

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ХИМИИ, БИОТЕХНОЛОГИИ И СФЕРЫ УСЛУГ

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

28–30 апреля, 2022 г.



**ИРКУТСК
2022 г.**



**ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

приоритет2030⁺
лидерами становятся

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

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

(г. Иркутск, 28–30 апреля 2022 г.)

Сборник материалов



**ИЗДАТЕЛЬСТВО
Иркутского национального исследовательского
технического университета
2022**



УДК 66.0+574/577
ББК 35.11+28.0

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом ИРНИТУ

Актуальные проблемы химии, биотехнологии и сферы услуг. Материалы VI Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (г. Иркутск, 28–30 апреля 2022 г.) : сб. материалов – Иркутск : Изд-во ИРНИТУ, 2022. – 252 с.

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

Редакционная коллегия:

Главный редактор:

Анциферов Е.А. – канд. хим. наук, директор Института высоких технологий

Технический редактор:

Степанова М.В. – специалист по учебно-методической работе кафедры химии и пищевой технологии им. В.В. Тутуриной

*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 978-5-8038-1713-0
ISBN 978-5-8038-1523-5

© ФГБОУ ВО «ИРНИТУ», 2022

СЕКЦИЯ № 1 ПРИКЛАДНАЯ И ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ ХИМИЯ

УДК 544.723.21

СОРБЦИЯ ИОНОВ НИКЕЛЯ, КОБАЛЬТА, МЕДИ ИЗ ВОДНОЙ СРЕДЫ АЛЮМОЦИРКОНИЕВЫМ КОМПОЗИТОМ

Н.Е. Вахрушев

Выпускник

Российский университет дружбы народов (РУДН)

117 198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6

e-mail: vakhrushevn@yandex.ru

И.И. Михаленко

Д.х.н., проф.

Российский университет дружбы народов

e-mail: mikhalenko_ii@pfur.ru

АННОТАЦИЯ: в работе исследована совместная сорбция ионов Ni^{+2} , Co^{+2} , Cu^{+2} нанопористым аморфным гидратированным оксидным компози-
том $\text{Al}_2\text{O}_3\text{--}[\text{ZrYb}]\text{O}_2$, синтезированным золь-гель методом, также опре-
делено влияние хемосорбированного никеля (II) на сорбцию ионов Cu^{+2} .

Ключевые слова: алюмоциркониевый оксидный композит, золь-гель синтез, сорбция, ионы никеля, меди, кобальта.

ADSORPTION OF NICKEL, COBALT, COPPER IONS ON ALUMINA–ZIRCONIA COMPOSITE

N.E. Vakhrushev

Alumni

RUDN-University

117 198, Moscow, 6, Miklukho-Maklaya st.

I.I. Mikhalenko

Dr. Sci., Full Prof.

RUDN-University

e-mail: mikhalenko_ii@pfur.ru

ABSTRACT: the joint sorption of Ni^{+2} , Co^{+2} , Cu^{+2} ions by the nanoporous
amorphized hydrated oxide composite $\text{Al}_2\text{O}_3\text{--}[\text{ZrYb}]\text{O}_2$ synthesized by the sol-
gel method was studied, the effect of chemisorbed nickel (II) on the sorption of
 Cu^{+2} ions was determined also.

Key words: alumina-zirconia composite, sol-gel synthesis, sorption, nick-
el, copper, cobalt ions.

Проблема удаления ионов тяжёлых металлов из сточных вод гальва-
нических и металлургических производств решена не до конца.
Сорбционные методы являются экологически безопасными и экономич-
ными при использовании эффективных сорбентов. Следует учитывать

взаимное влияние катионов на их извлечение из смеси солей металлов-поллютантов, а также влияние одних хемосорбированных катионов на сорбцию других ионов. При выборе селективных сорбентов целесообразно обратить внимание на ксерогели смешанных оксидов алюминия-циркония, которые являются прекурсорами алюмоциркониевой керамики (AZ), изготавливаемой золь-гель методом.

Цель работы – определить сорбционные свойства ксерогелей композита $\text{Al}_2\text{O}_3 - [\text{ZrYb}]\text{O}_2$ при удалении из водной среды смеси катионов Ni^{+2} , Co^{+2} , Cu^{+2} и влияние на сорбцию Cu^{+2} хемосорбированного Ni^{+2} .

Золь-гель синтез сорбента состава по оксидным компонентам (мол.%) $65\%\text{Al}_2\text{O}_3 - 35\%[\text{ZrO}_2(3\% \text{Yb}_2\text{O}_3)]$ проводили по реакции гидролиз-конденсации длительностью 1 час при комнатной температуре. Введение РЗМ компонента используется в производстве AZ-керамики для стабилизации тетрагональной фазы ZrO_2 . В раствор солей-прекурсоров ($\text{Al}(\text{NO}_3)_3$, ZrOCl_2 , $\text{Yb}(\text{NO}_3)_3$ квалификации хч) при постоянном перемешивании был добавлен 1М раствор аммиака, содержащий структурообразующий компонент – поливинилпирролидон в количестве 0,1 вес. %. Гидрогель промывали дистиллированной водой, этанолом с вакуумной фильтрацией, а затем высушили при 180°C . Часть ксерогеля оставили без изменения, а другую часть прокалили 1 ч в муфельной печи при 500°C . На поверхность образца $\text{AZ}(\text{Yb})180$ был нанесен никель методом пропитки раствором $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ в количестве 5 % и 10 % вес. от массы ксерогеля с последующим прокаливанием при 500°C . Полученные материалы $\text{AZ}(\text{Yb})$ были проанализированы методами БЭТ/БДХБ, ТГ/ДСК, РФА, ИКС, СЭМ. Сорбцию ионов $\text{M}^{+2} = \text{Ni}$, Co , Cu из водных растворов нитратных солей изучали при комнатной температуре в статических (24 ч) и динамических (до 10 мин) условиях спектрофотометрическим методом. Ранее была исследована адсорбция индивидуальных ионов Ni^{2+} , Co^{2+} , Cu^{2+} на $\text{AZ}(\text{Yb})$ сорбентах [1].

Термический анализ показал, что резкая потеря массы заканчивается при 495°C , а кристаллизация $t\text{-ZrO}_2$ и $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ при 867°C и 1334°C . Прокаливанию при 500°C позволяет частично удалить влагу, остаточные группы NO_3^- , NH_4^+ (данные ИК-спектров) и сохранить аморфизированность системы (результаты РФА). По данным методов СЭМ и БЭТ все порошки ксерогелей имели частицы неправильной формы иерархической структуры, были мезопористые с диаметром пор 4-5 нм (табл.1). После прокалывания значения удельной поверхности и объема пор немного увеличились, а после нанесения Ni^{+2} (NiO) они не изменились.

Для предварительного тестирования сорбирующих катионы центров, был выбран краситель метиленовый синий (МС): результаты изучения сорбции МС длительностью 24 ч показали рост удельной активности в ряду образцов $1 < 2 < 3 < 4$ (табл.1). Наиболее активные центры при времени кон-

такта до 5 мин (рис.1) имеют другой ряд с номерами образцов $2 < 1,4 < 3$, что согласуется со значениями константы скорости адсорбции МС.

Таблица 1.

**Удельная поверхность, пористость сорбентов (БЭТ) и сорбция
тест-красителя – метиленового синего**

№	Образец	$S_{уд}$ $м^2/г$	$V_{пор}$ $м^3/г$	$D_{пор}$ нм	$\Gamma_{МС}$ $нм/м^2$
1	AZ(Yb)180	200	0,18	4	6,8
2	AZ(Yb)500	213	0,26	5	7,1
3	5Ni/AZ(Yb)500	187	0,20	4	8,1
4	10Ni/AlZr(Yb)500	183	0,20	4	8,9

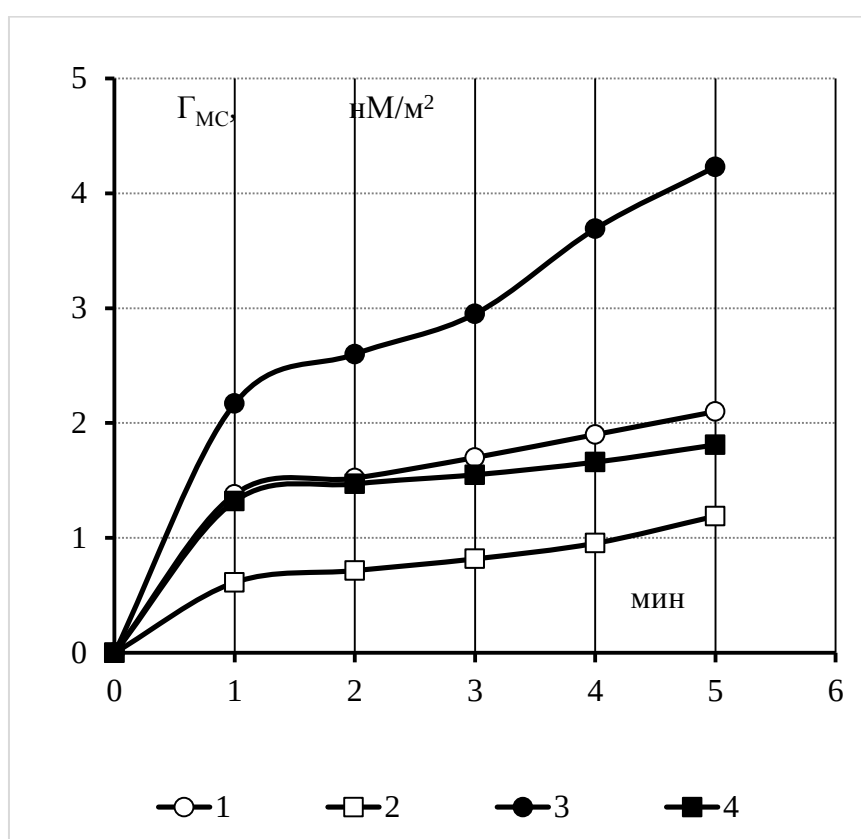


Рис.1. Кинетика адсорбции тест-красителя

Адсорбция ионов при их извлечении из смеси с концентрацией 20 мм, спектр поглощения которого показан на рис.2, увеличивается в ряду $Co^{2+} < Ni^{2+} < Cu^{2+}$ для сорбента 1, а для образца 2 в ряду $Co^{2+} < Cu^{2+} < Ni^{2+}$ (рис.3). Прокаливание не влияет на удельную адсорбцию ионов Cu^{2+} , но увеличивает адсорбцию Co^{2+} и Ni^{2+} в 2,6 и 3 раза соответственно, то есть способствует образованию новых центров связывания катионов никеля и кобальта. Центрами сорбции катионного тест-красителя и ионов M^{+2} являются нестехиометрические ионы O^{-2} и/или поверхностные ОН-группы.

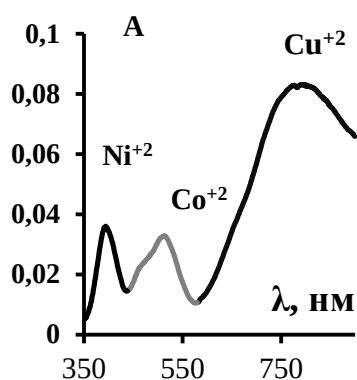


Рисунок 2. Спектр поглощения водного раствора смеси ионов,

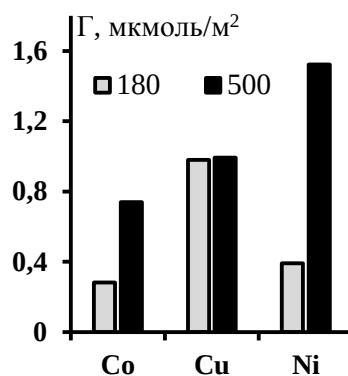


Рисунок 3. Величины сорбции M^{+2} на композитах AZ(Yb)

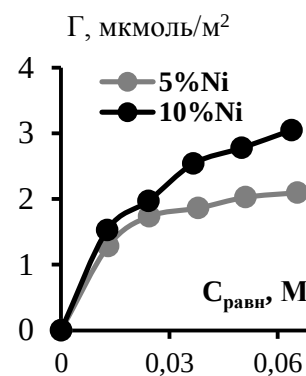


Рисунок 4. Изотермы сорбции ионов Cu^{+2} на образцах Ni/AZ(Yb)500

Влияние хемосорбированных ионов никеля на адсорбцию ионов меди (начальная концентрация $Cu(NO_3)_2$ варьировалась в интервале 0,02–0,08 М) демонстрируют изотермы адсорбции (рис.4), которые формально подчиняются уравнениям Лэнгмюра и Фрейндлиха. С повышением в два раза количества Ni на поверхности AZ(Yb)500 предельная адсорбция ионов Cu^{+2} увеличивается в 1,6 раза, а адсорбционный коэффициент K (энергетический параметр) снижается в 1,6 раза, т.е. хемосорбированный никель инициирует образование новых центров сорбции катиона M^{+2} с пониженным адсорбционным потенциалом [2]. Оба параметра изотермы Фрейндлиха возрастают с повышением содержания никеля (табл.2). Аналогичный результат получен и для катионного красителя МС.

Таблица 2

Параметры уравнений модельных изотерм адсорбции ионов Cu^{+2} на композите Ni/AZ(Yb)500

Количество Ni^{+2} , % вес.	Изотерма Ленгмюра		Изотерма Фрейндлиха	
	$\Gamma_{max}, \mu\text{моль}/\text{м}^2$	$K, \text{л}/\text{моль}$	$1000m$	n^{-1}
5	2,5	82	4,9	0,30
10	3,9	49	10,5	0,44

В модели экспоненциально-неоднородной поверхности М. И. Темкина, приводящей к изотерме Фрейндлиха, значения параметров различаются для образцов с разным содержанием никеля, как и в случае модели Ленгмюра (энергетически однородная поверхность). Это указывает на то, что нанесенный на оксидный композит никель входит в состав центра адсорбции ионов меди с возможным образованием кластеров NiCu и Ni-O-Cu.

Работа выполнена в соответствии с планом НИОКР секции «Адсорбционные явления» Научного совета РАН по физической химии на 2021 г,

номер темы **21-03-460-18.**

Библиографический список:

1. Вахрушев Н.Е., Михаленко И.И., Кутузова В.Е., Подзорова Л.И. Мат. VI Научного междисциплинарного форума с межд. участием «Новые материалы и перспективные технологии», АНО ЦНТР. 2020, с.1024 .

2. Mikhaleiko I.I., Yagodovskii V.D. // Russian Journal of Physical Chemistry. 2002. V.76.№4. pp. 516-623.

УДК 544.473-039.63

**КАТАЛИТИЧЕСКОЕ АСИММЕТРИЧЕСКОЕ ГИДРИРОВАНИЕ
С ПЕРЕНОСОМ ВОДОРОДА ВОДНОЙ СРЕДЕ**

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

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

В.Д. Горюнова

Аспирант

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: veronic-g@mail.ru

В.О. Страхов

Учебный мастер

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: v.strakhov@mail.ru

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 $[\text{RhCl}_3 + 2\text{NaBH}_4 + (-)\text{-Cin}]$ в асимметрическом гидрировании с переносом водорода (АГПВ) прохиральных дегидрокислот и их эфиров в водной среде. Источник водорода – формиат аммония. Конверсии субстратов в реакции варьируются в диапазоне 12-33 %. Избыток энантиомеров продуктов достигает максимальной величины 69 % для (R)-(-)- метилового эфира N-ацетилфенилаланина.

Ключевые слова: родий, цинхонидин, N-ацетилфенилаланин, перенос водорода

CATALYTIC ASYMMETRIC TRANSFER HYDROGENATION IN AN AQUEOUS MEDIUM

N.M. Badyrova

PhD, assistant professor

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

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

I.Ya. Ryzhov

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: ilya.ryzhov01@gmail.com

V.D. Goryunova

post-graduate student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: veronic-g@mail.ru

V.O. Strakhov

training master

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: v.strakhov@mail.ru

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 $[\text{RhCl}_3 + 2 \text{NaBH}_4 + (-)\text{-Cin}]$ type in asymmetric transfer hydrogenation (ATH) of prochiral dehydroacids and their esters in an aqueous medium from have been studied. Methyl formate was used as a source of hydrogen. Substrate conversions vary in the range of 12-33 %. The enantiomeric excess of the products reaches a maximum value of 69 % for (R)-(-)

- methyl ester N-acetylphenylalanine.

Keywords: rhodium, cinchonidin, N-acetylphenylalanine, hydrogen transfer

Благодаря тому, что ферменты в живых организмах чувствительны к хиральности взаимодействующих с ними субстратов, получение биологически активных молекул является важной и перспективной областью применения каталитических систем. Энантиоселективное гидрирование с переносом водорода (АГПВ) также делает возможным их получение [1, 2]

Для получения избытка одного из энантиомеров хиральных продуктов нами предпринято гидрирование прохиральных соединений в присутствии каталитических систем, содержащих в своем составе оптически активное вещество - природный алкалоид 8S,9R-(-) – цинхонидин (Cin), выступающее в качестве хирального модификатора системы в воде. Вода имеет в настоящее время статус «зеленого» растворителя.

