каждым контрагентом.

Разработанная конфигурация позволяет организовать учет товаров по складам с возможностью проведения инвентаризации товаров и их перемещения между складами; учет различных услуг компании и услуг, которые для этой компании оказывают сторонние организации. Данная конфигурация автоматизирует создание различных отчетов, позволяющих контролировать и анализировать все основные результаты работы организации. В конфигурации созданы и настроены нужные права доступа для различных пользователей, таких как: Администратор, Менеджер, Продавец. Информационная система имеет простой и интуитивно понятный интерфейс, позволяющий обычному пользователю без каких-либо затруднений начать работать с ней.

Библиографический список:

1. Системы автоматизации: что выбирает ритейл? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.retail.ru/articles/sistemy-avtomatizatsii-cto-vybiraet-riteyl/>

2. Радченко М.Г. Хрусталева Е.Ю. 1С:Предприятие 8.3. Практическое пособие разработчика. Примеры и типовые приемы. Издание 3-е. - 1С:Библиотека разработчика. – 2022ю – 983 с.

УДК 663.8

БЕЛКОВО-УГЛЕВОДНЫЕ ГЕЛИ ДЛЯ СПОРТИВНОГО ПИТАНИЯ

Д.Т.Рахимова

Студент г. ТПб-19-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: dasha.rakhimova.2001@mail.ru

Н.П.Тигунцева

к.х.н, доцент

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: tignadezhda@yandex.ru

АННОТАЦИЯ: Обоснована целесообразность использования белково-углеводных гелей с улучшенной пищевой ценностью для людей с повышенной физической активностью и питания спортсменов, востребованных в большинстве видов спорта. Приведен сравнительный

анализ состава ингредиентов белково-углеводных гелей, их достоинства, недостатки и цена.

Ключевые слова: спортивное питание, белково-углеводный гель, мальтодекстрин, фруктоза.

OVERVIEW OF PROTEIN AND CARBOHYDRATE GELS FOR SPORTS NUTRITION

D.T.Rahimova
Student

Irkutsk National Research Technical University
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83
e-mail: dasha.rakhimova.2001@mail.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 expediency of using protein-carbohydrate gels with improved nutritional value for people with increased physical activity and nutrition of athletes, who are in demand in most sports, has been substantiated. The comparative composition of the ingredients of protein-carbohydrate gels, their advantages, disadvantages and price are given.

Keywords: sports nutrition, protein-carbohydrate gel, maltodextrin, fructose.

Сейчас многие люди находятся в постоянном движении, им необходим удобный и быстрый источник питания и энергии. Углеводно-белковые гели предназначены для спортивного питания, а также для лиц с высокими физическими нагрузками и представляют собой готовый к употреблению специализированный функциональный продукт, который может использоваться в виде основного или дополнительного питания. Часто такой продукт используется во время бега, триатлона и в других видах спорта, требующих больших затрат энергии, а также восполнение углеводов необходимо, чтобы поддерживать нужный темп на протяжении всей дистанции [1].

Кроме этого, необходимо отметить, что подросткам и взрослым людям необходим дополнительный источник энергии, в связи с тем, что наблюдается напряженный ритм жизни, отсутствие полноценного отдыха и несбалансированного питания. Поэтому данная тема углеводно-белковых гелей является актуальной.

Цель работы провести сравнительный анализ углеводно-белковых гелей и выделить их достоинства и недостатки.

В таблице 1 приведено сравнение белково-углеводных гелей различных производителей и по компонентному составу.

Таблица 1

Сравнительный состав белково-углеводных гелей [2]

Страна производства	Название, цена	Состав											
		Вода	Загустители	Подсластители	Консерванты	Улучшители вкуса	Антиокислители	Стабилизаторы	Аминокислоты	Кофеин	ПВ*	ВМК**	
США	Гель SIS, 200Р	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
	Гель GU Liquid Energy, 210Р	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
	Energy Gel Elite, 310Р	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	+
Чехия	NUTREND Carbo snack, 120Р	+	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-
Германия	SQUEEZY ENERGY SUPER GEL, 240Р	+	+	-	+	+	+	+	-	+	-	-	
	МАРАФОН SCIENCE IN SPORT, 300Р	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	
Россия	Гель Арена с BCAA, 125Р	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	
	PowerUp, 140Р	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	
	Tunner Energy Gel Isotonic, 129 Р	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	
	SPONSER LIQUID ENERGY PLUS, 179 Р	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	

*ПВ – пищевые волокна

**ВМК – витаминно-минеральный комплекс

Из таблицы видно, что на рынке спортивного питания представлены гели, основой которых являются легкоусваиваемые сахара – мальтодекстрин, глюкоза, фруктоза, также добавляют витамины, электролиты, кофеин и таурин, плюс ароматизаторы для вкуса. Как правило, один гель содержит порядка 20 г углеводов или 100 ккал. По

консистенции гели тоже могут отличаться – от более густых до почти жидких [1].

Для поддержания энергетического баланса организма в норме важно использовать натуральные источники энергии. Так, например, в составе геля GU Liquid Energy помимо различных энергетических добавок содержится экстракт листьев зеленого чая, который является натуральным источником энергии, обладает широким спектром полезного действия и оказывает на организм человека жиросжигающее, антибактериальное и антиоксидантное воздействие [3].

В геле Арена с ВСАА присутствует экстракт гуараны, который улучшает физическое и эмоциональное состояние спортсмена, повышает выносливость и положительно сказывается на мозговой деятельности, обладает энергетическими и тонизирующими свойствами, помогает процессу распада жира [4]. Значительный вклад в состав геля вносят ВСАА аминокислоты – это комплекс из 3 незаменимых аминокислот, которые предохраняют мышцы от разрушения и стимулируют их рост, что не мало важно для спортсменов. Содержащиеся пищевые волокна нормализуют работу кишечника и способствуют очищению организма от токсинов и шлаков [6].