В опытах использовали прекурсор родия $\text{RhCl}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, хиральный модификатор - цинхонидин ($\text{C}_{19}\text{H}_{22}\text{N}_2\text{O}$), источник водорода – формиат аммония (HCO_2NH_4), растворитель – вода. Для восстановления родия (III) применяли *тетра*-борогидрид натрия (NaBH_4). В качестве прохиральных субстратов использовали α -ацетамидокоричную кислоту ($\text{C}_{11}\text{H}_{11}\text{NO}_3$), ее метиловый эфир ($\text{C}_{12}\text{H}_{13}\text{NO}_3$), а также диметиловый эфир итаконовой кислоты ($\text{C}_7\text{H}_{10}\text{O}_4$).

Целевым продуктом реакции гидрирования α -ацетамидокоричной кислоты и ее метилового эфира является N-ацетил фенилаланин и его метиловый эфир.

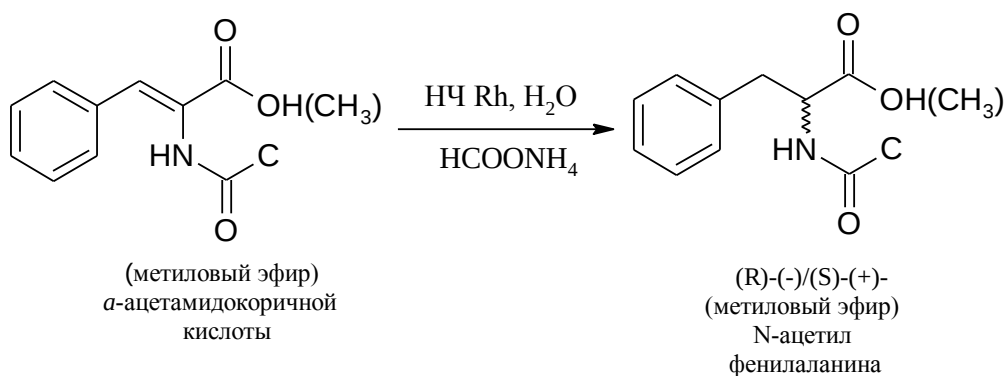


Рисунок 1. Схема АГПВ α -ацетамидокоричной кислоты и ее метилового эфира на наночастицах родия

Диметиловый эфир итаконовой кислоты после гидрирования дает диметиловый эфир метилянтарной кислоты по схеме:

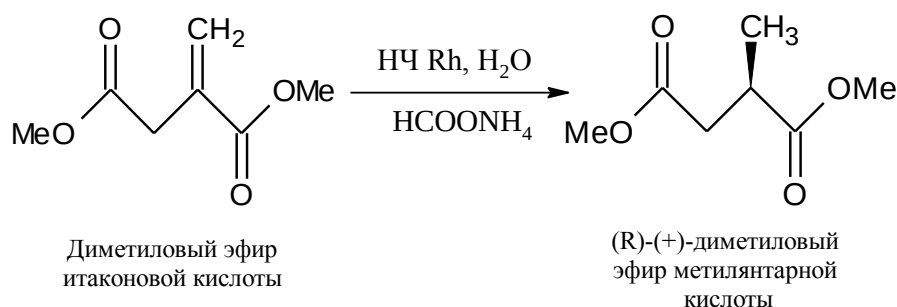


Рисунок 2. Схема АГПВ диметилового эфира итаконовой кислоты на наночастицах родия

Конверсию продуктов АГПВ определяли по площадям хроматографических пиков реагентов и продуктов реакции (хромато-масс-спектрометр Shimadzu GCMS-QP2010 Plus, в режиме электронного удара при 70 эВ с последующим сканированием в диапазоне от 40 до 350 m/z; капиллярная колонка Equity 5 (30 м*0.25 мм, 95% ди-метилполисилоксана, 5% дифенилполисилоксана, газ-носитель - гелий).

Таблица 1

Сводная таблица и.э. и выходов продуктов ГПВ в сериях опытов

№ серии опытов	[Rh], ммоль/л	Соотношение компонентов ката- лизатора Rh:(-)- Cin:NaBH ₄ :S:МФ	И.э. продуктов, % (конверсия, %), производи- тельность			
			(S)-(+)- N- АФА	(R)-(-)- МЭ N-АФА	(R)-(+)- МЯК)	(R)-(+)- ДМЭ МЯК
1	0,0125	1 : 1 : 0.2 : 78 : 254	24,8 (28) 22	-	-	-
2	0,0037	1 : 1 : 1.5 : 486: 121	-	9,5 (21.4) 61	-	-
		1 : 1 : 1.5 : 513: 121	-	-	-	9,1 (12.5) 92
4	0,0042	1 : 1 : 1.5 : 380: 107	8,9 (17,9) 68	-	-	-
		1 : 1 : 1.5 : 428: 107	-	20,1 (21,5) 92	-	-
5	0,0045	1 : 1 : 2.5 : 267: 778	-	69 (32.9) 88	-	-

Из данных таблицы можно сделать следующие заключения

1. Изученные каталитические системы типа [RhCl₃ + 2,4NaBH₄ + (-)-Cin] показывают каталитическую активность в АГПВ прохиральных дегидрокислот и их эфиров от метилформиата как источника водорода.
2. Конверсии субстратов в гидрировании варьируются в диапазоне 12-33%.

3. Производительность каталитических систем достигает чуть менее 100 моль субстрата на моль катализатора, возможно ее величина ограничивалась недостаточной концентрацией метилформиата как источника водорода.

4. Избыток энантиомеров продуктов достигает максимальной величины 69% для (R)-(-)- МЭ N-АФА, что является хорошим результатом для хирально-модифицированных коллоидных систем.

Библиографический список:

Wu B. X. Wang Ch. Xiao J. Asymmetric Transfer Hydrogenation in Water with Platinum Group Metal Catalysts// Platinum Metals Review. 2010. V. 54. N.1. p. 3-19.

Broggi J., Jurčíkv., O. Songis, Poater A., Cavallo L., Slawin A. M. Z., Cazin C. S. J. The Isolation Of $[Pd\{Oc(O)H\}(H)(Nhc)(Pr_3)]$ ($Nhc = N$ -Heterocyclic Carbene) and its role in alkene and alkyne reductions using formic acid //j. am. chem. soc. 2013.v. 135. n.12. p 4588–4591

УДК: 544.774.4

СИНТЕЗ ГИБРИДНЫХ КОМПОЗИТОВ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ МЕТОДОМ

Д.Н. Хайрутдинов

Студент гр. ТПб-21-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

О.В. Лебедева

К.х.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail:lebedeva@istu.edu

А.Р. Вахитов

Студент гр. ХТпр-18-1

Ангарский государственный
технический университет

665835, г. Ангарск, ул. Чайковского, 60

Т.В. Раскулова

Д.х.н., доцент

Ангарский государственный
технический университет

665835, г. Ангарск, ул. Чайковского, 60

e-mail: raskulova@list.ru

АННОТАЦИЯ: Формирование гибридных композитов осуществлено путем смешения готового органического (со)полимера, синтезированного путем радикальной (со)полимеризации с кремнийорганическим мономером. Композиты представляют собой дисперсную систему, состоящую из блоков диоксида кремния или полиорганосилсесквиоксана, распределенных в среде органического полимера. Устойчивость композита связана как с физическими, так и с химическими факторами стабилизации. Полученные композиты предназначены для использования в качестве адсорбентов или формирования ионообменных мембран на их основе для топливных элементов.

Ключевые слова: золь-гель метод, гибридные композиты, строение, адсорбенты, ионообменные мембраны.

SYNTHESIS OF HYBRID COMPOSITES BY THE SOL-GEL METHOD

D.N. Khairutdinov

Student gr. TPb-21-1

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontov, 83

O.V. Lebedeva

Assistant professor

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontov, 83

e-mail: lebedeva@istu.edu

A.R. Vakhitov

Student gr. KhTpr-18-1

Angarsk State Technical University

665813, Angarsk, st. Chaikovsky, 60

T.V. Raskulova

Doctor of Chemistry, Associate Professor

Angarsk State Technical University

665813, Angarsk, st. Chaikovsky, 60

e-mail: raskulova@list.ru

ABSTRACT: The formation of hybrid composites was carried out by mixing the finished organic (co)polymer synthesized by radical (co)polymerization with an organosilicon monomer. Composites are a dispersed system consisting of blocks of silicon dioxide or polyorganosilsesquioxane distributed in an organic polymer medium. The stability of the composite is associated with both physical and chemical stabilization factors. The resulting composites are intended for use as adsorbents or the formation of ion-exchange membranes based on them for fuel cells.

Keywords: sol-gel method, hybrid composites, structure, adsorbents, ion-exchange membranes.

Золь-гель метод предоставляет широчайшие возможности в получении функциональных композиционных полимерных материалов, также имеет малые ограничения в отношении термодинамической совместимости компонентов системы. Благодаря этому в процесс золь-гель синтеза можно вводить практически неограниченный набор полимерных матриц, функциональных соединений и армирующих компонентов, характеризующихся разнообразным составом и строением химически активных групп.

В качестве прекурсоров кремнеполимерного блока гибридных композитов использованы: тетраэтоксисилан, N,N-бис(3-триэтоксисилилпропил)тиокарбамид (БТМ) и 2-{[3-(триэтоксисилил)пропил]амино}пиридин.

В качестве органических блоков в золь-гель синтез вовлечены:

- гомополимеры: 1-винилпиразол, 1-винилимидазол (ПВИМ), 4-винилпиридин (ПВСП), 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, 1-винилпиразол-винилацетат, 1-винилпиразол-метилметакрилат, 1-винилимидазол-винилацетат, винилглицидиловый эфир этиленгликоля-винилхлорид (ВГЭ-ВХ);

Формирование гибридных композитов осуществлено путем смешения готового органического (со)полимера, синтезированного путем радикальной (со)полимеризации с кремнийорганическим мономером. При этом способе синтеза гибридных композитов исключается стадия полимеризации органического мономера и достигается высокая степень однородности материала.

Процесс получения композитов состоит из нескольких стадий:

- гидролиз кремнийорганического мономера с образованием силанолов и продуктов их поликонденсации в смеси с органическим компонентом, приводящий к образованию золя.
- образование геля, т.е. превращение свободнодисперсной системы (золя) в связнодисперсную;
- старение (созревание) геля (на этой стадии происходит синерезис – выделение воды в ходе продолжающейся химической реакции поликонденсации, уплотнение структуры геля);
- сушка, удаление жидкости из пространственной структуры геля;
- дегидратация и уплотнение геля при повышенной температуре, удаление сорбированной воды.
- формирование композиционного материала.

Композиты представляют собой дисперсную систему (рис. 1), состоящую из блоков диоксида кремния или полиорганосилсесквиоксана (дисперсная фаза), распределенных в среде органического полимера (дисперсная среда).

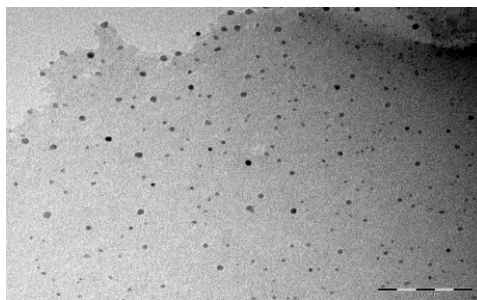
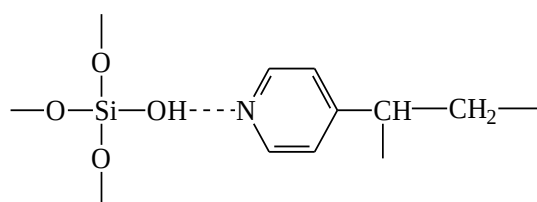
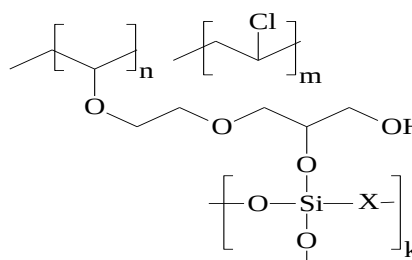


Рисунок 1. ПЭМ изображение поверхности композита 4-ВП-ГЭМА-SiO₂

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):



SiO₂:ПВСП



ВГЭ-ВХ/БТМ

Физическая стабилизация связана с формированием полувзаимопроникающих сеток (полу-ВПС) за счет механического переплетения органического полимера и кремниевого каркаса (рис. 2).

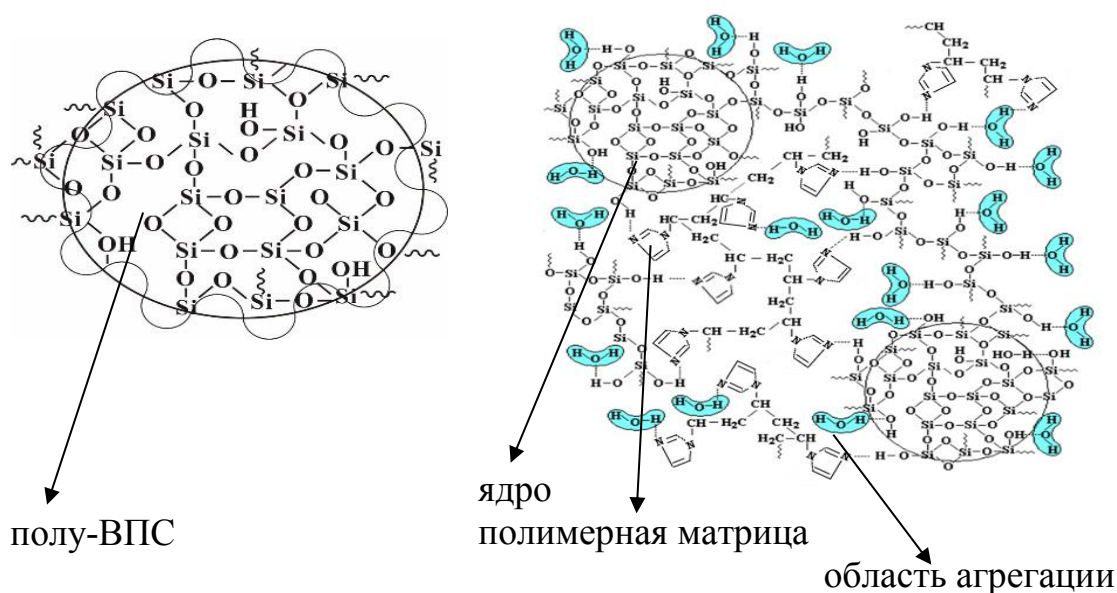


Рисунок 2. Фрагмент строения композита ПВИМ-SiO₂

На основании совокупности данных элементного анализа, ИК спектроскопии и СЭМ, ПЭМ предложено строение рассматриваемых композитов. Полученные композиты представляют собой наночастицы многослойного типа, состоящие из ядра диоксида кремния и оболочки органического полимера. На примере композита ПВИМ-SiO₂ (рис. 2) показаны участки, соответствующие ядру глобулярной частицы (диоксид кремния), области агрегации глобул и матрице органического полимера.

Состав образующихся композитов зависит от скорости процесса гидролиза алкоксисиланов, обусловленного значением pH среды.

Процесс гидролитической поликонденсации алкоксисиланов в присутствии (со)полимеров в среде ДМФА и этанола с использованием водного раствора NaOH в качестве катализатора приводит к образованию твердых веществ, нерастворимых в воде, неорганических и органических растворителях, обладающих высокой термической устойчивостью, предназначенных для использования в качестве адсорбентов [1-3]. Нейтральная и слабокислая среда благоприятна для образования растворов органических соединений в полиорганосилоксанах, на основе которых могут быть получены эластичные пленки [4], термическое отверждение которых, с последующим допированием ортофосфорной кислотой или сульфированием серной кислотой, приводит к формированию ионообменных мембран для топливных элементов.

Библиографический список:

1. 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.
2. Лебедева О.В., Черниговская М.А., Сипкина Е.И., Пожидаев Ю.Н., Раскулова Т.В. Адсорбция платины (IV) сорбентами на основе гибридных композитов // Физикохимия поверхности и защита материалов. 2016. Т. 52, № 2. С. 150-155.
3. Лебедева О.В., Пожидаев Ю.Н., Сипкина Е.И., Чеснокова А.Н., Иванов Н.А., Раскулова Т.В., Покровская М.А. Синтез и свойства сополимеров и композитов на основе винилглицидилового эфира этиленгликоля и винилхлорида // Пластические массы. 2013. № 9. С. 35-39.
4. Lebedeva O.V., Sipkina E.I., Pozhidaev Y.N. Hybrid membranes based on silica and 2-hydroxyethylmethacrylate – 4-vinylpyridine copolymers// Petroleum Chemistry. 2016. V. 56, № 5. P. 401-405.
5. Pozhidaev Y., Lebedeva O., Sipkina E., Chesnokova A., Ivanov N. Synthesis and properties of hybrid materials for ion-exchange and complexing membranes // Advanced Materials Research. 2013. V. 749. P. 283-288.

УДК 661.183 : 622.335

ПОЛУЧЕНИЕ УГЛЕРОДНЫХ АДСОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ АНТРАЦИТОВ

Е.М.Качимская

Студентка гр.ХТТбп-18-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

О.В.Рыбарчук

К.т.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: oklim89@mail.ru

В.И.Дударев

Д.т.н., профессор

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: vdudarev@mail.ru

АННОТАЦИЯ: В качестве сырья для получения углеродных адсорбентов нами был использован донецкий антрацит угольного пласта Блазовский, со средними техническими характеристиками: содержание влаги, W^p - 4,9 %; зольность - 3,1 %; выход летучих веществ V^{daf} - 4,0 %. Схему получения углеродных адсорбентов выбрали упрощенную, включающую химические методы активации, как наиболее экономически выгодную. Получены образцы адсорбентов с удельной поверхностью в пределах от 12 до 280 м²/г. Сравнительная оценка сорбционной способности материалов по сорбции йода и метиленового голубого позволили заключить, что лучшими являются образцы, прошедшие химическую и парогазовую активацию до степени обгара от 12,5 до 42 % . Эти образцы использованы для извлечения благородных металлов из растворов.

Ключевые слова: антрациты, схемы обработки, углеродные адсорбенты, адсорбция.

PRODUCTION OF CARBON ADSORBENTS BASED ON ANTHRACITE

E.A.Kachimskay

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, Street Lermontova, 83

O.V.Klimova

Assistant professor

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: oklim89@mail.ru

V.I.Dudarev

Dr.Sci., Full Professor

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: vdudarev@mail.ru

ABSTRACT: As a raw material for the production of carbon adsorbents, we used Donetsk anthracite of the Blazovsky coal seam, with average technical characteristics: moisture content, W^p - 4.9 %; efficiency - 3.1 %; V^{daf} volatile emission - 4.0 %. The scheme for obtaining carbon adsorbents was chosen as simplified, including chemical methods of activation, as the most cost-effective. Samples of adsorbents with a specific surface area ranging from 12 to 280 m² / g were obtained. Comparative assessment of the sorption capacity of materials on the sorption of iodine and methylene blue made it possible to conclude that the best samples are those that have undergone chemical and vapor-gas activation to the degree of carbonation from 12.5 to 42 %. These samples are used to extract precious metals from solutions.

Keywords: anthracites, processing schemes, carbon adsorbents, adsorption.

Антрациты являются природными каменными углями, высокой степени углефикации или метаморфизма[1]. Длительное время они привлекают к себе внимание в качестве исходного сырья для получения активированных углей, углеродных адсорбентов и фильтрантов в системах очистки воды [2-5], благодаря тому, что уже в исходном состоянии обладают значительными адсорбционными свойствами и высокой механической прочностью[1, 2]. Плотное размещение атомов углерода в антраците приближает энергию их ковалентных связей в базисных плоскостях по своим значениям к энергиям межплоскостного взаимодействия. Однако характер ван-дер-ваальсовых сил определяет его невысокую прочность на продольный раскол. Изменить это состояние позволяют методы обработки исходного антрацита [2]. При чисто химических методах активации, то есть пропитке солями, выщелачивании, обработке кислотами должно быть достигнуто сближение значений внутри- и межплоскостных энергий взаимодействия за счет водородных или ионных связей. Таким путем возможно получение зернистых или порошкообразных адсорбентов. Как правило, в качестве исходного сырья в этом случае используют антрациты с зольностью в пределах 3-10 % и механической прочностью не

менее 80 %. Вместе с тем, антрациты имеют низкую реакционную способность, которая при термической обработке снижается еще больше, поэтому считалось, что для их активации наиболее эффективные процессы в “кипящем” слое. Однако, ввиду указанных особенностей антрацитов, первые промышленные установки кипящего слоя производили непрочные слоистые адсорбенты для очистки сточных вод химического комбината [3]. Современные исследования антрацитов [4,5] показали, что при оптимизации параметров технологической обработки, вместе с эффективной деминерализацией возможно получение адсорбентов с хорошими сорбционными характеристиками, при достаточно высоком выходе готового продукта.

В качестве сырья для получения углеродных адсорбентов нами был использован донецкий антрацит угольного пласта Блазовский, со средними техническими характеристиками: содержание влаги, W^p - 4,9 %; зольность - 3,1 %; выход летучих веществ V^{daf} - 4,0 %. Результаты дериватографического анализа антрацита показали, что в интервале температурного нагрева от 40 до 180 °C происходит выделение из углей влаги и легколетучих веществ с эндотермическим эффектом при температурах 110-132 °C. При нагреве в интервале температур 250-450 °C существенных изменений в органической массе материала не наблюдается. Это объясняется тем, что в природных условиях антрациты подвергались воздействию подобных температур. При температурах выше 450 °C происходит деструкция алифатической части углеродного материала. Этот период характеризуется эндоэффектом с максимумами при 560, 565, 595 и 610 °C при скорости подъема температуры 10 град/мин. При дальнейшем нагреве наблюдается деструкция более совершенной по структуре ароматической части углеродного материала. Эта стадия сопровождается поглощением тепла и характеризуется эндоэффектом при температурах 790, 800, 815 и 840 °C. Схему получения углеродных адсорбентов на основе антрацита выбрали на основе существующих промышленных методов получения активированных углей. Наиболее экономически выгодной является упрощенная технологическая схема, включающая химические методы активации. Образец антрацита дробили на молотковой дробилке. На вибрационном грохоте выделяли рабочую фракцию -5+2,0 мм. 2 кг дробленого материала замачивали в 2 л водного раствора, содержащего 400 г NH_4Cl и 300 г Na_2CO_3 , и выдерживали в течение 48 ч. Затем антрацит, насыщенный солями, отфильтровывали и сушили на воздухе при нормальной температуре 4 ч. Высушенный материал подвергали активации парами воды в неподвижном слое при 850 °C с выдержкой при конечной температуре 4 ч.

Исходный антрацит имеет довольно развитую для ископаемых углей пористость, особенно в области мезопор от 2,0 до 50,0 нм. Активация антрацита импрегнированием и парогазовой обработкой выравнивает соотно-

шение макро- и мезопор и развивает объем до 0,117 см³/г. Объем макропор остается небольшим, что позволяет сохранить достаточно высокую (83,2 %) механическую прочность готового углеродного адсорбента, за исключением образца, изготовленного из предварительно термообработанного при 800 °С антрацита. Удельная поверхность адсорбентов изменяется в пределах от 12 до 280 м²/г. Развитие поверхности существенно зависит от степени обгара образцов, повторной обработки импрегнированием и повторной парогазовой активации. Сравнительная оценка сорбционной способности материалов по сорбции йода и метиленового голубого позволили заключить, что лучшими являются образцы, прошедшие химическую и парогазовую активацию до степени обгара от 12,5 до 42 % . Эти образцы использованы для извлечения благородных металлов из растворов [6].

Библиографический список:

1. Русьянова Н.Д. Углекислота. М.: Наука, 2003. 316 с.
2. Передерий М.А., Кураков Ю.И., Маликов И.Н. Адсорбенты на основе углеродсодержащих материалов. М.: Металлургиздат, 2013. 309 с.
3. Махорин К.Е., Глухоманюк А.М. Получение углеродных адсорбентов в кипящем слое. Киев: Наук.думка, 1983. 160 с.
4. Передерий М.А., Кураков Ю.И., Коновалов Н.П., Коновалов П.Н. Сорбенты и фильтранты из антрацита //Химия твердого топлива. 2019. №6. С.19-28. DOI: 10.1134/S0023117719060082
5. Хоанг К.Б., Ондаганова З.К., Пестов С.М. и др. Особенности технологии получения активированных углей на основе антрацита //Химия твердого топлива. 2021. № 5. С.3-14. DOI: 10.31857/S0023117721050029
6. Fomkin A.A., Tsivadze A.Yu., Shkolin A.V., Dudarev V.I. Mukhin V.M. Carbon adsorbents in gold cyanide recovery technology //Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces, 2014, Vol.50, No.6, pp.689–693. DOI: 10.1134/S2070205114060033

УДК 544.084

ИССЛЕДОВАНИЕ ЦЕОЛИТНЫХ СТРУКТУР С ПОМОЩЬЮ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ МИНЕРАЛОГИИ НА БАЗЕ СЭМ

А.В. Николаев

Студент гр. МНТм-20-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: Odinszova@Yandex.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: Цеолиты структурных типов BEA, MOR и BEA-MOR исследованы с помощью автоматизированной минералогии на базе сканирующей электронной микроскопии (СЭМ). Определен минеральный состав, дисперсность, пористость и связанность различных фаз в образцах цеолитов. Результаты исследования цеолитных структур показали возможность определения дисперсности, полуколичественного состава, минеральных ассоциаций, а также обнаружения примесей в исследуемых образцах.

Ключевые слова: цеолит, автоматизированная минералогия на базе сканирующей электронной микроскопии, минеральный состав, дисперсность, пористость и связанность различных фаз.

ZEOLITE STRUCTURE STUDIES USING AUTOMATED MINERALOGY BASED ON SAM

A.V. Nikolaev

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontov, 83

e-mail: Odinszova@Yandex.ru

S.A. Skornikova

Assistant Professor

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontov, 83

e-mail: sskornikova@mail.ru

ABSTRACT: Zeolites of structural types BEA, MOR and BEA-MOR were investigated by means of automated mineralogy based on scanning electron microscopy (SEM). Mineral composition, dispersity, porosity and connectivity of different phases in zeolite samples were determined. The results of zeolite structure studies showed the possibility of determining dispersity, semi-quantitative composition, mineral associations, as well as detection of impurities in the studied samples.

Keywords: zeolite, automated mineralogy based on scanning electron microscopy, mineral composition, dispersity, porosity and connectivity of different phases.

Автоматизированная минералогия на базе сканирующих электронных микроскопов находит все большее применение при изучении

минеральных объектов, так как позволяет определить не только их минеральный и элементный состав, но и исследовать состояние поверхности данных объектов [1]. В данной работе метод автоматизированной минералогии на базе сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) использовали для исследования цеолитов (синтетических алюмосиликатов).

Цеолиты занимают важное место в нефтехимии и нефтепереработке, так как входят в состав катализаторов гидрокрекинга, гидроизомеризации, алкилирования, депарафинизации и других гидрогенизационных процессов. Использование цеолитов в качестве компонентов катализаторов конверсии оксигенатов в углеводороды позволило создать ряд новых процессов превращения природного газа в низшие олефины (этилен, пропилен) и высокооктановые бензины. Кроме того, синтетические и природные цеолиты используют для очистки радиоактивных природных и сточных вод, для повышения энергоэффективности процессов разделения воздуха на компоненты, гибридной системе осушки компримированных газов и др. В связи с этим, понятен интерес исследователей к изучению данных минеральных объектов.

В качестве объектов исследования были выбраны синтетические цеолиты структурных типов BEA (бета), MOR (морденит), а также их генетическая смесь (BEA-MOR=1:1), полученная в процессе гидротермальной сокристаллизации. Целью, как и в случае с исследованием порошковых проб горных пород, являлось определение минерального состава, дисперсности, пористости и связанности различных фаз. Как правило, из порошковых материалов получают реплики с помощью холодной заливки эпоксидной смолой с добавлением графита для предотвращения непосредственного контакта частиц друг с другом, что особенно актуально с высокодисперсными пробами. Учитывая временные рамки и дисперсность материала, были выбраны следующие параметры сканирования: ускоряющее напряжение – 25 кВ; размер пикселя – 2 мкм; количество X-ray с одного пикселя – 1000.

Изготовление аншлифов из цеолитных материалов с добавлением графита показало их парадоксальную бесполезность. Учитывая, что основная масса проб имеет размеры частиц менее 10 мкм (таблица 1), частицы цеолитов не слипаются в агломераты при изготовлении реплики без графита.

Таблица 1

Результаты гранулометрического состава образцов цеолитов

Фракция крупности частиц, мкм	Реплика / Массовая доля, %		
	BEA/MOR	BEA	MOR
<3	12,53	26,31	27,43
≥3<6	27,61	51,50	50,60
≥6<10	19,37	13,83	7,44

Продолжение таблицы

$\geq 10 < 20$	14,75	3,58	3,26
$\geq 20 < 100$	17,46	4,09	3,75
≥ 100	8,28	0,69	7,52
Итого:	100,00	100,00	100,00

Особенно это выделяется у образца структурного типа морденит, в данном случае частицы стремятся к равномерному распределению по всему объему (рис. 1а). В то же время, малые размеры частиц (менее 5 мкм) и морфологические особенности не позволяют производить количественный анализ на энергодисперсионных спектрометрах, так как характеристическое излучение будет неизбежно генерироваться из областей, заполненных смолой (рис. 1б, в).

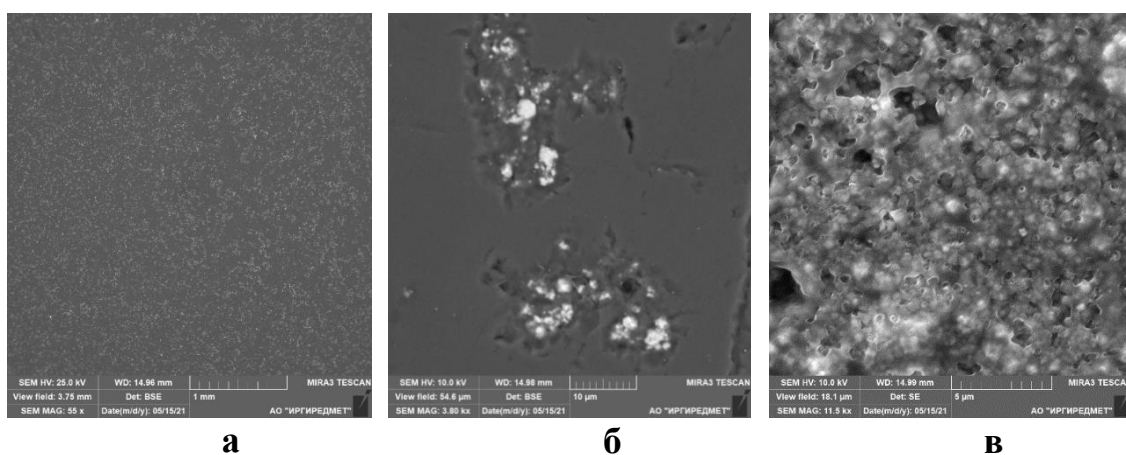


Рисунок 1. Электронно-микроскопические снимки цеолитов структурных типов MOR (а,б) и BEA (в)

Тем не менее, автоматизированная система смогла идентифицировать около 95 масс. % проб BEA/MOR и BEA (таблица 2), доля неклассифицированных частиц в пробе морденита говорит о наличии в нем большого количества частиц < 3 мкм (системе не хватает количества накопленных фотонов с одной частицы для идентификации). Также, в мордените обнаружены примеси оксидов железа, кальция, алюминия. При анализе раскрытия, было отмечено, что все фазы являются практически полностью свободными и не ассоциируются друг с другом. Определение размеров и количества пор в образцах не представляется возможным при выбранном шаге сканирования, интенсивности пучка и ускоряющем напряжении.

Таблица 2

Фазовый состав образцов цеолитов

Фаза	Реплика / Массовая доля фазы, %		
	BEA/MOR	BEA	MOR
Алюмосиликаты натрия	73,52	78,97	62,60

Продолжение таблицы			
Алюмосиликаты	22,35	16,33	11,22
Оксиды железа	0,00	0,01	4,73
Другие	0,03	0,06	3,33
Неклассифицированные частицы	4,10	4,63	18,12
Итого:	100,00	100,00	100,00

Результаты исследования цеолитных структур показали возможность определения дисперсности, полуколичественного состава, минеральных ассоциаций, а также обнаружения примесей в исследуемых образцах.

Библиографический список:

1. Белогуб Е.В., Лукашова М.В., Блинов И.А., Новоселов К.А., Хворов П.В. Применение автоматизированного минералогического анализа на базе электронной микроскопии и традиционного комплекса оптико-микроскопического и рентгеноструктурного метода для оценки состава золото-сульфидных руд // Металлогения древних и современных океанов. 2017. №1. С. 198-200.

УДК 615.074

ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ РАСТВОРЕНИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ

В.В. Копылов

Студент гр. ФХм-20-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: lamo23@mail.ru

В.И. Дударев

д.т.н., профессор

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: vdudarev@mail.ru

АННОТАЦИЯ: В докладе представлен подход к выполнению теста кинетики растворения с позиций основной нормативной документации, выбора и валидации методик количественного определения, оценки результатов, а также непосредственно выполнения эксперимента. Обсуждаются как отечественные, так и зарубежные взгляды на проведение сравнительного теста кинетики растворения.

Ключевые слова: тест кинетики растворения, эквивалентность, дженерики.

STUDYING THE KINETICS OF DRUG DISSOLUTION

V.V. Kopylov

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: lamo23@mail.ru

V.I. Dudarev

Doctor of Technical Sciences, Professor

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: vdudarev@mail.ru

ABSTRACT: In the report presents an approach to the implementation of the dissolution kinetics test from the standpoint of the basic regulatory documentation, selection and validation of quantitative determination methods, evaluation of results, as well as the experiment itself. Discussed reflects both domestic and foreign views on conducting a comparative test of dissolution kinetics.

Keywords: dissolution profile test, equivalence, generic drugs.

Кинетика растворения лекарственных препаратов является одной из важнейших проблем производства новых лекарственных веществ. Целью научного исследования кинетики является установление эквивалентности профиля растворения исследуемого препарата в условиях, близких к физиологическим условиям желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) для чего обычно используется сравнительный тест кинетики растворения (ТСКР)[1]. Незаменимым инструментом исследования поведения лекарственных препаратов *in vitro* на сегодняшний день является тест «Растворение». Целью этого теста является оценка надлежащего качества лекарственного препарата путём определения количества действующего вещества, которое в условиях, указанных в фармакопейной статье, за определенный промежуток времени должно высвобождаться в среду растворения из твердой дозированной лекарственной формы [2].