В состав геля Energy Gel Elite входит смесь электролитов (Na, K, Ca, Mg, Cl) и витаминов группы В. Электролиты участвуют в обмене веществ, нормализуют солевой баланс и способствуют преобразованию гликогена в энергию, поэтому спортсмену необходимо регулярно пополнять их уровень в организме. Витамины принимают участие в синтезе белка в организме и должны в достаточном количестве поступать с пищевыми добавками [5].

Одним из важных качеств геля Tunner Energy Gel Isotonic является содержание в составе нормируемого количества нутриентов-витаминов различных групп и значительное повышение их биодоступности за счет активных веществ [7]. Например, морской кальций водоросли LITHOTHAMNIUM CALCAREUM (Литотамниум Калькареум), входящий в состав геля, является дополнительным источником кальция. Присутствие минеральных солей помогают работе мышц и сердца. Также спортивный гель содержит в составе пищевое волокно камедь акации, которая является натуральным пребиотиком [8].

Основное отличие геля PowerUp от Squeezy Energy Super Gel – это то, что в спортивный гель добавляется концентрат натурального сока и не содержит кофеина, и ароматизаторов, а соли калия повышают выносливость спортсмена.

Источником энергии спортивного продукта чешского производства NUTREND Carbosnack является таурин и глицин. В его составе также не содержится кофеина и вредных веществ.

Энергетический гель Sponser Liquid Energy Plus изготавливается с добавлением кофеина, таурина и инозитола. Основной компонент фруктоза, благодаря которой организм активизирует выработку ферментов и получает быстрый источник энергии для работы мышц. Наличие в рецептуре геля стимулирующего вещества типа кофеина повышает концентрацию внимания и скорость мыслительных процессов. Инозин оказывает антигипоксическое и анаболическое действие [7,9].

Введение в состав спортивных гелей Марафон Science in Sport и SIS мальтодекстрина позволяет получать больше энергии, а для их усвоения практически не требуется вода [7]. Первый продукт для спортсменов в форме геля содержит безопасные компоненты и выпускается без стероидов. Второй гель SIS больше подходит для вегетарианцев, так как не содержит лактозы, глютена, сои, пшеницы.

Достоинствами гелей является высокая скорость усвоения, высокая концентрация компонентов в компактном формате, консистенция удобна для употребления на ходу – нет необходимости глотать, употребление геля не создает ощущение переполненного желудка, в отличие от твердой пищи гели устойчивы к низкой и высокой температуре – не застывают в холоде и не тают в жару, разнообразие вкусов, которые можно чередовать в течение движения, например, бега.

К недостаткам гелей можно отнести необходимость запивать их водой; употребление в ходе физической нагрузки только гелей и воды не обеспечивает организм элементами, которые выходят с потом – натрий, хлор, калий; цена, так как при длительной активности необходимо большое количество геля для восполнения углеводов, и даже при цене геля 100-200 рублей, в сумме выходит немало.

В целом проанализировав рынок спортивных углеводно-белковых гелей, можно сделать вывод, что гели российского производства имеют более выгодные достоинства для спортсменов и людей ведущих активный образ жизни, имея при этом наиболее низкие цены в сравнении с иностранными аналогами. В них преимущественно натуральные компоненты с повышенной функциональностью. Предлагаемые гели могут активно использоваться и помогать спортсменам в достижении поставленных целей.

Библиографический список:

1. Воробьева В.М. Классификация и характеристика специализированных продуктов для питания спортсменов / В.М. Воробьева, Л.Н. Шатнюк, И.С. Воробьева и др. // Вопросы питания. - 2010. - № 6 (79). - С. 64-68.

2. Eday.pro [Электронный ресурс] / Энергетические гели для питания; ред. Бут И.А. – электрон. дан. – М.: Eday.pro, 2023 – Режим доступа: <https://eday.pro>, свободный. – Загл. с экрана.

3. Лукин А.А. Перспективные направления использования зеленого чая в качестве биологически активного вещества в технологии продуктов питания / А.А. Лукин // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2015. – Т.3, №2. – С. 5-9.

4. Тайнанайко Т.М. Экстракт гуараны – основа новых функциональных безалкогольных напитков / Т.М. Тайнанайко, В.В. Романченко, И.И. Чурина, Г.Г. Садовничая // Пиво и напитки. – 2007. - №2. – С. 44-46.

5. Спиричев В.Б., Шатнюк Л.Н., Позняковский В.М. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами. Наука и технология. Новосибирск, 2005. - С. 547.

6. Броневец И.Н. Пищевые волокна – важная составляющая сбалансированного здорового питания / И.Н. Броневец // Медицинские новости. – 2015. - №10. – С. 46-48.

7. Штерман С.В. Пищевые спортивные гели для фитнеса и спорта / С.В. Штерман, Г.И. Андреев // Пищевая промышленность. – 2012. - №3. – С. 60-64.

8. Алпатов Д.А. Спортивное питание: подробный разбор / Д.А. Алпатов // Международный студенческий научный вестник. – 2020. – № 3.

9. Штерман, С.В. Специализированные напитки для фитнеса и спорта /С.В. Штерман, Г.И. Андреев, Е.Б. Черепенникова //Пиво и напитки. – 2012. – № 2. – С. 27-31.

УДК 004.89

НЕЙРОСЕТЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ИНСТРУМЕНТ АНАЛИЗА СОСТОЯНИЯ ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ КРЕДИТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

А.М. Петрова

студент гр. ФКб-19-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: Arina.M.Petrova@yandex.ru

Е.О. Похомчикова

К.э.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: Elena.isea@mail.ru

АННОТАЦИЯ: в статье выдвинута гипотеза о том, что для анализа несостоятельности кредитных организаций и предупреждения на этой основе их банкротства можно использовать нейросетевые технологии. Описаны особенности работы нейронных сетей, в том числе преимущества их использования по сравнению с традиционными алгоритмами. Представлен краткий анализ литературных источников по тематике исследования. В общем описан механизм работы нейросети при выявлении признаков банкротства финансовых организаций.