Исследование профилей растворения важно как в качестве дополнения к исследованиям биоэквивалентности, так и в качестве альтернативы таким исследованиям. Проблема нехватки нормативной документации, регулирующей данную область в Российской Федерации, продолжает эффективно разрешаться в последние годы благодаря появлению новых документов. В то же время отечественным исследователям по-прежнему часто приходится обращаться к нормативной документации других стран за недостающими сведениями.

Для проверки достоверности результатов исследования и для определения эквивалентности профилей растворения проводится математи-

ческая оценка результатов. Подтверждение достоверности результатов производится путём расчёта RSD (относительного стандартного отклонения) для показателей каждой временной точки. RSD для первой временной точки не должно превышать 20 %, для остальных точек – не более 10 %.

Для установления эквивалентности профилей высвобождения на основании полученных данных производят расчет фактора сходимости f_2 , который позволяет оценить эквивалентность профилей растворения количественно. Расчёт производят по формуле:

$$f_2 = 50 * \log \left\{ \left[1 + (1/n) * \sum_{i=1}^n (R_i - T_i)^2 \right]^{-0,5} * 100 \right\},$$

где n – число временных точек;

R_i – количество лекарственного вещества, перешедшего в раствор из препарата сравнения в i-й временной точке (в среднем, в процентах);

T_i – количество лекарственного вещества, перешедшее в раствор из исследуемого лекарственного средства в i-й временной точке (в среднем, в процентах).

Кинетика растворения лекарственных средств считается эквивалентной в случае выполнения следующих условий:

1) значение фактора сходимости f_2 находится в интервале от 50 до 100;

2) величина относительного стандартного отклонения в случае значений первой временной точки не превышает 20 %, для остальных временных точек – не превышает 10 %. Если по результатам исследования за 15 мин в раствор переходит более 85 % активного фармацевтического ингредиента, результаты признаются эквивалентными без дальнейшей математической оценки.

В качестве растворителей в работе использовали органические растворители квалификации ОСЧ. Для приготовления водных растворов использовали свежеприготовленную бидистиллированную деионизированную воду. Для проведения испытаний применяли тестер определения растворения таблеток DT 1420 ERWEKA, отвечающий требованиям ГФ РФ, ОФС.1.4.2.0014.15 «Растворение для твердых дозированных лекарственных форм».

Исследования проводили параллельно в одних и тех же условиях для исследуемого препарата с действующим веществом Алверин.

Тип аппарата: «Вращающаяся корзинка»

Скорость вращения: 100 об/мин.

Объем среды растворения: 500 мл.

Температура среды растворения: $37 \pm 0,5$ °C.

Среда растворения:

1. хлористоводородной кислоты раствор pH 1,2;
2. ацетатный буферный раствор pH 4,5;
3. фосфатный буферный раствор pH 6,8;

Число единиц лекарственного препарата для каждой временной точки: 6 таблеток.

Временные точки для отбора пробы: 15 мин; 30 мин; 60 мин.

Отбор пробы осуществляли 1-канальным механическим дозатором с варьируемым объемом дозирования 1–10 мл.

Температуру среды растворения создавали и сохраняли в изотермическом варианте ($37 \pm 0,5$) °С. Далее помещали по одной капсуле в каждую из 6 сухих корзинок аппарата. Корзинки опускали в среду растворения и включали мотор, вращающий перемешивающее устройство. Через заданные временные точки отбирали пробу и фильтровали через мембранный фильтр.

Для хроматографического разделения и регистрации компонентов анализируемой смеси использовали ВЭЖХ систему Shimadzu Prominence со спектрофотометрическим детектором Shimadzu SPD-20A (Kyoto, Japan). Хроматографическое разделение проводили с использованием колонки Agilent Eclipse XDB-C18 (150 мм × 4.6 мм, 5 мкм) при температуре термостата 30 °С. Подвижную фазу подавали в изократическом режиме, со скоростью 1,5 мл/мин. Объем инъекции – 20 мкл. Регистрацию компонентов смеси проводили при длине волны 220 нм.

В этих условиях среднее время удерживания действующего вещества – 14,8 минуты. Время хроматографирования – 20,0 минут.

Для серии исследуемого препарата было проведено 6 циклов теста растворения *in vitro* в трех различных буферных.

Для каждого цикла было получено не менее 5 хроматограмм стандартного образца для подтверждения пригодности хроматографической системы.

Результаты представлены на рисунке 1.

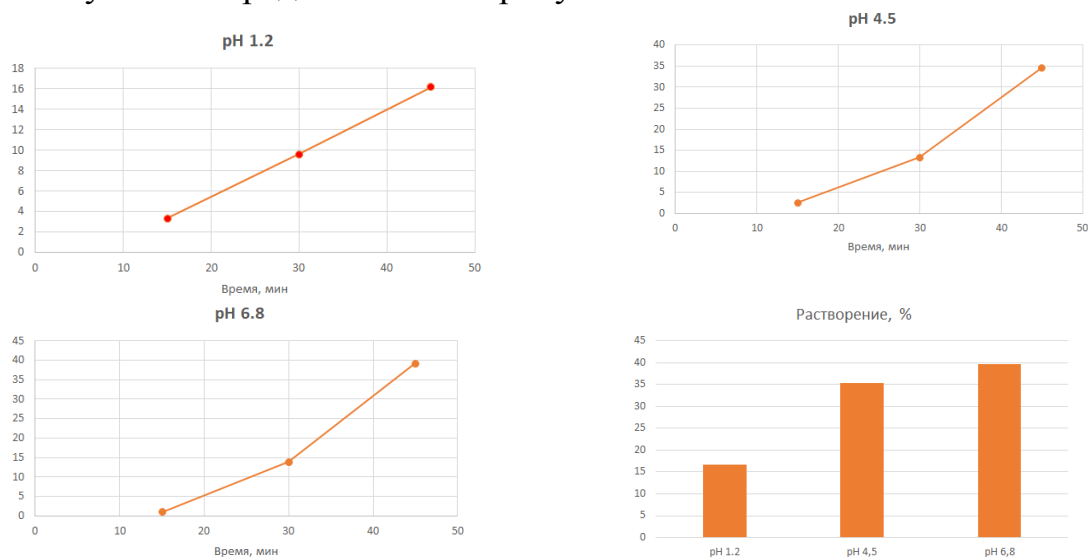


Рисунок 1. Результаты теста растворения препарата в средах растворения рН 1,2; 5,4; 6,8.

При значении рН 1,2; 4,5; 6,8 ни для одной из дозировок не удастся достичь полного растворения *in vitro*; кинетика растворения между дозировками может различаться. Для подтверждения того, что это связано со свойствами действующего вещества, а не лекарственной формой, требуется дополнительное проведение сравнительного теста растворения с соответствующей дозировкой препарата сравнения.

Для достижения полного растворения *in vitro* необходимо увеличение времени растворения с корректировкой временных точек отбора проб:

1. При кислых значениях рН (1,2; 4,5) у препарата наблюдается снижение растворимости, что может быть обусловлено желатиновой оболочкой капсулы.

2. Расчет фактора подобия не может быть выполнен, так как для его оценки необходимо минимальное количество временных точек – 3 с полученным ПКО – 5 %.

Библиографический список:

1. А.Н. Миронов и др. Ведомости научного центра экспертизы средств медицинского применения. 2014. № 2. С 3–8.

2. Государственная фармакопея РФ, XIV изд., Т. 2. – М. 2015. URL: <http://femb.ru/feml> (дата обращения 30.03.2022).

УДК 543.574

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА СОСТАВА ЛЕТУЧИХ ВЕЩЕСТВ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ

В.В. Баденко

Студент гр. МНТм-20-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: vladislavbadenko@gmail.com

И.К. Сосновский

Студент гр. МНТм-20-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: sosnovsky71@gmail.com

АННОТАЦИЯ: Важной частью прикладной химии являются качественная и количественная оценка различных материалов. Распространенным методом этой области является термогравиметрический анализ, совмещенный с масс-спектрометрией. Существует проблема анализа масс-спектров для получения данных количественного характера. Предложен метод анализа ТГА-МС данных, позволяющий оценить количественный состав.

Ключевые слова: термический анализ, масс-спектрометрия, количественный анализ, летучие вещества.

QUANTITATIVE EVALUATION OF VOLATILE SUBSTANCE COMPOSITION BASED ON MASS SPECTROMETRY DATA

V.V. Badenko

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: vladislavbadenko@gmail.com

I.K. Sosnnovsky

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: sosnovsky71@gmail.com

ABSTRACT: An important part of applied chemistry is the qualitative and quantitative evaluation of various materials. A common method in this area is thermogravimetric analysis combined with mass spectroscopy. There is a problem of analyzing mass spectrums to obtain data of quantitative character. There is a proposed method for the analysis of TGA-MS data, which allows to evaluate the quantitative data.

Keywords: thermal analysis, mass spectrometry, quantitative analysis, volatile substances.

Важной частью прикладной химии являются качественная и количественная оценка различных материалов. Данные о составе анализируемого вещества могут играть большую роль при улучшении и модернизации различных процессов технологии. На текущий момент существует большое разнообразие подходов к определению элементного состава, в частности не последнюю роль в этом играют термогравиметрический анализ, совмещенный с масс-спектроскопией. Такой подход пользуется большой популярностью среди исследователей и практиков, поскольку в ряде применений практическую ценность имеет только состав выделяемых газов в различных температурных условиях. Однако, существует проблема анализа масс-спектров для получения данных не только качественного, но и количественного характера и требует сложных и затратных по времени калибровок и дополнительных экспериментов. Чтобы решить эту проблему предложен метод анализа спектров, позволяющий оценить количественный состав.

В основе метода лежит использование служебного параметра, связывающего данные о конкретном проведенном термогравиметрическом

исследовании.

Служебный параметр рассчитывается как:

$$F = k_{MS} \frac{V_{tr}}{m_{eff} \cdot b} \int \frac{I}{I_{tr}} dT$$

Входными данными является массив значений температур T , кривых ионного тока по различным массовым числам $I(T)$, кривая ионного тока транспортного (опорного) газа I_{tr} , расходы газов в системе V_{tr} , эффективная масса (за вычетом непрореагировавшего остатка), скорость нагрева b .

Калибровочного коэффициента k_{MS} для конкретного прибора избежать не удастся, однако используемый коэффициент легко получается из быстрой термической калибровки, обязательной для всех комплексов ТГА-МС [1].

Размерность полученной служебной функции – л/г. Анализируя интегральную площадь функции параметра F в заданном диапазоне температур можно описать массовый вклад каждого выбрасываемого газа. Результат анализа массового вклада становится более объективным при совместном анализе и сравнении всех выделяющихся газов, поскольку специфика масс-спектрометрии подразумевает перекрывание спектров по разным массовым числам (т.н. «осколки») [2]. Испытания показали, что для конкретного масс-спектрографа газы, дающие незначительные вклады, могут быть исключены из расчетов из-за малого значения входящего сигнала.

Вычисляемая интегральная площадь S имеет размерность л·К/г и принимает участие в расчетах количества вещества:

$$\nu = \frac{S \cdot m_{\Delta}}{V_m \cdot \Delta T}, m_{m/z} = \nu \cdot M$$

Для оценки адекватности модели было предложено проверить, насколько сумма рассчитанных масс газов соответствует массе летучих веществ, полученной независимым методом. Сравнение проводилось для образцов древесины различной степени конверсии. Такой выбор обусловлен тем, что преконверсия значительно влияет на состав и количество выделяемых газов и позволяет испытать метод при отличающихся условиях.

Для лучшей наглядности данные приведены в процентном соотношении от общей навески. Сравнение на рисунке 1 позволяет делать вывод о применимости предложенного метода оценки количественного состава.

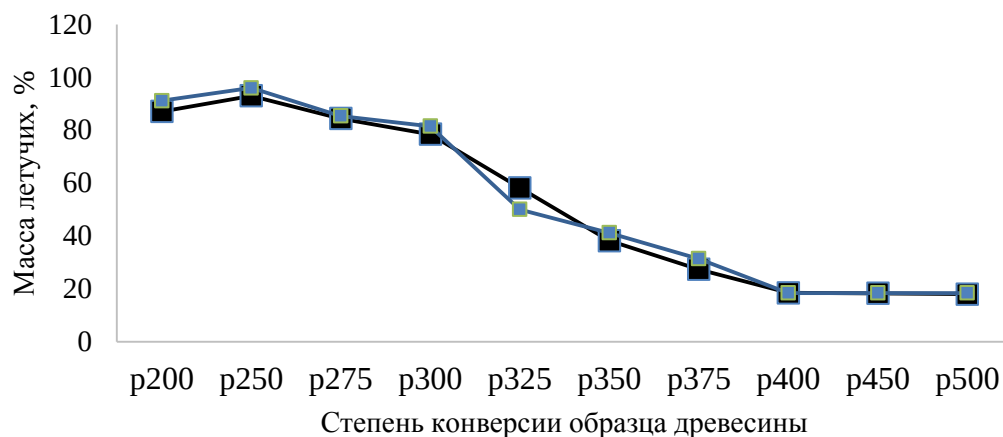


Рисунок 1. Сравнение массы летучих веществ по данным ТГА (черная линия) и суммы рассчитанных масс компонентов (красная линия) для серии образцов древесины сосны в инертной атмосфере.

Библиографический список:

1. Боровая М.С. Лаборант нефтяной и газовой лаборатории. М: Недра, 1968. 309 с.
2. Полякова. А., Хмельницкий Р.А. Введение в масс-спектрометрию органических соединений. М: Химия, 1966. 204 с.

УДК 544.72

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ПЛОТНОСТЬ НЕФТЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ

Е.С. Шишкина

Магистрант гр. ФХм-20-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: shishka_telepat@mail.ru

Е.Г. Филатова

К.т.н., доцент каф. ХиПТ

Иркутский национальный

исследовательский технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: efila@list.ru

Е.В. Субботина

Магистрант гр. ФХм-20-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: sev@istu.edu

АННОТАЦИЯ: В работе представлены результаты исследования плотности нефтяных эмульсий различных концентраций в интервале температур 293-333 К.

Ключевые слова: нефтепродукты, физико-химические свойства, плотность.

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF TEMPERATURE ON THE DENSITY OF OIL EMULSIONS

E.S. Shishkina

student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: shishka_telepat@mail.ru

E.G. Filatova

Assistant professor

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: efila@list.ru

E.V. Subbotina

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: sev@istu.edu

ABSTRACT: The paper presents the results of a study of the density of oil emulsions of various concentrations in the temperature range of 293-333 K.

Keywords: petroleum products, physical and chemical properties, density.

Известно, что такие физико-химические свойства, как плотность и вязкость нефти, нефтепродуктов и их эмульсий сильно зависят от температуры [1]. Для точного определения объема нефтедобычи при изменчивых внешних условиях необходимы исчерпывающие сведения по температурным зависимостям плотности нефтепродуктов и их эмульсий. В литературе в полном объеме такая информация не встречается.

Целью работы явилось исследование влияния температуры на плотность нефтяных эмульсий.

В качестве объектов исследования использовали: нефть Ичедигинского месторождения – одного из крупнейших месторождений на востоке России; нефть Верхнечонского нефтегазоконденсатного месторождения (НГКМ) – Катангского района Иркутской области России; нефть Калиновского месторождения, расположенного в Парабельском районе Томской области; нефть Нижневартовского нефтяного месторождения; нефть Ярактинского – нефтегазоконденсатного месторождения, расположенного в

северной части Усть-Кутского района и южной части Катангского района Иркутской области.

Исследование плотности эмульсий осуществляли по известным методикам [2]. Измерение плотности проводили пикнометрическим методом, основанным на взвешивании испытуемого вещества, занимающего в пикнометре известный объем. Этот способ является наиболее точным с весьма малой погрешностью (до $\pm 0,0001$ %), что обусловлено применением высокоточных весов.

В работе исследовано влияние температуры на плотность эмульсий. Известно, что для нефтепродуктов характерно резкое изменение плотности с ростом температуры. С повышением температуры плотность нефтепродуктов уменьшается, а удельный объем возрастает [3]. Полученные зависимости описывали типовыми эмпирическими полиномиальными уравнениями, позволяющим проводить расчеты с достаточной для практических целей точностью. Так температурные зависимости плотности эмульсий (ρ) определены по уравнению типа:

$$\rho = aT^2 + bT + d$$

где ρ – плотность раствора, кг/м³; T – температура эмульсии, К; a , b , d – эмпирические коэффициенты, зависящие от природы системы и концентрации. В табл. представлены данные для нефтяных эмульсий Ичедигинского месторождения.

Таблица 1

Влияние температуры на плотность нефтяных эмульсий

Содер- жание нефти, масс. %	Температура, К			Уравнение регрессии	Расчетное значение плотно- сти при 298 К, (кг/м ³)	R ²
	293	313	333			
	Плотность, кг/м ³					
20	956	950,2	950,3	$p = 0,0074T^2 - 4,7592T + 1717,3$	956,2	1
15	970,1	963,9	964,5	$p = 0,0085T^2 - 5,461T + 1840,5$	967,9	1
10	976,5	971,8	970,8	$p = 0,0046T^2 - 3,0378T + 1469,5$	972,7	1
5	987,8	974	976,1	$p = 0,0172T^2 - 11,148T + 2778,1$	983,4	1
2	991,6	976,6	978,4	$p = 0,0199T^2 - 12,734T + 3012,7$	985,2	1
1	992,5	978,6	978,5	$p = 0,021T^2 - 13,476T + 3137,2$	986,2	1

Как видно, из представленных данных (табл.) с ростом температуры плотность нефтяных эмульсий снижается. По уравнениям регрессии рассчитаны значения плотности при 298 К. Полученные уравнения позволяют рассчитывать плотность нефтяных эмульсий для различных температур в изученной интервале концентраций. Рассчитанные по уравнениям регрес-

сии значения плотности удовлетворительно совпадают с экспериментальными данными, при этом погрешность не превышает 0,1 %.

Библиографический список:

1. Новый справочник химика технолога. Основные свойства неорганических, органических и элементоорганических соединений / Под ред. Д.А. де-Векки, А.В. Москина и др. Санкт-Петербург, 2002. – 1276с.
2. Бегунов А.И., Филатова Е.Г., Рыбникова В.Г. Физико-химические свойства разбавленных растворов солей легких металлов // Вестник ИрГТУ. 2006. № 1 (25). С. 127-130.
3. Капустин В.М. Технология переработки нефти. Ч.1. Первичная переработка нефти. 2012.

УДК 620.193.01

**АНАЛИЗ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ КОРРОЗИИ
ПРИ ЗАЩИТЕ СТАЛИ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИМИ ПОКРЫТИЯМИ**

А.А. Яковлева

Иркутский национальный исследовательский
технический университет
д. т. н., профессор
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83
e-mail: ayakovistu@mail.ru

С.В. Садловский

Иркутский национальный исследовательский
технический университет
Аспирант гр. аФХ-18-1
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83
e-mail: vip.sadlovskiy@mail.ru

Н.И. Вострикова

Иркутский национальный исследовательский
технический университет
Магистрант гр. ФХм-20-1
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83
e-mail: vosnatalia@mail.ru

В.В. Халбаев

Иркутский национальный исследовательский
технический университет
Магистрант гр. ФХм-20-1
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83
e-mail: khalbaev98@mail.ru

АННОТАЦИЯ: С помощью гравиметрии и импедансной спектроскопии проведены исследования коррозионных процессов при защите

металлических образцов (стали) неметаллическими способами – нанесением лакокрасочных покрытий на основе стирол-акриловых эмульсий, в том числе при введении в лакокрасочный материал ингибитора коррозии. Анализ данных, получаемых методами гравиметрии и импедансной спектроскопии, свидетельствует, что такие методы исследования дополняют и обогащают друг друга.

Ключевые слова: коррозия, ингибитор, импедансная спектроскопия, латексы, гравиметрический метод.

ANALYSIS OF CORROSION RESEARCH METHODS FOR THE PROTECTION OF STEEL WITH NON-METALLIC COATINGS

A.A. Yakovleva

Doctor of Technical Sciences, Professor
Irkutsk National Research Technical University
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83
e-mail: ayakovistu@mail.ru

S.V. Sadlovskiy

Graduate student
Irkutsk National Research Technical University
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83
e-mail: vip.sadlovskiy@mail.ru

N.I. Vostrikova

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

V.V. Khalbaev

Graduate student
Irkutsk National Research Technical University
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83
e-mail: khalbaev98@mail.ru

ABSTRACT: With the help of gravimetry and impedance spectroscopy, studies of corrosion processes during the protection of metal samples (steel) by non-metallic methods – the application of paint coatings based on styrene-acrylic emulsions, including the introduction of a corrosion inhibitor into the paint material. Analysis of the data obtained by gravimetry and impedance spectroscopy shows that such research methods complement and enrich each other.

Key words: corrosion, inhibitor, impedance spectroscopy, latexes, gravimetric method

Рынок лакокрасочной промышленности является основным потребителем синтетических латексов, получаемых методом эмульсионной

полимеризации. Синтезируемые латексы являются отличными пленкообразователями с хорошими показателями адгезии, упругости и эластичности. Эмали и краски на их основе успешно проявили себя на фасадных и интерьерных поверхностях. Краски, в состав которых входит данный адгезив, способны также хорошо ложиться на металл, однако успешное применение латексов в качестве антикоррозионных покрытий нуждается в глубоком теоретическом осмыслении. Изучение физико-химических закономерностей протекания поверхностных процессов могло бы позволить целенаправленно отыскивать оптимальные составы, наиболее эффективные при защите металлических изделий от коррозии. Поверхностные процессы в системе металл - латексное покрытие - раствор (коррозионная среда) разнообразны по своей природе. Одновременно протекающие адгезия, диффузия, коррозия и другие явления, в конечном итоге влияющие на общую скорость процесса, сами по себе зачастую многостадийны. Выбор лимитирующей стадии представляется сложной экспериментальной задачей. В связи с этим даже выбор методы исследования – непростая задача. Именно об этом пойдет речь в нашей работе – о методах, с помощью которых можно оценивать показатели скорости протекания коррозионных процессах.

Гравиметрический метод используется для определения скорости коррозии с целью коррозионного контроля и оценки защитного действия ингибиторов коррозии. Гравиметрический метод основан на измерении разности массы контрольных металлических образцов до и после экспозиции в коррозионной среде. Ограничением, связанным с использованием этого метода, является то, что он характеризует усредненную скорость коррозии без учета неравномерности [1].

В качестве электрохимического метода использовали импедансную спектроскопию – метод основан на исследовании электрохимической системы при ее возбуждении сигналом в виде синусоидальной волны и наблюдении за поведением системы в ответ на это возмущение [2].

Импеданс (полное комплексное сопротивление Z^*) ячейки определяют как общее сопротивление исследуемого объекта протеканию переменного тока на заданной частоте и представляют в виде комплексного числа в соответствии с законом Ома [3]:

$$Z^* = \frac{U^*}{I^*} = \frac{U_0 e^{j\omega t}}{I_0 e^{j\omega t + \varphi}} = \frac{U_0}{I_0} e^{j\varphi} = Z \cos \varphi - jZ \sin \varphi = Z' - jZ''$$

где Z' и Z'' – активная и реактивная части импеданса.

Графическое представление импеданса на комплексной плоскости обычно представляют в координатах Найквиста. В нашей работе реактивную часть импеданса мы расценивали как показатель сопротивления

защитного покрытия системы, к агрессивной среде. Исходя из этого показателя можно сделать вывод и скорости коррозии

В работе были исследованы образцы эмали «Ржавостоп» с черным пигментом, детали проведения исследования методом импедансной спектроскопии описаны ранее [4, 5].

Из рис. 1 видно, что показатели омического сопротивления при частоте 3 Hz и выдержки образца в электролите 0,5 часа на координатах Найквиста показывает наибольшие показатели. После этого сопротивление линейно падает в зависимости от нахождения образца в электролите, эквивалентные схемы, которые описывают данные при 1,2,3,24 часах, включают в себя емкостные показатели, а также показатели элемента Варбурга, что говорит о прохождении диффузионных процессов на границе раздела фаз электрод - электролит. Кроме того, при выдержке 0,5 часа эквивалентная схема включает элемент Cotangent Hyperbolic.

Были сняты импедансные характеристики при тех же диапазонах выдерживания образцов в коррозионной среде при введении в систему ингибитора коррозии – нитрита натрия (рис. 2).

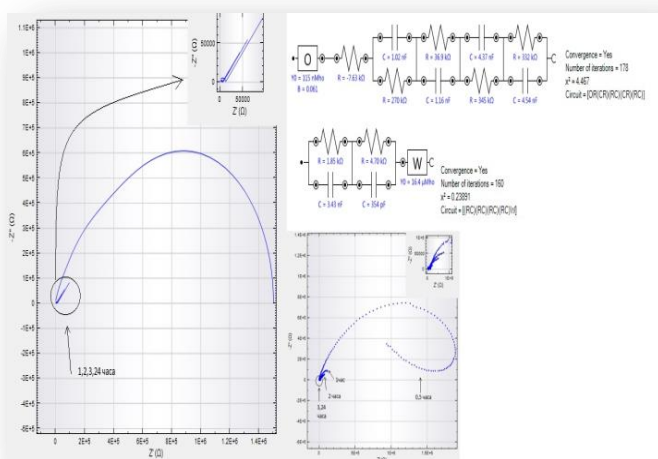


Рисунок 1. Показатели импедансной спектроскопии в координатах Найквиста

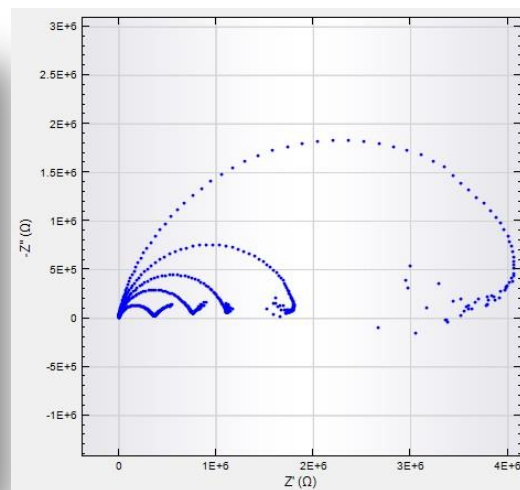


Рисунок 2. Использован ингибитор коррозии

Результаты свидетельствуют, что добавление нитрита натрия предотвращает коррозию стали за счет стабилизации пассивной пленки на металле, которая разрушается при поступлении к поверхности агрессивных веществ. Ингибирующая добавка вступает в реакцию с агрессивными частицами коррозионной среды и снижает их концентрацию [6]. После введения ингибитора коррозии видно увеличение омического сопротивления в разы, даже при удерживании образца в электролите 0,5 часа, что говорит об увеличении стойкости системы, ингибитор коррозии работает.

Результаты, полученные при использовании гравиметрического метода исследования, подтверждают информацию с импедансных диаграмм. Поэтому можно заключить, что электрохимический и гравиметрический методы исследования дают хорошую корреляцию, причем эти методы делают объем получаемой информации более полным. Например, гравитационные методы исследования позволяют получать кинетические характеристики в широком диапазоне времени, в то время как снятие годографа (импедансной диаграммы) длится секунды, но очень много времени занимает подготовка образцов к исследованию, а также подбор и анализ эквивалентной схемы.

Библиографический список:

1. Всероссийский научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий (ВНИИГАЗ) Методические указания по испытанию ингибиторов коррозии для газовой промышленности (второе издание).
2. Графов Б.М Электрохимические цепи переменного тока / Б.М Графов Е.А Укше. – М.: Наука, 1973. – 128 с.
3. Васильев Р.Б. Исследование электрохимических характеристик ультрадисперсной керамики на основе оксида олова методом спектроскопии импеданса методическая разработка / Р.Б. Васильев, Д.В. Вохмянина. – М.: Изд-во МГУ, 2011. – 15с.
4. Яковлева А.А., Анциферов Е.А., Садловский С.В. Определение коррозионных характеристик в координатах Нейквиста при защите поверхности стали латексами. iPolytech Journal. 2021;25(4):519-527.
5. Яковлева А.А., Анциферов Е.А., Гусева Е.А., Садловский С.В. Влияние защитного покрытия на основе органического связующего на коррозионную устойчивость стали. Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2019;9(4):600-611
6. Ramachandran V.S. Concrete Admixtures Handbook Properties, Science and technology. William Andrew Publishing. 1996. 1184 p.

УДК: 54-128:544.6.018.461.42

КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОБЪЯСНЕНИЮ МЕХАНИЗМА УДЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ГИБРИДНЫХ МЕМБРАН

А.О. Поселкина

Студент гр. БТ6-21-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

О.В. Лебедева

К.х.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский

технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: lebedeva@istu.edu

Ю.Н. Пожидаев

Д.х.н., профессор

Иркутский национальный исследовательский

технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: pozhid@istu.edu

А.Р. Вахитов

Студент гр. ХТпр-18-1

Ангарский государственный

технический университет

665835, г. Ангарск, ул. Чайковского, 60

Т.В. Раскулова

Д.х.н., доцент

Ангарский государственный

технический университет

665835, г. Ангарск, ул. Чайковского, 60

e-mail: raskulova@list.ru

АННОТАЦИЯ: Гидролитической поликонденсацией тетраэтоксисилана в присутствии сополимеров в водно-спиртовой среде получены эластичные пленки. Допирование пленок ортофосфорной кислотой приводит к формированию ионообменных мембран для топливных элементов. Удельная электропроводность мембран, сформированных из гибридных композитов с участием SiO_2 , более чем на порядок превышает проводимость мембран, полученных на основе сополимеров. Увеличение протонной проводимости гибридных мембран в сравнении с полимерными, можно связать с участием в транспорте ионов водорода не только молекул фосфорной кислоты по механизму Гроттуса, но и молекул кристаллизационной воды, содержащейся в структуре композитов.

Ключевые слова: гибридные мембраны, удельная электропроводность, квантово-химический подход.

QUANTUM CHEMICAL APPROACH TO EXPLANATION OF THE MECHANISM OF SPECIFIC ELECTRICAL CONDUCTIVITY OF HYBRID MEMBRANES

A.O. Poselkina

Student gr. BTb-21-1

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

O.V. Lebedeva

Assistant Professor

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

Yu.N. Pozhidaev

Doctor of Chemistry, Professor

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

A.R. Vakhitov

Student gr. KhTpr-18-1

Angarsk State Technical University
665813, Angarsk, st. Chaikovsky, 60

T.V. Raskulova

Doctor of Chemistry, Associate Professor

Angarsk State Technical University
665813, Angarsk, st. Chaikovsky, 60
e-mail: raskulova@list.ru

ABSTRACT: Elastic films were obtained by hydrolytic polycondensation of tetraethoxysilane in the presence of copolymers in a water-alcohol medium. Doping films with phosphoric acid leads to the formation of ion-exchange membranes for fuel cells. The specific electrical conductivity of membranes formed from hybrid composites with the participation of SiO_2 exceeds by more than an order of magnitude the conductivity of membranes obtained on the basis of copolymers. An increase in the proton conductivity of hybrid membranes compared to polymer membranes can be associated with the participation in the transport of hydrogen ions not only of phosphoric acid molecules according to the Grotthus mechanism, but also of molecules of crystallization water contained in the structure of the composites.

Keywords: hybrid membranes, electrical conductivity, quantum chemical approach.

Процесс гидролитической поликонденсации тетраэтоксисилана в присутствии (со)полимеров в водно-спиртовой щелочной среде приводит к образованию твердых веществ, нерастворимых в воде, неорганических и органических растворителях, обладающих высокой термической устойчивостью, предназначенных для использования в качестве адсорбентов [1].

Нейтральная и слабокислая среда благоприятна для образования растворов органических соединений в полиорганосилоксанах, на основе которых могут быть получены эластичные пленки, термическое отверждение которых, с последующим допированием ортофосфорной кислотой или сульфированием серной кислотой, приводит к формированию ионообменных мембран для топливных элементов [2,3].

Удельная электропроводность мембран, сформированных из гибридных композитов с участием SiO_2 , более чем на порядок превышает проводимость мембран, полученных на основе сополимеров. Например, введение в структуру мембраны 4-винилпиридин-2-гидроксиэтилметакрилат/ H_3PO_4 (4-ВП-ГЭМА/ H_3PO_4) блоков диоксида кремния приводит к повышению ее удельной электропроводности в 73 раза (от $6.4 \cdot 10^{-4}$ до $4.7 \cdot 10^{-2}$ См/см). Подобные факты уже отмечались рядом исследователей, но не получили соответствующего объяснения [4]. При этом в составе диоксида кремния нет ионпроводящих групп. Для объяснения механизма увеличения проводимости нами были проведены квантово-химические расчеты оптимизированных локальных структур сопряжения блоков сополимеров и диоксида кремния.