Ключевые слова: кредитные организации, банкротство, нейронные сети, финансовая устойчивость.

NEUROSET AS A TOOL FOR ANALYSIS OF CREDIT ORGANIZATIONS FINANCIAL STABILITY STATE

A.M. Petrova
Student

Irkutsk National Research Technical University
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83
e-mail: Arina.M.Petrova@yandex.ru

E.O. Pokhomchikova
Assistant professor

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

ABSTRACT: the article puts forward a hypothesis that neural network technologies can be used to analyze the insolvency of credit institutions and prevent their bankruptcy on this basis. The features of the operation of neural networks are described, including the advantages of their use in comparison with traditional algorithms. A brief analysis of literary sources on the subject of the study is presented. In general, the mechanism of the neural network operation in identifying signs of bankruptcy of financial organizations is described.

Keywords: credit organizations, bankruptcy, neural networks, financial stability.

В настоящее время российские коммерческие банки часто сталкиваются с кризисными ситуациями, что в значительной мере является следствием неэффективного управления, основанного на неадекватной оценке банками своего состояния на несколько отчетных периодов вперед.

На 1 января 2023 года численность кредитных организаций составила 370. Проследить динамику снижения кредитных организаций в нашей стране можно на рисунке.



Рисунок 1. Численность кредитных организаций с отзывенными лицензиями на осуществление банковских операций¹

В период с 2001 по 2023 гг. сокращение кредитных организаций не было столь же стремительным, как и в конце 20 века и составило лишь четверть от численности в 2001 года [1]. Отзыв лицензии у кредитной организации приравнивается к банкротству.

Банкротство кредитных организаций (несостоятельность кредитных организаций) – это признанная арбитражным судом неспособность организации в полной мере и в нужный срок удовлетворить свои денежные обязательства перед кредиторами и налоговыми органами.² Стоит отметить, что банкротство кредитных организаций ведет не только к снижению численности кредитных организаций, но и к снижению доверия населения к банковской системе. Таким образом, особо актуальными являются методы анализа финансовой устойчивости кредитных организаций, применение которых позволит предупредить их банкротство, что в свою очередь, во-первых, поможет сохранить доверие к банковской системе, а, во-вторых, сэкономить денежные средства на разработку и внедрение мер по финансовому оздоровлению признанных несостоятельными кредитных организаций. Кредитные организации проще и дешевле не оздоравливать, а проводить анализ их финансовой устойчивости с помощью цифровых технологий. В качестве такой технологии можно выделить нейронные сети.

¹ Официальный сайт Центрального банка Российской Федерации – Количественные характеристики банковского сектора Российской Федерации. URL: https://cbr.ru/statistics/bank_sector/lic/ (дата обращения: 17.03.2023)

² Федеральный закон от 26 октября 2002 г. №127-ФЗ «О несостоятельности (банкротстве)» (изм. от 28 декабря 2022 г.).

Нейронные сети и нейрокомпьютеры – одно из направлений компьютерной индустрии, в основе которого лежит идея создания искусственных интеллектуальных устройств по образу и подобию человеческого мозга[2].

Нейронные сети обладают существенным преимуществом перед традиционными алгоритмами: они не программируются, а обучаются. В процессе обучения нейронная сеть выявляет зависимости между входными данными и результатами. На этапе обучения происходит вычисление синаптических коэффициентов в процессе решения нейронной сетью задач, в которых нужный ответ определяется не по правилам, а с помощью примеров, сгруппированных в обучающие множества. Таким образом, нейросеть на этапе обучения сама играет роль эксперта в процессе подготовки данных для построения экспертной системы. Предполагается, что правила находятся в структуре обучающих данных.

Нейронная сеть обладает свойством обобщения, то есть способностью узнавать незнакомые образы. Это означает, что, в случае успешного обучения, сеть сможет предсказать правильный результат на основе данных, которые отсутствовали в обучающей выборке. Нейронные сети имеют широкое практическое применение и используются для решения многих задач, таких как диагностика в медицине, прогнозирование валютных курсов и котировок ценных бумаг, управление кибернетическим объектом и многих других. Нейронные сети, в том числе, могут быть использованы для диагностики банкротства предприятий.

Применение нейросетевых технологий в прогнозировании банкротства предприятий было исследовано в работах ряда зарубежных авторов. Авторам Li-Jen Ko, Edward J. Blocher и P. Paul Lin принадлежит статья «Prediction of Corporate Financial Distress: An Application of the Composite Rule Induction System», опубликованная в 2009 году. В рамках данной работы рассмотрены традиционные подходы в прогнозировании банкротства, построены модели (composite rule induction system, логит-модель и нейронная сеть) для прогнозирования банкротств в Тайване, сделаны сравнения результатов оценки вероятности финансового краха. В результате исследования был сделан вывод о том, что нейронная сеть обладает такой же эффективностью, как CRIS (composite rule induction system), и лучше, чем логит-модель в решении задачи диагностики банкротства компаний [3].

P. Coasts и L. Fant принадлежит статья «Recognizing financial distress patterns using a neural network tool». В ней авторы использовали множественный дискриминантный анализ (MDA), а также нейросетевые технологии. Результаты демонстрируют, что нейросетевые технологии оказались более эффективными, чем модель на основе MDA. Среди

преимуществ использования нейронной сети можно выделить способность прогнозировать банкротство на более ранних сроках [4].

Другие зарубежные авторы, среди которых L. Salchenberger, E. Cinar, N. Lash, Z. Yang, M. Platt, H. Platt отмечают более высокую эффективность нейросети в решениях задач прогнозирования банкротства [5].