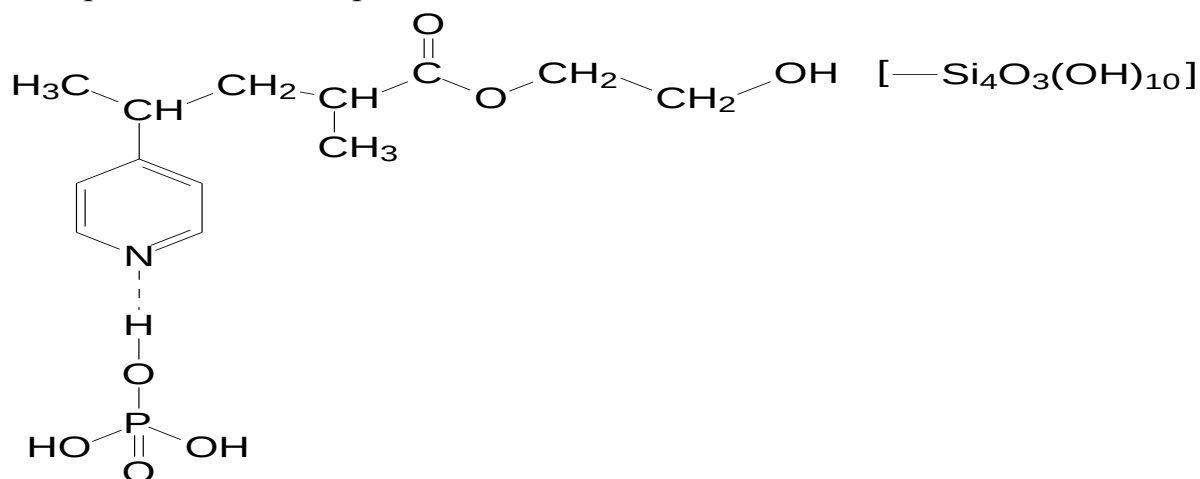


Рисунок 1. Схема модельной структуры гибридного композита:
4-ВП-ГЭМА- $\text{SiO}_{(2-k)}(\text{OH})_{2k}/\text{H}_3\text{PO}_4$

При моделировании (пакет программ Orca, метод функционала плотности Becke/Perdew в базисном наборе def2-SVP с учетом энергии нулевых колебаний) использована локальная структура композита, включающая фрагмент элементарного звена сополимера 4-ВП с ГЭМА (44 атома), и неорганическую часть из 27 атомов, повторяющую структуру блока диоксида кремния, поверхность которого гидратирована и содержит гидроксильные группы (рис. 1).

Формирование композита сопровождается последовательным образованием дендритной и ринговой конфигураций блоков диоксида кремния,

последняя из которых является более устойчивой (рис. 2, 3). Переход дендритной конфигурации в ринговую сопровождается «выбросом» двух молекул воды, что обеспечивает динамическую стабильность системы. Эта «кристаллизационная» вода остаётся связанной с блоком диоксида кремния межмолекулярными водородными связями.

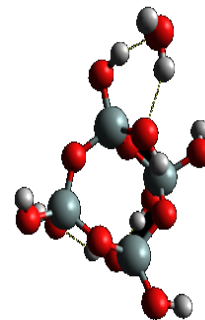
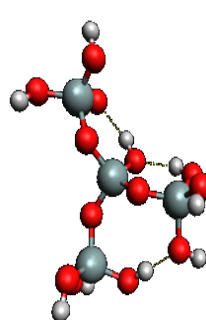
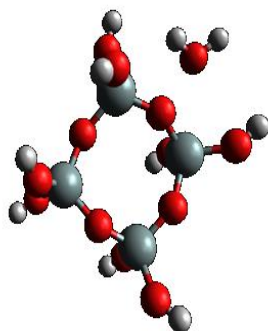
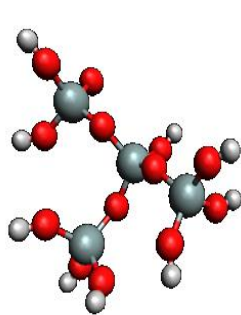


Рисунок 2. Переход между дендритной и циклической формами силсесквиоксана

Рисунок 3. Оптимизированные структуры силсесквиоксана

Таким образом, увеличение протонной проводимости гибридных мембран в сравнении с полимерными, можно связать с участием в транспорте ионов водорода не только молекул фосфорной кислоты по механизму Гроттуса (перемещение протонов между кислотой и основанием по «мосту» из молекул воды), но и молекул кристаллизационной воды, содержащейся в структуре композитов.

Библиографический список:

1. Lebedeva O.V., Pozhidaev Y.N., Raskulova T.V. Organic-inorganic composite for extraction of platinum(IV) // Solid State Phenomena. – 2021. – Vol. 316. – P. 116-120.
2. Chesnokova A., Lebedeva O.V., Pozhidaev Y.N., Malakhova E.A., Raskulova T.V., Kulshrestha V., Kuzmin A.V., Pozdnyakov A.S. New non-fluoridated hybrid proton exchange membranes based on commercial precursors // international journal of hydrogen energy. – 2020. – vol. 45, № 37. – p. 18716-18730.
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.
4. Осипов А.К., Прихно И.А., Ярославцев А.Б. Ионный перенос в гибридных мембранах на основе перфторсульфополимеров // Мембраны и мембранные технологии. – 2018. – Т. 8. – № 6. – С. 406-410.

УДК 546.92:541.183

СОРБЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ ГИБРИДНЫХ КОМПОЗИТОВ

Д.И. Мишарина

Студент гр. ТПб-21-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Е.И. Сипкина

К.х.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: evgiv84@mail.ru

АННОТАЦИЯ: С помощью золь-гель синтеза получены новые гибридные материалы на основе азотсодержащих гетероциклических соединений и диоксида кремния. Изучена адсорбционная активность по отношению к ионам платины (IV) из солянокислых растворов. Наибольшее значение сорбционной емкости обнаруживаются при температуре 65 °С.

Ключевые слова: золь-гель синтез, гибридные композиты, адсорбция, платина.

SORPTION ACTIVITY OF HYBRID COMPOSITES

D.I. Misharina

Student

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

E.I. Sipkina

Assistant professor

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

ABSTRACT: Sol-gel synthesis was used to obtain new hybrid materials based on nitrogen-containing heterocyclic compounds and silicon dioxide. The adsorption activity with respect to platinum (IV) ions from hydrochloric acid solutions was studied. The highest value of the sorption capacity is found at a temperature of 65 °C.

Keywords: sol-gel synthesis, hybrid composites, adsorption, platinum.

В настоящее время для извлечения благородных металлов из сточных вод широко применяются азотсодержащие сорбенты [1]. Высокую сорбционную активность проявляют гибридные композиты, содержащие различные азотсодержащие группы: алифатические и ароматические аминогруппы, пиридиновые, пиразольные и другие фрагменты [2-5]. Сорб-

ционная ёмкость таких сорбентов зависит от содержания и природы функциональных групп, природы сорбируемого иона, условий сорбции.

Одним из методов получения таких материалов является золь-гель синтез. Композиты, полученные этим методом, отличаются повышенной механической прочностью и термостабильностью. Азотсодержащие сорбционные материалы на основе сополимеров 4-винилпиридина с 2-гидроксиэтилметакрилатом и диоксида кремния (4-ВП-ГЭМА-SiO₂), а также сополимеров 1-винилимидазола и 4-винилпиридина с винилацетатом и диоксида кремния (4-ВП-ВА-SiO₂ и ВИМ-ВА-SiO₂) проявляют высокую адсорбционную активность по отношению к Pt(IV) в солянокислых растворах. Данные гибридные композиты получены гидролитической поликонденсацией, представляющие собой твердые порошкообразные вещества, не растворимые в воде, в растворах неорганических кислот и органических растворителях, термоустойчивы [6, 7].

Сорбционную активность композитов изучали статическим методом. Полное сорбционное равновесие в системе, при кислотности среды 1 моль/л достигается после 3 часов контакта композита с раствором [PtCl₆]²⁻.

Важным фактором, определяющим адсорбционное равновесие, является температура. В связи с этим получены изотермы адсорбции при температурах 25, 45 и 65 °С. Максимальная эффективность извлечения Pt(IV) в HCl 1 моль·л⁻¹ наблюдается при температуре 65 °С. Наибольшее значение сорбционной емкости (249 мг·г⁻¹) и коэффициента межфазного распределения (15900 см³·г⁻¹) обнаруживает композит 4-ВП-ВА-SiO₂. (табл. 1).

Таблица 1

Сорбционная емкость гибридных композитов

Композит	Сорбционная емкость, мг·г ⁻¹			Коэффициент межфазного распределения, см ³ ·г ⁻¹		
	25 °С	45 °С	65 °С	25 °С	45 °С	65 °С
ВИМ-ВА-SiO ₂	146	158	180	2170	2650	3560
4-ВП-ВА-SiO ₂	167	188	249	3090	4030	15900
4-ВП-ГЭМА-SiO ₂	157	180	188	2230	2540	3215

Полученные композиты проявили высокую сорбционную активность в кислых растворах по отношению к хлорокомплексам Pt(IV), что позволит применять их в качестве материалов для извлечения ионов платины из технологических растворов.

Библиографический список:

1. Моходоева О.Б., Мясоедова Г.В., Кубракова И.В. Сорбционное концентрирование в комбинированных методах определения благородных металлов // Журнал аналитической химии. 2007. Т. 62, № 7. С. 679-695

2. Чопабаева Н.Н., Ергожин Е.Е., Тасмагамбет А.Т. Сорбция ацидо-комплексов Pt(IV) азотсодержащими полимерами на основе лигнина // Цветные металлы. 2007. № 8. С. 48-51.

3. Абовский Н.Д., Блохин А.А., Мурашкин Ю.В. Кинетика сорбции платины (II) и платины (IV) на комплексообразующем ионите с тиомочевинными функциональными группами и на сильноосновном анионите из солянокислых растворов // Журнал прикладной химии. 2007. Т. 80, №. 7. С. 1094-1098.

4. Лосев В.Н., Метелица С.И., Елсуфьев Е.В., Трофимчук А.К. Сорбционно-люминесцентное определение золота, серебра и платины с применением силикагеля, химически модифицированного N-(1,3,4-тиодиазол-2-тиол)-N'-пропилтиомочевинными группами // Журнал аналитической химии. 2009. Т. 64, № 9. С. 926-932.

5. Журавлев В.И., Божко Г.Г. Изучение сорбции серебра из цианистых растворов пиразолсодержащими волокнистыми сорбентами // Цветные металлы. 2011. № 10. С. 68-71

6. Лебедева О.В., Сипкина Е.И., Пожидаев Ю.Н. Адсорбция платины (IV) композитом на основе диоксида кремния и сополимера 4-винилпиридина с 2-гидроксиэтилметакрилатом // Физикохимия поверхности и защита материалов. 2017. Т.53, № 1. С. 75-80.

7. Сипкина Е.И., Лебедева О.В., Пожидаев Ю.Н., Оборина Е.Н. Адсорбция платины (IV) композитами на основе диоксида кремния и сополимеров винилацетата с 1-винилимидазолом и 4-винилпиридином / Е.И. Сипкина, // Физикохимия поверхности и защита материалов. 2017. Т. 53, № 4. С. 388-394.

УДК 544.52

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОТОХИМИЧЕСКИХ ПРЕВРАЩЕНИЙ АНСАМБЛЕЙ СТИЛЬБЕН / ИМИДАЗОПИРИДИН

А.О. Устюжанин

Магистрант гр. ФХм-20-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: al.ust7@yandex.ru

А.Г. Львов

к.х.н., заведующий лабораторией фотоактивных соединений

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: lvov-andre@yandex.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: Исследована фотоактивность производных (Z)-3-(1,2-дифенилвинил)-2-фенилмидазо[1,2-*a*]пиридина. Показано, что основным фотохимическим процессом является циклизация 2-фенил-3-винилимидазо[1,2-*a*]пиридина.

Ключевые слова: имидазопиридин, стильбен, винилбифенил, фотоциклизация.

RESEARCH OF PHOTOCHEMICAL TRANSFORMATIONS OF STILBENE / IMIDAZOPYRIDINE ENSEMBLES

A.O. Ustyuzhanin

Master's degree student gr. FHM 20-1

Irkutsk National Research

Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: al.ust7@yandex.ru

A.G. Lvov

Ph.D, Head of the Laboratory of photoactive compounds

Irkutsk National Research

Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: lvov-andre@yandex.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 photoactivity of (Z)-3-(1,2-diphenylvinyl)-2-phenylimidazo[1,2-*a*]pyridine derivatives was studied. It has been shown that the main photochemical process is the cyclization of 2-phenyl-3-vinylimidazo[1,2-*a*]pyridine

Key words: imidazopyridine, stilbene, vinylbiphenyl, photocyclization.

Фотохимические реакции, в основе которых лежит циклизация гексатриеновой системы, находят широкое применение в органическом синтезе. К таким превращениям относятся окислительная фотоциклизация

стильбенов/диарилэтенев (реакция Мэллори), фотоциклизация производных 2-винил-1,1'-бифенила и др.

Ранее одними из нас [1] были синтезированы арилзамещенные производные имидазо[1,2-*a*]пиридина **1**. Особенностью данных соединений является наличие в их молекуле одновременно фрагментов стильбена и гетероциклического аналога винил-1,1'-бифенила, потенциально способных к фотоциклизации. В нашей работе мы поставили цель исследовать селективность фотохимических превращений соединений **1** (рисунок 1).

С помощью ^1H ЯМР мониторингов и препаративных фотореакций нами показано, что основным продуктом фотолиза (облучение УФ светом $\lambda = 365$ нм) **1a** являются 5,6-диарилзамещенные производные нафто[1',2':4,5]имидазо[1,2-*a*]пиридина **2**. Строение соединений **2b** и **2c** было доказано с помощью рентгеноструктурного анализа.

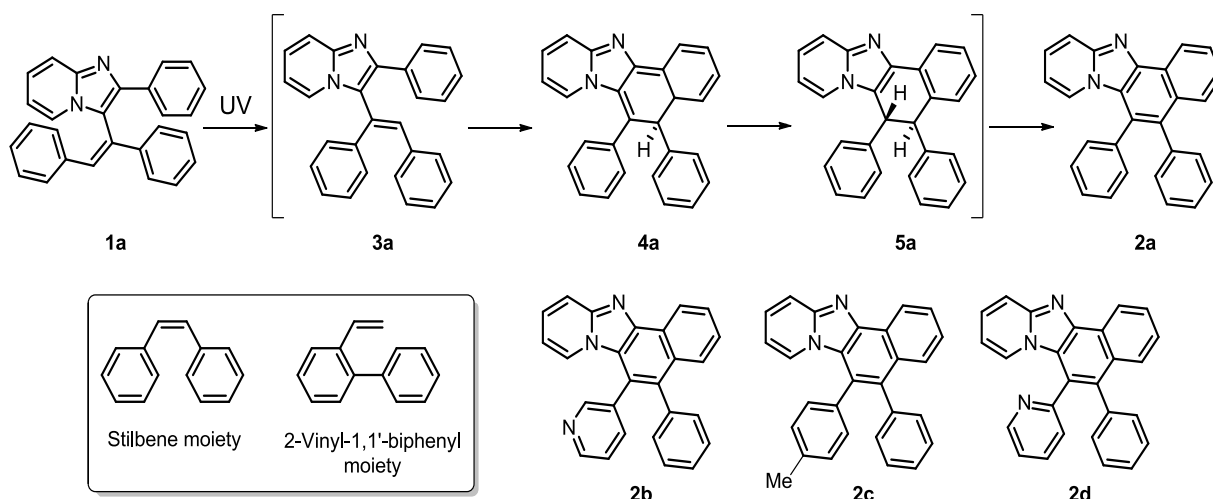


Рисунок 1. Механизм реакции и выделенные продукты реакций

Процесс образования соединений **2** представляет собой каскадный процесс, первой стадией которого является E-/Z-изомеризация в **3**. Далее происходит 6π-электроциклизация в **4**, в результате которой нарушается ароматичность имидазольного и бензольного фрагментов. Далее происходит термический [1,5]-водородный сигматропный сдвиг, с частичным восстановлением ароматичности. В присутствии кислорода **5** превращаются в более стабильные, полностью ароматичные продукты **2**.

Таким образом, показано, что фотоциклизация соединений **1** проходит исключительно по «винилбифенильной» части. Для выяснения природы подобной селективности нами проведены DFT расчеты (уровень теории B3LYP/ 6-311G(d,p)). Оказалось, что продукт фотоциклизации **3a** по

винилбифенильной части на 8 ккал/мол стабильнее, чем продукт циклизации по стильбеновой части.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Научно-образовательного центра мирового уровня «Байкал» (FZZS-2021-0006).

Библиографический список:

1. I. A. Bidusenko, E. Yu. Schmidt and co-authors. Semistabilized diaza-trienyl anions from pyridine imines and acetylenes: an access to Z-stilbene/imidazopyridine ensembles, benzyimidazopyridines and beyond – в печати.

2. Lewis F. D., Xiaobing Z. Conformer-specific photoisomerization of some 2-vinylbiphenyls/ Lewis F. D., Xiaobing Z. // Photochemical and Photobiological Sciences. – 2003. – Т.11, вып. 2. – С. 1059-1066.

УДК 547.569:546.287:547326

**СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОЗИТНЫХ
ПРОТОПРОВОДЯЩИХ МЕМБРАН**

Е.С. Бакшеева

Бакалавр гр. НМб-19

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: yelena.baksheeva.01@bk.ru

Е.К. Анищенко

Бакалавр гр. НМб-19

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: xxgggi@gmail.com

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

АННОТАЦИЯ: В данной исследовательской работе приведен синтез полимерных мембран с разными видами цеолитов, а также изучены такие характеристики, как протонная проводимость, ионообменная емкость, водопоглощение и механическая прочность.

Ключевые слова: цеолиты, сульфосукциновая кислота, поливиниловый спирт, мембраны, протонная проводимость.

SYNTHESIS AND STUDY OF COMPOSITE PROTON CONDUCTIVE MEMBRANES

Baksheeva E.S.

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, Lermontova st., 83

e-mail: yelena.baksheeva.01@bk.ru

Anishchenko E.K.