Каждая компания, в том числе кредитные организации в процессе своей деятельности ежедневно генерирует какие-то данные. Кредитные организации на конец каждого дня составляют бухгалтерский баланс. Это значит, что можно собрать набор неких метрик (признаков), которые характеризуют компанию каждый день и на основе этих данных проводить прогнозирование вероятности наступления банкротства.

Для обучения можно взять данных кредитных организаций, которые обанкротились и рассчитывать для них метрики за N дней до начала банкротства, а также взять случайный набор компаний не банкротов и рассчитать метрики для них на случайные даты. Таким образом, получим обучающую выборку, где есть примеры компаний, которые обанкротятся в будущем, и примеры компаний, которые в будущем не обанкротятся.

Далее начинается стандартная процедура построения модели машинного обучения с рядом экспериментов. Данные обрабатываются специальным образом (Preprocessing), строится модель, анализируются результаты(метрики) и все повторяется снова и снова до тех пор, пока метрики модели не начнут удовлетворять. Затем наступает этап оценки результатов, на начальном этапе точность может варьироваться от 50 до 80%, в основном результат зависит от количества организаций и длительности данных: чем больше, тем лучше. После оценки результатов наступает этап принятия целесообразности внедрения или продолжения обучения.

В завершении можно сделать вывод о том, что при должном уровне настройки (выборе входных переменных и подборе необходимых параметров обучения) нейронная сеть может выдать достаточно точный анализ финансовой устойчивости кредитных организаций, что в свою очередь поможет снизить вероятность их банкротства.

Библиографический список:

1 Шаламов, Г. А. Деятельность Банка России по оздоровлению отечественной банковской системы / Г. А. Шаламов, А. М. Петрова. // Финансовая экономика – 2022. – Номер 4. – С. 77-82.

2 Ясницкий Л.Н. Интеллектуальные системы. – М.: Лаборатория знаний, 2016 – 221 с.

3 Sandeepa Kaur. Prediction of Corporate Financial Distress: An Application of the Composite Rule Induction System // ABS International Journal of Management. – 2009. – P. 17-24.

4 P. Coasts, L. Fant «Recognizing financial distress patterns using a neural network tool» // SSRN Electronic Journal. – 2017.

5 Harlan Platt Probabilistic Neural Networks in Bankruptcy Prediction // Journal of Business Research. – 1999.

УДК 004.5

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ БИБЛИОТЕКИ

А.М. Петрова

студент гр. ФКб-19-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: Arina.M.Petrova@yandex.ru

Е.О. Похомчикова

К.э.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: Elena.isea@mail.ru

АННОТАЦИЯ: в статье рассматривается проблематика автоматизации библиотеки, перечислены современные программные продукты, представленные на российском рынке. Кратко описана функциональность системы «1С:Библиотека». Ввиду относительной дороговизны программного обеспечения не во всех библиотеках, особенно в сельских местностях, имеется возможность его установки и сопровождения. В качестве решения данной проблемы предложено разработать на платформе 1С:Предприятие небольшую конфигурацию с ограниченным функционалом, содержащую минимальный набор опций для ведения учета библиотечной деятельности.

Ключевые слова: автоматизация библиотечной деятельности, технологическая платформа «1С:Предприятие», система «1С:Библиотека», объекты конфигурации.

DEVELOPMENT OF INFORMATION SYSTEM FOR LIBRARY AUTOMATION

A.M. Petrova

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: Arina.M.Petrova@yandex.ru

E.O. Pokhomchikova

Assistant professor

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: Elena.isea@mail.ru

ABSTRACT: the article discusses the problems of library automation, lists modern software products presented on the Russian market. The functionality of the 1С:Library system is briefly described. Due to the relative high cost of software, not all libraries, especially in rural areas, have the ability to install and maintain it. As a solution to this problem, it is proposed to develop a small configuration with limited functionality, containing a minimum set of options for keeping records of library activities.

Keywords: automation of library activities, «1С:Enterprise» technology platform, «1С:Library» system, configuration objects.

В современном мире успешная деятельность компаний не представляется возможной без использования автоматизированных систем накопления и обработки информации. Использование таких систем позволяет решить задачи, специфичные для той области, для которой она предназначена, и упростить работу персонала компании.

В настоящее время можно выделить следующие программные продукты для автоматизации библиотечной деятельности, представленные на российском рынке: «1С:Библиотека», «ОРАС-Global», «Коха», «АБИС Либра», «АБИС Руслан», «Либэр», «АИБС МегаПро», «АБИС Марк», «Фолиант», «АБИС ИРБИС» [1]. Все из перечисленных систем имеют обширный функционал. К примеру, в системе «1С:Библиотека» предусмотрена возможность комплектования книжного фонда, а также учета, актуализации и его хранения, реализована каталогизация, имеется обеспечение процессов движения фонда и обслуживания читателей, представлен виртуальный кабинет читателя. Эта система позволяет строить различные отчеты и вести статистику в разных разрезах [3].

Стоит отметить, что стоимость программного обеспечения из представленного списка начинается от 30 тысяч рублей, не включая стоимости внедрения и сопровождения. В то же время по итогам мониторинга Российской национальной библиотеки, на 1 января 2020 года сеть общедоступных региональных и муниципальных библиотек ведения органов культуры насчитывала 41 497 библиотек, из них:

- 251 – центральные библиотеки субъектов РФ;
- 41 246 – муниципальные библиотеки, которые включают:
 - 35 105 – муниципальные библиотеки в составе профессиональной библиотечной сети;

- 6 141 – муниципальные библиотеки – структурные подразделения учреждений культурно-досугового типа и других организаций, оказывающих общедоступные библиотечные услуги населению.

Из общего числа общедоступных библиотек:

- 32 906 – муниципальные библиотеки в сельской местности (79 %);
- 3 611 – муниципальные библиотеки, которым в регионах присвоен статус «Модельная библиотека» (9 %) [2].

Из представленных данных можно сделать вывод о том, что не в каждой библиотеке, особенно в сельских местностях, есть возможность установить программное обеспечение, стоимостью более 30 тысяч рублей. Тем не менее, автоматизировать деятельность все же необходимо. Для решения данной проблемы предлагается разработать конфигурацию на платформе «1С:Предприятие». Функционал данной конфигурации существенно ниже по сравнению с прикладным решением «1С:Библиотека», однако включает в себя минимальный набор опций, необходимых для реализации библиотечной деятельности.

Разработанная конфигурация включает в себя следующие объекты: справочник «Читатели» (с реквизитом «Номер телефона» и настроенной маской ввода для удобства его заполнения); справочник «Книги» (с реквизитами «Автор» и «Год издания»); документ «Выдача книг» для реализации факта выдачи книг читателям (с реквизитами «Читатель» и табличной частью «Список книг»); документ «Возврат книг» для реализации факта возврата книг читателями (вводится на основании документа «Выдача книг»); регистр накопления вида остатков «Выданные книги» для реализации учета книг и читателей (с документами-регистраторами «Выдача книг» и «Возврат книг»); отчет «Выданные книги» с возможностью отбора по читателям и книгам (см. схему данных на рисунке 1).

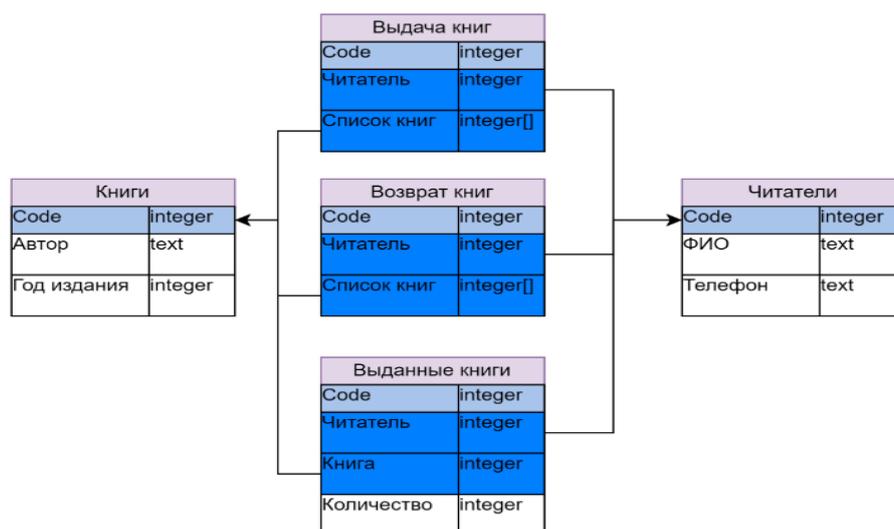


Рисунок 1. Схема данных разработанной конфигурации

Форма отчета представлена на рисунке 2.

Читатель	Книга
Александрова Александра Александровна	Алиса в стране чудес
	Маленький принц
Иванов Иван Иванович	Алиса в стране чудес
	Моби Дик, или Белый кит
	Шерлок Холмс
Петров Петр Петрович	Шерлок Холмс

Рисунок 2. Форма отчета по выданным книгам с возможностью отбора по читателю и книге

Разработанная конфигурация позволит автоматизировать учет в небольшой библиотеке, а также поможет сократить время сотрудника при подготовке отчета по читателям-должникам. В дальнейшем имеется возможность доработки предложенного решения и расширения его функциональности в зависимости от запросов конкретной библиотеки.

Библиографический список:

1. Рейтинг программ и облачных сервисов для построения корпоративных библиотек [Электронный ресурс]. - <https://www.livebusiness.ru/tools/library/>

2. НИР «Актуальные проблемы трансформации региональных библиотечных систем в информационном обществе». Общедоступные библиотеки Министерства культуры Российской Федерации: итоги мониторинга сети – 2020 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nlr.ru/nmo/dep/artupload/nmo/article/RA4295/NA42386.pdf>

3. 1С:Библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://solutions.1c.ru/catalog/library/features>

УДК 663.81

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ НАПИТКИ ИЗ СОЕВЫХ БОБОВ

П.С. Панихина

Студент гр. ТПб-20-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: p.panikhina@gmail.com

П.О. Харитонova

Студент гр. ТПб-20-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: nizovtseva2002@list.ru

Ю.А. Шиварова

Студент гр. ТПб-20-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: ju1.sh@mail.ru

Г.С. Гусакова

К.с.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: gusakova58@mail.ru

АННОТАЦИЯ: Целью данной работы являлась разработка способа приготовления напитков-снеков на основе соевых бобов. В ходе проведенного исследования выполнен обзор литературных источников. Разработан композиционный состав и способ приготовления нового напитка «Неженка» на основе соевого молока. Получен лабораторный образец и приведены органолептические и физико-химические показатели.

Ключевые слова: соевые бобы, напитки-снеки, соевый лецитин, тыквенный сок

FUNCTIONAL SOY BEAN DRINKS

P.S. Panikhina

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: p.panikhina@gmail.com

P.O. Kharitonova

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: nizovtseva2002@list.ru

Y.A. Shivarova

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: ju1.sh@mail.ru

G.S. Gusakova

Assistant professor

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: gusakova58@mail.ru

ABSTRACT: The purpose of this work was to develop a method for preparing drinks-snacks based on soybeans. In the course of the conducted research, a review of literary sources was carried out. The composition and method of preparation of a new drink "Sissy" based on soy milk have been developed. A laboratory sample was obtained and organoleptic and physico-chemical parameters were given.