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, Lermontova st., 83

e-mail: xxgggi@gmail.com

S.A. Zakarchevsky,

Graduate student

Irkutsk National Research

Technical University

664074, Irkutsk, Lermontova st., 83

e-mail: serzh94lan@mail.ru

A.N. Chesnokova

Associate Professor

Irkutsk National Research

Technical University

664074, Irkutsk, Lermontova st., 83

e-mail: chesnokova@istu.edu

ABSTRACT: This article presents the synthesis of polymeric membranes with different types of zeolites and studies membranes characteristics such as proton exchange process, ion exchange capacity, water absorption and mechanical strength.

Keywords: zeolites, sulfosuccinic acid, polyvinyl alcohol ,membranes, proton conductivity.

В настоящее время во всем мире достаточно большое внимание уделяется исследованиям альтернативных источников энергии. Как известно, в последнее время наблюдается устойчивая тенденция роста энергопотребления, что удовлетворяется, в первую очередь, за счет резервного

ископаемого топлива, сгорание которого приводит к выбросу газов, ответственных за парниковый эффект и другие загрязнения [1]. Топливные элементы, использующие в качестве электролита протонпроводящие мембраны, представляют собой экологически чистые устройства для преобразования химической энергии в электрическую [2].

Основным элементом таких источников является протонпроводящая мембрана, которая участвует в переносе протонов, образующихся в результате ионизации водорода на аноде, в катодную область. При этом мембрана должна обладать высокой протонной проводимостью, иметь достаточную толщину для разделения газовых и топливных потоков на аноде и катоде, а также быть химически стойкой. Мембраны используются в качестве электролита и обязаны обеспечивать минимальные омические потери и обладать низкой стоимостью изготовления [3,4]. В связи с тем, что коммерчески выпускаемые мембраны являются дорогостоящими, актуальной задачей является синтез альтернативных протонпроводящих материалов.

Целью данной работы является синтез мембран с разными цеолитами и исследование их характеристик: протонной проводимости, водопоглощения, ионнообменной емкости и механических свойств; а также сравнение полученных данных с характеристиками Нафiona.

В данной работе исследуемые образцы были получены в ходе смешивания раствора поливинилового спирта, сульфоянтарной кислоты и добавления различных цеолитов, которые были предварительно прокалены в муфельной печи при температуре 350 °С в течение трех часов (ZSM – 5HCl, NaI₄(NH₄F)).

По истечении 3-4 часов смешивания было осуществлено формирование мембран в чашках Петри методом полива. Далее мембраны оставляли на 24 часа для сушки, а после подвергали сшивке при 80 °С в течение 20 минут.

Были проведены исследования следующих характеристик мембран:

- протонная проводимость. Значение протонной проводимости определялось с помощью метода импедансной спектроскопии в диапазоне температур при 80 °С;
- водопоглощение (в соответствии с ГОСТ 17554-72) [5];
- ионообменная емкость (методом обратного титрования по ГОСТ 17552-72) [6];
- механические свойства мембран исследовали на универсальной испытательной машине AGS-X (Shimadzu, Япония) по методике ГОСТ 50111-92 [7].

Результаты исследования характеристик исследуемых мембран приведены в табл.1.

Таблица 1

Характеристики исследованных мембран

Образец	Протонная проводимость, $\text{См} \cdot \text{см}^{-1}$.	Водопоглощение, %	Ионообменная емкость, ммоль/г	Модуль упругости, МПа	Прочность при разрыве, МПа	Относительное удлинение при разрыве, %
C12	$1,2 \cdot 10^{-2}$	2,2	1,5	185	21	76
C15	$2,5 \cdot 10^{-3}$	3,8	3,1	150	23	144

Согласно полученным данным следует, что мембраны с цеолитом $\text{NaI}_4(\text{NH}_4\text{F})$ имеют высокую протонную проводимость и ионообменную емкость благодаря содержанию ионообменных групп в структуре цеолитов, которые обеспечивают хорошие транспортные свойства, а также хорошие механические характеристики.

Синтезированные нами мембраны можно рассматривать в качестве перспективных и недорогих аналогов коммерческим протонпроводящим мембранам. В отличие от перфторированных мембран типа «Nafion», для которых необходима организация системы утилизации отработанных мембран, разработанные нами мембраны легко утилизировать или даже переработать в подобные материалы.

Благодарность. Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках научно-образовательного центра «Байкал» (грант № FZZS-2021-0007). Авторы выражают благодарность доценту ИРНИТУ Скорниковой С.А. за предоставление образцов цеолитов.

Библиографический список:

1. О.В. Лебедева Протонпроводящие мембраны для водородно-воздушных топливных элементов // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология, 2016, № 1 (16).
2. Галлямов М.О., Хохлов А.Р. Топливные элементы с полимерной мембраной: Материалы к курсу по основам топливных элементов. — М.: Физический факультет МГУ, 2014. — 72 с. ISBN 978-5-600-00346-0
3. 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 химия и биотехнология. 2020;10(2):360-367. <https://doi.org/10.21285/2227-2925-2020-10-2-360-367>
4. Lebedeva OV, Pozhidaev YuN, Malakhova EA, Raskulova TV, Chesnokova AN, Kulshrestha V, et al. Sodium p-styrene sulfonate-1-vinylimidazole copolymers for acid-base protonexchange membranes. Mem-

branes and Membrane Technologies. 2020;2:76–84. <https://doi.org/10.1134/S2517751620020079>

5. ГОСТ 17554-72 Мембраны ионообменные. Метод определения содержания влаги.

6. ГОСТ 17552-72 Мембраны ионообменные. Методы определения полной и равновесной обменной емкости.

7. ГОСТ 50111-92 Мембраны полимерные. Метод определения прочностных свойств плоских мембран.

УДК. 543.423.1

**ОБОСНОВАНИЕ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ВЫБОРУ
ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ПРИ ОЦЕНКЕ
ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УЗЛОВ СМАЗКИ ГТД
ПО РЕЗУЛЬТАТАМ АТОМНО-ЭМИССИОННЫХ СВЧ
ПЛАЗМЕННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ**

Е. Н. Карасева

Студентка гр. ФХм-20-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: ekaterina.n.karaseva@gmail.com

В. Г. Дроков

Док. техн. наук

Иркутский государственный университет

664003, г. Иркутск, бульвар Гагарина, 20

e-mail: spectrosib@gmail.com

Л.А. Бегунова

к.т.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: lbegunova@mail.ru

АННОТАЦИЯ: Рассмотрены результаты СВЧ плазменных измерений металлических частиц изнашивания в пробах смазочных масел авиационных ГТД. Оценивалась правильность определения элементного состава частиц изнашивания. В качестве контрольного метода применяется микрорентгеноспектральный метод.

Ключевые слова: частицы изнашивания, элементный состав, авиационный ГТД.

**SUBSTANTIATION OF RECOMMENDATIONS FOR THE SELECTION
OF DIAGNOSTIC FEATURES WHEN ASSESSING THE TECHNICAL
CONDITION OF GTE LUBRICATION UNIT BASED ON THE
RESULTS OF ATOMIC EMISSION MW PLASMA MEASUREMENTS**

E. N. Karaseva
Student gr. FHm-20-1
Irkutsk National Research
Technical University
664074, Irkutsk, Lermontova street, 83
e-mail: ekaterina.n.karaseva@gmail.com

V. G. Drokov
D. Sc. (Technology)
Irkutsk State University
664003, Irkutsk, Gagarin boulevard, 20
e-mail: spectrosib@gmail.com

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

ABSTRACT: The results of microwave plasma measurements of wear metal particles in samples of aircraft GTE lubricating oils are excluded. The correctness of determining the elemental composition of wear particles is evaluated. As a control substance particles X-ray microspectral method.

Key words: wear particles, elemental composition, aviation GTE.

При диагностировании авиационных газотурбинных двигателей по результатам атомно-эмиссионных СВЧ плазменных измерений, диагностическими признаками, позволяющими оценить техническое состояние двигателя, являются отношение числа «сложных» частиц к «простым» и рейтинг «сложных» частиц изнашивания [1, 2].

«Сложными» принято называть частицы, состоящие из двух и более элементов, «простыми» – частицы, состоящие из одного элемента. Возникает вопрос о причинах обнаружения «простых» одноэлементных частиц, поскольку для изготовления узлов и агрегатов двигателя не используются чистые металлы.

В этой связи выдвинуто предположение, что регистрация «простых» частиц связана с недостаточным пределом обнаружения СВЧ плазменного метода, поскольку легирующие компоненты в сплаве составляют малую долю состава. Это предположение основано на полученных ранее результатах рентгеноспектральных измерений. С использованием микроанализатора «Фокус» определялся состав частиц различных размеров стали ЭИ-347 (с составом Fe-Cr-Ni-W-V). При размерах частиц 50 мкм обнаруживалась только основа сплава – Fe. При постепенном увеличении размеров

частиц в их составе обнаруживался W, а при размерах частиц более 100 мкм обнаруживались остальные компоненты – Cr, V и Ni.

Поскольку уровень достоверности оценки технического состояния двигателя фактически связан с правильностью определения элементного состава частиц изнашивания и данный вопрос недостаточно исследован, то в качестве контрольного метода для верификации СВЧ плазменных измерений состава металлических частиц использовался микрорентгеноспектральный метод [3,4].

Результаты микрорентгеноспектральных измерений показали, что среди зарегистрированных частиц нет ни одной частицы с элементным составом, отражающим элементный состав какой-либо марки сплава, используемого в изготовлении узлов и агрегатов двигателя. При этом могут встречаться частицы с составом W-Zn, где доля вольфрама в частице составляет 62 %; частицы состава Ni-Si-Na с содержанием Ni=60 %. Это свидетельствует о значительной неоднородности сплавов, используемых для изготовления узлов и агрегатов двигателя, поскольку максимальная доля вольфрама, находящаяся в сплаве ЭИ-347 – 9,5 %, а никеля в сплаве 10X18H11БЛ – 12 %. От общего числа зарегистрированных частиц обнаружено менее 1 % одноэлементных частиц.

СВЧ плазменный комплекс позволяет определять в настоящее время восемь элементов (Al, Cr, Ni, Mg, Fe, Cu, Ag, V), в то время как микрорентгеноспектральный метод определяет большинство элементов периодической таблицы. Так, например, СВЧ плазменным методом частица с составом Cr-Ca-Cu-Zn-Cd будет определена как Cr-Cu, а частицы с составом Cu-Sn и Cu-Zn будут определены как одноэлементные частицы Cu.

Описанные выше данные свидетельствуют о том, что регистрация «простых» частиц связана не только с пределом обнаружения, но и с количеством каналов регистрации СВЧ плазменного анализатора. Поэтому увеличение каналов регистрации позволит точнее определять элементный состав, что в свою очередь, обеспечит более высокую достоверность диагностирования. В связи с этим, необходимо включить в перечень определяемых каналов элементы Mn, Mo, Ti и Si.

Библиографический список:

1. Иноземцев А.А. Состояние и перспективы развития спектральной трибодиагностики авиационных газотурбинных двигателей // Часть 2. Элементный состав частиц изнашивания, накапливаемых в системе смазки авиационных газотурбинных двигателей / Иноземцев А.А. [и др.] / «Контроль. Диагностика» 2011. – № 3 (153). – С 52-61.
2. Дроков В.Г., Павлинский Г.В., Сеницкая А.В., Ходунаев А.Ю., Исследование частиц изнашивания в пробах масел газотурбинных двигателей РФА «ФОКУС-2», Завлаб, 2017, том 83, №7,

3. Результаты измерений элементного состава частиц изнашивания в системе смазки авиационных газотурбинных двигателей методом электронно-зондового рентгеноспектрального микроанализа (ЭРСМА). Дроков В.Г., Дроков В.Вл., Мурыщенко В.В., Павлова Л.А., Скудаев Ю.Д. / Научный вестник ГосНИИ ГА. 2020г. №33. С. 19-29

4. Результаты определения элементного состава металлических частиц изнашивания в пробах авиационных газотурбинных двигателей, измеренных методами СВЧ плазменным и электронно-зондового рентгеноспектрального микроанализа (ЭРСМА). Дроков В.Г., Дроков В.Вл., Мурыщенко В.В., Павлова Л.А., Скудаев Ю.Д. / Научный вестник ГосНИИ ГА. 2020г. №33. С. 58-68

УДК 544.7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПЕСКОВ

А.А. Яковлева

Д.т.н., проф.

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: ayakovistu@mail.ru

Ч.Т. Нгуен

Аспирант гр. аФХ-18

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: nguyentrungthuy_irk@mail.ru

Тхи Нгок Йэн Нгуен

Хим. магистр

Данангский университет медицинских
технологий и фармации

99 Хунг Выонг, Хайчау, Дананг, Вьетнам

АННОТАЦИЯ: В работе удельная площадь поверхности песков из Вьетнама и Прибайкалья определена методом адсорбции метиленового голубого. Полученные результаты показали, что удельная поверхность песков небольшая и колеблется около 1 – 2 м²/г. Оценка удельной поверхности позволяет анализировать сорбционные свойства и возможности песков к удерживанию вредных веществ.

Ключевые слова: адсорбция, песок, удельная поверхность, метиленовый голубой.

DEFINITION OF THE SURFACE AREA OF SANDS

A.A. Yakovleva

Dr., prof.

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: ayakovistu@mail.ru

Trung Thuy Nguyen

Post-graduate

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: nguyentrungthuy_irk@mail.ru

Thi Ngoc Yen Nguyen

chem. master

Da Nang University of Medical Technology and Pharmacy

99 Hung Vuong, Hai Chau, Da Nang, Viet Nam

ABSTRACT: In this work, the surface area of sands from Vietnam and the Baikal region was determined by the method of methylene blue adsorption. The results showed that the specific surface area of sands is small and fluctuates around 1-2 m²/g. Evaluation of the surface area makes it possible to analyze the sorption properties and the ability of sands to retain harmful substances.

Keywords: adsorption, sand, specific surface, methylene blue.

Наиболее распространенным методом определения удельной площади поверхности адсорбционных материалов является низкотемпературная адсорбция газов азота [1]. Метод Бюнауэрэра–Эммета–Теллера (БЭТ) широко используется для обработки данных адсорбции и определения удельной поверхности микропористых тел. Для более крупных дисперсных систем, к которым относятся пески, чаще используют адсорбцию из водных растворов, в том числе адсорбцию молекул метиленового голубого [2].

В данной работе использовали метод адсорбции метиленового голубого для определения удельной площади поверхности песков. Этот метод основан на измерении концентрации метиленового голубого до C_0 и после C_p адсорбции песком и нахождении величины адсорбции A_∞ :

$$A_\infty = \frac{C_0 - C_p}{m} V,$$

где C_0 и C_p – начальная и равновесная концентрация адсорбата (моль/дм³); m – масса адсорбента (г); V – объем рабочего раствора (дм³).

Для определения концентрации метиленового голубого использовали спектрофотометрический метод (спектрофотометр ПЭ-5400В, Россия). Для метиленового голубого максимум полосы поглощения наблюдался при длине волны 660 нм (рис. 1а). Для построения калибровки использовали растворы метиленового голубого в диапазоне концентраций ниже $2 \cdot 10^{-5}$ моль/дм³. В исследуемом диапазоне концентрации соблюдается закон Бугера–Ламбера–Бера (рис. 1б).

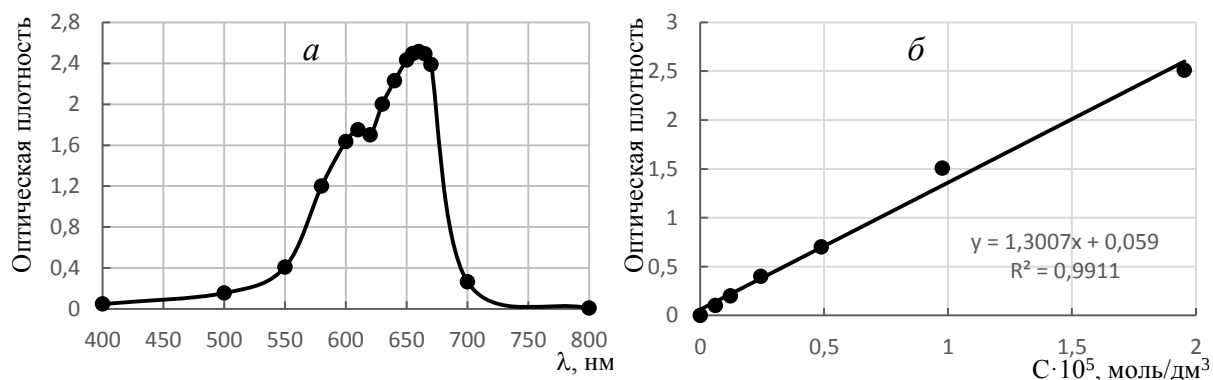


Рисунок 1. Спектры поглощения водного раствора метиленового голубого (а) и градуировочный график (б)

В качестве объектов исследования использовали пески из Вьетнама (обозначены А, Б, Г и К) [3] и из Прибайкалья (обозначены П1, П2, П3, П4) [4]. Опыты определения удельной поверхности песков проводили в статическом режиме. В колбе вместимостью 0,2 дм³ помещали навеску 3 г песка и приливали $50 \cdot 10^{-3}$ дм³ раствора метиленового голубого $2 \cdot 10^{-5}$ моль/дм³.

Для определения удельной поверхности $S_{уд}$ песков на основе результатов ситового анализа использовали фракции, которые имеют самый большой выход класса (по максимумам на кривых распределения частиц по размерам).