Keywords: soybeans, snack drinks, soy lecithin, pumpkin juice

В современном мире ассортимент напитков постоянно растет. При этом их основная функция заключается не только в утолении жажды, но и в наполнении организма полезными для здоровья питательными и функциональными веществами. Поэтому появилось новое направление-напитки-снеки. «Snack» в переводе на русский означает быструю закуску. Основными требованиями для них является высокая калорийность, удобство употребления и привлекательный внешний вид. Данные требования могут удовлетворить напитки на основе соевых бобов, которые обладают следующими фармакологическими свойствами:

– содержат огромное количество аминокислот и белковых соединений, а также масел, богатых липоидами и триглицеридами;

– насыщают человеческий организм белком, не уступающим по своим свойствам мясному и содержащим восемь незаменимых аминокислот. Эти биоактивные элементы регулируют метаболические процессы, поддерживают мозговую деятельность и иммунную систему, являются основными материалами, участвующими в построении ферментов;

– имеют высокое содержание функциональных компонентов (фолиевой кислоты, микро- и макроэлементов, витаминов гр. В, РР, Е и др.), что делает напиток особо ценным для поддержания иммунитета.

Молочные напитки-снеки на основе сои могут составить хорошую альтернативой коровьему молоку для тех, кто не переносит лактозу и животный белок. Они также будут полезны людям, страдающим диабетом и желающим избавиться от лишних килограммов.

Целью данной работы является разработка способа приготовления напитков-снеков на основе соевых бобов.

Задачи проведенного исследования: обзор литературных источников; изучение технологических свойств компонентов; разработка композиционного состава и способа приготовления нового напитка; получение лабораторного образца и оценка качества.

Экспериментальные исследования проводились в лабораториях ИРНТУ. Объектом исследования являлись соевые бобы, предметом исследования- технология переработки бобов с целью приготовления нового функционального напитка «Неженка».

Методы анализа проводили по [4-10].

Обзор научной литературы показал, что наряду с полезными свойствами соевых бобов при их переработке существуют такие проблемы как, необходимость удаления ингибитора трипсина, бобового аромата и привкуса [12,13].

При использовании традиционной технологии они решаются за счет тепловой обработки, но это, по мнению ряда авторов, недостаточно эффективно [2,3]. К инновационным методам относятся ферментативные, применение СВЧ технологии и докритическая СО₂ экстракция.

В ходе эксперимента сравнивали образцы соевого молока, полученные после температурной обработки традиционным методом и методом СВЧ. Также изучали влияние температуры и продолжительности экстракции сухих веществ. Проводили оценку органолептических показателей, полученных образцов соевого молока.

На первом этапе изучали влияние предварительной обработки на содержание экстрагируемых веществ. Для этого готовили соевое молоко из сухих и предварительно замоченных бобов. Для замачивания использовали водопроводную фильтрованную воду. Продолжительность процесса-12 часов, температура 22 - 25°С, периодичность смены воды каждые 3 - 4 часа. Установили, что содержание сухих веществ на 45% выше при использовании сухих бобов.

Второй этап заключался в изучении влияния вида нагрева (традиционный метод и метод СВЧ) и его продолжительности. В результате исследования выяснили, что традиционный нагрев суспензии

сухих соевых бобов при 90-100°C в течение 40 минут позволяет существенно снизить бобовый привкус и запах.

На основе полученных данных была разработана принципиальная схема получения соевого молока (рис. 1).

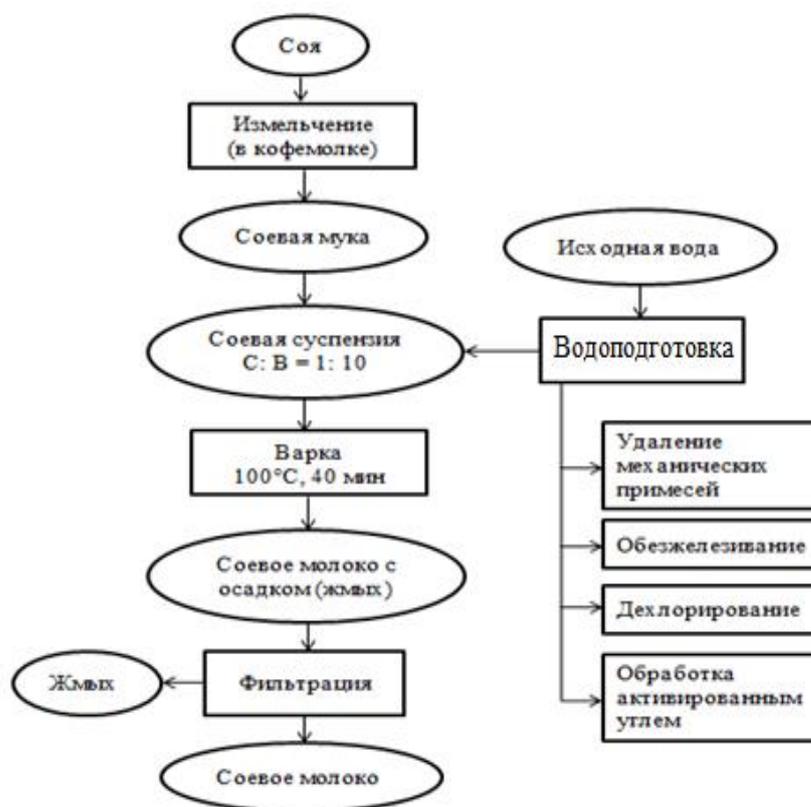


Рисунок 1. Принципиальная схема получения соевого молока

Полученный образец соевого молока имеет лёгкий жёлтый цвет, вкус сладковатый с лёгким травянистым привкусом. Содержание сухих веществ 3,2%, кислотность 7,8 г/л.

На основе пробных купажей была разработана рецептура напитокков-снеков «Неженка». Рецептура, физико-химические показатели и расход сырья приведены в таблицах 1 - 3 соответственно.

Таблица 1

Купаж на 1 л напитка

Компоненты	Единицы измерения	Количество
Соевое молоко	л	0,9
Тыквенный сок	л	0,1
Лицитин	г	5
Мёд	г	5

Таблица 2

Физико-химические и органолептические показатели

Физико-химические показатели	Органолептические показатели
Содержание сухих веществ, г на 100 г напитка-	Цвет - кремовый с лёгким бежевым оттенком
Кислотность, мл н.раствора щелочи на 100 мл напитка -	Вкус и аромат – молочный , с легким ненавязчивым ароматом

Таблица 3

Расход сырья на 100 дал напитка

Наименование сырья	Единица измерения	В натуре	Содержание сухих веществ в сырье	
			%	Кг
Соевые бобы	кг	100 кг	-	-
Сок тыквы	л	10л	10	13
Мёд	кг	5 кг	-	-

Данный продукт, помимо соевого молока, содержит ценные растительные экстракты: тыквенный сок и соевый лецитин.

Тыква отличается высоким содержанием бета-каротина, который эффективно борется со злокачественными новообразованиями. Кроме этого, содержит минеральные компоненты: калий (укрепляет сосуды), железо (эффективно при анемии), цинк (участвует в построении костной системы). В тыкве содержится много пектина, способствующего выведению из организма хлоридов и «плохого» холестерина. Кроме этого, нативный пектин связывается с белками сои, что стабилизирует напиток от расслоения.

Лецитин представляет собой комплекс фосфолипидов, состоящий из ненасыщенных и насыщенных жирных кислот, фосфорной кислоты, глицерина и холина. Ни одна клетка организма не может обойтись без этих соединений, необходимых для процессов роста и развития. Из него состоит около половины ткани печени и до трети изолирующих защитных тканей, окружающих нейроны головного и спинного мозга, а также значительная часть сердечной мышцы. Элемент также участвует во многих биологических процессах, чем обусловлена его незаменимость для организма.

Таким образом, были проведены экспериментальные работы: термическая обработка с помощью электрической плиты, СВЧ-печь (микроволновое излучение), измельчение сухих и замоченных бобов.

На основе полученных данных разработана принципиальная схема приготовления соевого молока и рецептура нового сокосодержащего напитка-снека «Неженка».

Оценка качества полученного продукта проведена по физико-химическим и органолептическим показателям подтверждает его соответствие предъявляемым требованиям ГОСТ 32105-2013 Консервы. Продукция соковая. Напитки сокосодержащие фруктовые и фруктово-овощные. Общие технические условия.

Библиографический список:

1. Никулин П.А., Фещенко Т.Т., Родионов А.Г. Способ производства соевого молока: RU2142712C1 патент.
2. Комолых О.М., Комолых Р.В., Ярушин А.М., Верхотуров С.В. Способ изготовления соевого молока RU 2 030 883 C1: патент.
3. С.Б. Иваницкий, И.С. Иваницкий, Б.Б. Суруханов Способ приготовления соевого молока. RU2058082C1: патент.
4. ГОСТ 12041-82 Семена сельскохозяйственных культур. Метод определения влажности.
5. ГОСТ 13586.3-2015 Зерно. Правила приемки и методы отбора проб.
6. ГОСТ 19792-2017 Мед натуральный. Технические условия
7. ГОСТ Р 52451-2005 Меды монофлорные. Технические условия
8. ГОСТ 7975 2013 Тыква продовольственная свежая. Технические условия
9. ГОСТ 17109-88 Соя. Требования при заготовках и поставках
10. ГОСТ Р 56543-2015 Напитки функциональные. Общие технические условия
11. А. И. Стифеев, А. Я. Башкатов, Ж. Н. Минченко Современные технологии возделывания сои: учебное пособие. : ЛАНЬ, 2022. 186 с.
12. Башкатов А.Я., Минченко Ж.Н, Стифеев А.И Соя. Современная агротехника. Учебное пособие для СПО: учебное пособие. : ЛАНЬ, 2022. 188 с.
13. Поль Пакен Функциональные напитки и напитки специального назначения: учебное пособие. : Профессия, 2010. 508 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

СЕКЦИЯ № 1 ПРИКЛАДНАЯ И ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ ХИМИЯ

Заев Д.А., Михаленко И.И. Фотодеградация нитрофенола в присутствии анатаза с ионами подгруппы железа.....	3
Милютин М.А., Шавыркина Н.А., Кортусов А.Н. Содержание лигнина в образцах листа и стебля <i>Miscanthus</i> × <i>Giganteus</i> Сорта Фортис.....	8
Свинкин Н. А., Волосатова В. С. Синтез и исследование композитов на основе цеолитов и силикагеля и магнетита.....	12
Амракулова А.А., Лебедева О.В. Взаимодействие поли-1,2,4-триазола с 3-пиридинсульфоновой кислотой методом динамического светорассеяния.....	19
Бадырова Н.М., Нефедова Д.П., Рыжов И.Я., Ниндакова Л.О. Асимметрическое гидрирование с переносом водорода на родиевых катализаторах с хиральным диамином типа <i>S,N,N,S</i> на основе (<i>R,R</i>)-1,2-циклогександиамина.....	23
Амракулова А.А., Лебедева О.В. Строение гибридных композитов.....	28
Бегунов Д.А., Петрова А. Н., Бегунова Л.А. Распространённость металлов в земной коре.....	31
Галеев В.Г., Скорникова С.А. Диспропорционирование толуола на высококремнистых цеолитах.....	35
Ахматгалиева К.И., Лебедева О.В. Дегидрохлорирование в процессе радикальной сополимеризации 1-винилазолов с винилхлоридом.....	39
С.П. Вавилкин, Здота Д.А., Скорникова С.А. Влияние пост-синтетических обработок на свойства цеолитов ZSM-5.....	42
Горбунова В.Д., Скорникова С.А. Рассмотрение возможности межцеолитных превращений на примере цеолита <i>NAU</i>	46
Закарчевский С.А., Чеснокова А.Н., Анищенко Е.К., Волыгин Д.М., Масленников Р.С., Суханов А.С. Инообменные мембраны на основе поливинилового спирта и цеолитов ZSM-5, модифицированных соляной кислотой и фторидом аммония.....	50

СЕКЦИЯ 2. ПРИКЛАДНАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ И ХИМИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

Гладышева Е.К. Гидротермобарическая обработка шелухи овса для последующей биотехнологической трансформации.....	55
---	----

Чхенкели В.А., Чхенкели Г.Д., Никонова А.А., Горшков А.Г. Изучение состава жирных кислот ветеринарного препарата «ГРАМЕТИН+»	57
Зенкова А.А., Шавыркина Н.А., Гладышева Е.К. Биосинтез бактериальной наноцеллюлозы на ферментативных гидролизатах целлюлозосодержащего сырья.....	65
Кремнева Е.А., Шавыркина Н.А. Влияние толщины слоя питательной среды на выход бактериальной наноцеллюлозы	71
Амракулова А.А., Ахматгалиева К.И., Фомина Е.С., Евстафьев С.Н. Получение и свойства композитных материалов из соевой шелухи.....	75
Топорков В.Ю., Гусакова Г.С. Изменение кислотности суслу и вина из плодов груши уссурийской	82
Луцкий В.И., Гусакова Г.С., Сиденова Т.И. Бобы сои – перспективное сырье для новых продуктов функционального питания.....	85
Ахматгалиева К.И., Амракулова А.А., Фомина Е.С., Евстафьев С.Н. Получение композитных материалов на основе соевой шелухи и полипропилена.....	91
Иванова К.Р., Привалова Е.А. Снижение кислотности грушевого суслу ... при помощи адсорбции.....	97
Шашкина С.С., Евстафьев С.Н. Методика количественного определения лигнина.....	103

СЕКЦИЯ 3. КАЧЕСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ. ПИЩЕВАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

Бессольцев В.В., Куприна О.В. Метод получения клетчатки с высоким влагопоглощением из оболочки соевого семени.....	107
Лузгина Н.А., Тигунцева Н.П. Соевая шелуха и продукты её переработки.....	110
Бессольцев В.В., Куприна О.В. Реакция переэтерификации ацильных радикалов как метод создания жиров с заранее заданными свойствами на примере разработки жира для вафельных начинок.....	114
Полонникова Е. А. Основные несоответствия пищевой безопасности, выявляемые на хлебобулочных производствах.....	117

СЕКЦИЯ 4. ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ И БИОТЕХНОЛОГИЯ

Миндубаев А.З., Бабынин Э.В. штаммы <i>Aspergillus Niger</i> – эффективные биодеструкторы.....	124
---	-----

Зелинская Е.В., Филатова Е.Г., Каненкин Е.И., Монхорова Л.М., Петрова А.Р. Особенности сорбционного извлечения ионов лития из концентрированных растворов.....	127
Петрова А. Н., Бегунова Л.А. Определение перспективных подходов к вовлечению отходов в переработку.....	131
Кирюхина А.С., Лозовая Т.С., Адамович С.Н. Влияние компонентов протатранов на дрожжи <i>Candida Ethanolica</i>	134
Чугунов А.Д., Филатова Е.Г., Чебунин В.А. Кинетика адсорбции ионов никеля(II) цеолитом, модифицированным кремнийорганическим соединением.....	140
Камлёнок И.С., Белозерова О.В. Производство смазок из неликвидных растительных масел.....	143
Коконина Ю.И., Дударев Д.И., Ларионова А.В., Меркушина А.Д., Дударев В.И. Изучение взаимодействия ионов марганца(II) с углеродными адсорбентами.....	147
Мишарина Д.И., Сипкина Е.И. Исследование отходов производства растительного масла.....	151
Матиенко О.И., Николаенко Р.А. Адсорбция ионов никеля(II) природными сорбентами.....	153
Абдувохидов А.А., Богданович Д.В. Оптические свойства полых микроструктурированных световодов.....	156

СЕКЦИЯ 5. СФЕРА УСЛУГ: ОБЩЕСТВЕННОЕ ПИТАНИЕ, ТОРГОВЛЯ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Жунда А.Е., Дударев Д.И., Похомчикова Е.О. Разработка учебной конфигурации для малых торговых организаций на платформе 1С: Предприятие 8.3.....	163
Рахимова Д.Т., Тигунцева Н.П. Белково-углеводные гели для спортивного питания.....	167
Петрова А.М., Похомчикова Е.О. Нейросетевые технологии как инструмент анализа состояния финансовой устойчивости кредитных организаций.....	172
Петрова А.М., Похомчикова Е.О. Разработка информационной системы для автоматизации библиотеки.....	177
Панихина П.С., Харитоновна П.О., Шиварова Ю.А., Гусакова Г.С. Функциональные напитки из соевых бобов.....	181

Научное издание

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

Материалы
VII Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием

(г. Иркутск, 27–28 апреля 2023 г.)

Сборник материалов

Оформление обложки В.К. Франтенко
Допечатная подготовка А.В. Куртова

Подписано в печать 26.04.2023. Формат 60 x 90 / 16.
Бумага офсетная. Печать цифровая. Усл. печ. л. 12,25.
Тираж 300 экз. Зак. 43. Поз. плана 4.

Отпечатано в типографии Издательства
ФГБОУ ВО «Иркутский национальный
исследовательский технический университет»
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