Прежде всего, было проведено исследование кинетики адсорбции для определения времени установления равновесия. Это время определяли серией измерений продолжительностью от 15 до 120 минут при 298 К на песке.

Полученные значения предельной величины адсорбции позволяет рассчитывать удельную поверхность песка по уравнению:

$$S_{уд} = A_{\infty} \cdot N_A \cdot s_{мг},$$

где $S_{уд}$ – удельная площадь поверхности песка, м²/г; A_{∞} – сорбционная емкость песка, моль/г; N_A – число Авогадро ($N_A = 6.023 \cdot 10^{23}$); $s_{мг}$ –

площадь поверхности, занимаемая одной молекулой метиленового голубого, m^2 ($s_{mg} = 106 \cdot 10^{-20} m^2$ [5]).

Для всех песков адсорбция достигает полного равновесия примерно через 80 – 90 минут. На рис. 2 для примера представлена эволюция адсорбции метиленового голубого на песке А при 298 К.

Видно, что адсорбция метиленового голубого на песке достигла предельное значение A_{∞} . Значение A_{∞} определяли, проводя касательную к горизонтальному участку изотермы (табл. 1)

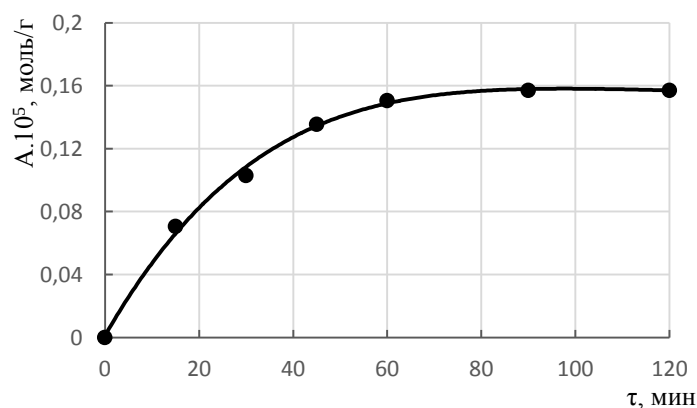


Рисунок 2. Эволюция адсорбции метиленового голубого на песке А

Таблица 1

Сорбционная ёмкость песка по отношению к метиленовому голубому

песка	А	Б	Г	К	П1	П2	П3	П4
$d_{ср}$, мм	0.294	0.429	0.241	0.849	0.282	0.176	0.846	0.172
$A_{\infty} \cdot 10^5$, моль/г	0.1571	0.1551	0.1593	0.1498	0.1471	0.1129	0.1607	0.1313

Удельная площадь поверхности песков, определенная методом адсорбции метиленового голубого, представлена в табл. 2.

Таблица 2

Удельная площадь поверхности песка

песка	А	Б	Г	К	П1	П2	П3	П4
$S_{уд}$, m^2/g	1.003	0.990	1.017	0.956	0.939	0.721	1.026	0.838

Для дисперсных гетерогенных систем с размером частиц $10^{-5} - 10^{-3} m$ удельная поверхность обычно колеблется $1 - 2 m^2/g$ и увеличивается с снижением размера частиц [6].

Полученные результаты согласуются с литературными данными других исследований [7-9]. Пример, пески, расположенные вблизи эстуа-

риев Атлантического океана, имеют удельную поверхность $0.423 - 0.884 \text{ м}^2/\text{г}$ [7], морской песок из залива Хокс (Пакистан) – $S_{\text{уд}} = 1 \text{ м}^2/\text{г}$ [8] или речной песок из реки Харо (Пакистан) – $S_{\text{уд}} = 1.47 \text{ м}^2/\text{г}$ [9].

Библиографический список:

1. Кировская, И.А. Адсорбционные процессы / И.А. Кировская. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 1995. – 304 с.
2. Кузьмина, Е.В., Дмитриева, Л.Р., Карасева, Е.В., Колосницын, В.С. О возможности применения метода сорбции красителей для определения удельной поверхности углеродных материалов для литий-серных аккумуляторов // Известия Уфимского научного центра РАН. – 2020. – Т. . – № 2. – С. 29-34.
3. Яковлева, А.А., Нгуен, Ч.Т. Барьерные качества песков Северного и Центрального Вьетнама. Сорбция эмульсии моторного масла // Рос. хим. ж. – 2021. – Т. 65, – № 2. – С. 116-121.
4. Яковлева, А.А., Нгуен, Ч.Т., До, В.Т. Некоторые особенности барьерных качеств песков Юго-Западного Прибайкалья по отношению к типичным экологически агрессивным стокам // Изв. вузов. Приклад. химия и биотехнол. – 2020. – Т. 10, – № 1. – С. 159-168.
5. ГОСТ 13144-79 Графит. Методы определения удельной поверхности. – М. : Издательство Стандартов, 1979. – 7 с.
6. Яковлева, А.А. Коллоидная химия / А.А. Яковлева. – М. : Изд-во Юрайт, 2019. – 209 с.
7. El Haouti, R., Anfar, Z., Et-taleb, S., Benafqir, M., Lhanafi, S., Alem, N. Removal of heavy metals and organic pollutants by a sand rich in iron oxide // Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration. – 2018. – Т. 3. – С. 1-11.
8. Taqvi, S.I., Hasany, S.M., Bhanger, M.I. Sorption profile of Cd(II) ions onto beach sand from aqueous solutions // J. Hazard. Mater. – 2007. – Т. 141, – № 1. – С. 37-44.
9. Ahmed, R., Yamin, T., Ansari, M., Hasany, S. Sorption behaviour of lead(II) Ions from aqueous solution onto Haro river sand // Adsorption Science & Technology. – 2006. – Т. 24, – № 6. – С. 475-486.

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

УДК 579.67:615.8

**САПОНИНСОДЕРЖАЩЕЕ РАСТИТЕЛЬНОЕ СЫРЬЕ
ПЕРСПЕКТИВНЫЙ КОРМ ДЛЯ АКВАКУЛЬТУРЫ**

О.А. Белых

Д.б.н., профессор

Байкальский государственный университет

664003, г. Иркутск, ул. Ленина, 11

e-mail: Belykhoa@bgu.ru

АННОТАЦИЯ: Включение нетрадиционных кормовых добавок в рационы молоди рыбы в период активного роста позволило улучшить показатели обеспеченности микроэлементами. В начале эксперимента живой вес мальков был практически одинаковым. По окончании опыта было установлено, что включение нетрадиционных кормовых добавок из местного растительного сырья в рационы сеголеток повлияло на показатели живой массы. Данные опыта показывают эффективность и перспективность использования нетрадиционных кормовых добавок из местных природных ресурсов в кормлении молоди рыбы в условиях Сибири.

Ключевые слова: сапонины, растительное сырье, *Thalictrum minus*, аквакультура, корм.

**SAPONIN-CONTAINING PLANT RAW MATERIALS PROMISING
FEED FOR AQUACULTURE**

Olga A. Belykh

Doctor of Biological Sciences, Professor

Baikal State University,

Irkutsk, Lennina st., 11.

e-mail: Belykhoa@bgu.ru

ABSTRACT: The inclusion of non-traditional feed additives in the diets of juvenile fish during the period of active growth allowed to improve the indicators of the availability of trace elements. At the beginning of the experiment, the live weight of the fry was almost the same. At the end of the experiment, it was found that the inclusion of non-traditional feed additives from local plant raw materials in the diets of fingerlings affected the indicators of live weight. The experience data show the effectiveness and prospects of using non-traditional feed additives from local natural resources in feeding juvenile fish in the conditions of Siberia.

Keywords: saponins, vegetable raw materials, *Thalictrum minus*, aquaculture, feed

В настоящее время использование природных ресурсов в качестве

кормовых добавок для животных актуально и имеет практическую значимость. К таким распространённым и доступным добавкам относят цеолиты, сапропели, минеральные соли и нетрадиционное растительное сырьё. Во многих публикациях отмечается эффективность нетрадиционных кормовых добавок в кормлении животных. В советское время отношение ко многим биологически активным веществам в растительном сырьё было однозначным. Так, виды растений содержащие алкалоиды и гликозиды в учебниках по ботанике, ветеринарии и т.п. указывались как ядовитые. Действительно, практикам известны случаи отравления сельскохозяйственных животных от недосмотра при его выпасе или неправильной заготовке кормов. Легче было запретить, чем изучить. Современные пособия по кормлению сельскохозяйственных животных и в нашем случае рыб [], подробно рассматривают состав компонентов кормов растительного происхождения. Химический состав этих кормов варьирует в широких пределах, однако с позиции удовлетворения потребностей животных в биологически активных веществах необходимых для поддержания здоровья и набора хорошей продукционной массы важными веществами являются вторичные метаболиты растений. В результате их добавки в корма можно экономить дефицитный белок и дорогой комбикорм.

Полезные вещества *Thalictrum minus* определяются содержанием белков, жиров и углеводов, которые являются первичными метаболитами. *Thalictrum minus* содержит биологически активные сапонины [], обладающие рядом ценных свойств как цитостатики, таликозил регулирующий фертильные свойства животных и т.п. Вещества из ряда вторичных метаболитов придают растительному сырьё свойства обуславливающие их взаимодействие с окружающей средой и защитные реакции организма (иммуномодулирующие). Среди них: витамины, органические кислоты, антибиотики, алкалоиды, гликозиды. Следует подчеркнуть, что биологически активные вещества растительного происхождения в отличие от химически синтезируемых имеют большое сродство к животным организмам и не вызывают аллергических реакций, что делает продукцию аквакультуры близкой к характеристикам дикой рыбы.

Аквакультура растительоядных и всеядных рыб, выращиваемая на почвах заливных лугов естественно может включать растительные остатки *Thalictrum minus*. С учетом проводимых мелиоративных мероприятий можно говорить о том, что введение растительного сырья *Thalictrum minus* в качестве биологически активной добавки к комбикорму является возможным. Для этого необходимо учесть положительные и возможные отрицательные этой добавки. Полноценное производство товарной рыбной продукции в прудовом хозяйстве, где методы экстенсивного рыбоводства и естественная кормовая база, как правило, не способны в полной мере обеспечивать достаточный с точки зрения экономической эффективности,

уровень производства товарной рыбы. Для достижения высокой рыбопродуктивности, прудовой рыбоводное хозяйство должно в основе технологических процессов содержать методы интенсификации. Методы интенсификации определяются на основе пищевого поведения культивируемых видов. За период современного хозяйствования человека на акватории Ангаро-Байкальского бассейна, было интродуцировано несколько нехарактерных видов рыб, которые, однако, смогли прижиться в водоемах региона, сформировать устойчивые популяции и даже стать объектами промысла. К таким интродуцентам относятся следующие виды: микижа (форель), верховка, ротан-головешка и длиннопалый рак. Самостоятельно интродуцировавшиеся популяции гидробионтов представлены следующими видами: амурский сом, желтокрылая широколобка и длиннокрылая широколобка.

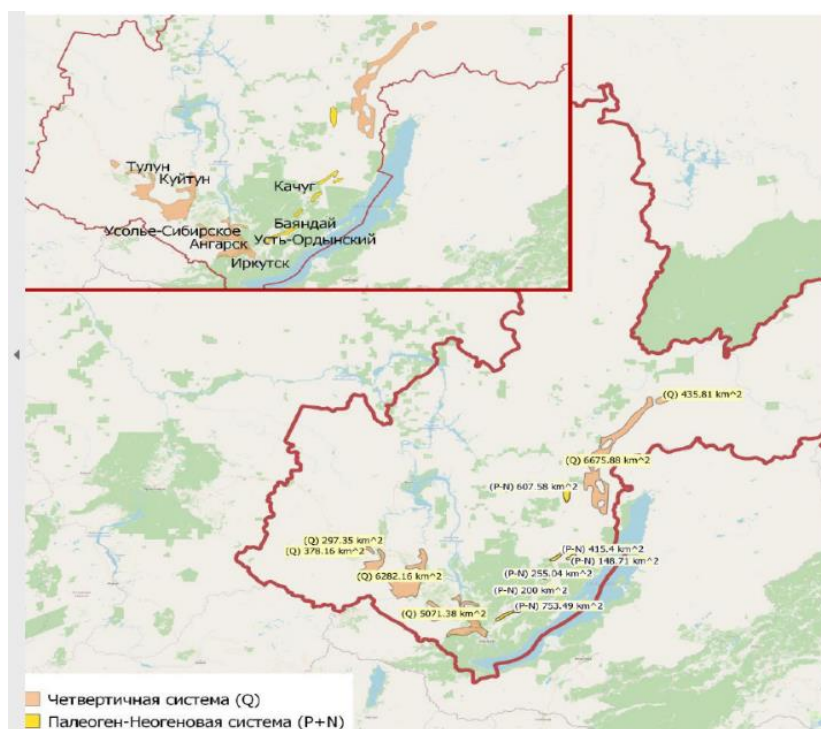


Рисунок 1. Расположение наибольших массивов подстилающих грунтов наиболее подходящих для организации рыбоводных прудовых хозяйств на территории Иркутской области.

Заключение. В опытах кормления аквакультуры форели комбикормом с компонентами растительного сырья, благодаря наличию биологически активных сапонинов, хорошо дополняющих комбикорм в норме 1-5%, *Thalictrum minus* можно считать полезным. Кроме того, измельченное сырье *Thalictrum minus* служит связующим материалом. Оптимальные дозы и

предельное содержание сырья *Thalictrum minus* для различных видов рыб требует дальнейшего изучения.

Библиографический список:

1. Сараев И.В., Величко Н.А., Репях С.М. Химический состав василистника малого *Thalictrum minus* L. // Химия растительного сырья. 2000. № 2. С. 37-39.
2. Белых О.А., Розанов С.Е. Особенности выращивания живого корма *Artemia salina* в аквакультуре // Известия Байкальского государственного университета. 2021. Т. 31. № 3. С. 400-406.
3. Баенгуев Б.А., Мокрый А.В., Каницкая Л.В. Экологическое состояние территории Южного Прибайкалья: содержание серы в почвах // Успехи современного естествознания. 2016. № 8. С. 156-160.
4. Белых О.А. Изучение лекарственного растительного сырья для фиточаев и БАДов // Вестник ИрГСХА. 2011. № 47. С. 27-32. 13
5. Белых О.А. Подходы к оценке генетического разнообразия популяций в интродукции растений // Вестник ИрГСХА. 2012. № 50. С. 37-43.

УДК 664.661

**ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОВОЩНОГО СЫРЬЯ
ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КУЛЬТУРЫ РЖАНОЙ ЗАКВАСКИ**

Д.М. Ушакова

Студент гр. 1-ФПП-21ФПП-101М

Самарский Государственный Технический университет

443001, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

e-mail: dmushakova@yandex.ru

О.Е. Темникова

К.т.н., доцент

Самарский Государственный Технический университет

443001, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

e-mail: mionagrey@mail.ru

АННОТАЦИЯ: закваска – основа для получения полезного хлебобулочного изделия. Молочно-кислые бактерии и дрожжи закваски, в процессе своей жизнедеятельности вырабатывают вещества, определяющие вкус и аромат готового продукта. Существует возможность использования овощного сырья для интенсификации процесса выращивания микрофлоры закваски, так как оно содержит все необходимые для этого витамины, макро- и микроэлементы.

Ключевые слова: закваска, микрофлора, хлеб, овощное сырье

**PROSPECTS FOR THE USE OF VEGETABLE RAW MATERIALS IN
THE CULTIVATION OF RYE BREAD STARTER CULTURE**

D.M. Ushakova

Student gr. 1-FPP-21FPP-101M

Samara State Technical University

443001, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244

e-mail: dmushakova@yandex.ru

O.E. Temnikova

Associate Professor

Samara State Technical University

443001, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244

e-mail: mionagrey@mail.ru

ABSTRACT: sourdough is the basis for obtaining a useful bakery product. Lactic acid bacteria and yeast starter cultures, in the course of their vital activity, produce substances that determine the taste and aroma of the finished product. There is a possibility of using vegetable raw materials to intensify the process of growing the microflora of the starter culture, since it contains all the vitamins, macro- and microelements necessary for this.

Keywords: starter culture, microflora, bread, vegetable raw materials

Ржаная закваска – это симбиоз дрожжей и молочнокислых бактерий, в результате которого создаются оптимальные условия для правильной ферментации и получения полезной продукции.

Ржано-пшеничный и ржаной хлеб производится с применением заквасок, при использовании которых создается характерный вкус и запах готового продукта. Процесс кислотообразования, происходящий под действием закваски, играет важную роль, так как способствует полному набуханию белков ржи, что приводит к лучшему разрыхлению массы теста. Образующаяся при этом молочная кислота препятствует развитию посторонней нежелательной микрофлоры [1].

Хлебобулочные изделия характеризуются лучшей структурой пористости и физико-химическими свойствами мякиша, чем хлеб на химических подкислителях, также он дольше храниться и медленнее черствеет.

Получаемая продукция относится к здоровому питанию, так как ее можно употреблять в пищу людям, чувствительным к глютену. Под действием заквасочных культур глютен расщепляется и становится практически безопасным для людей с его непереносимостью [2].

Микрофлора ржанных заквасок представлена в основном бактериями рода *Lactobacillus* и дрожжами видов *Candida milleri*, *Candida humilis*, *Issatchenkia orientalis*. Ведущая роль принадлежит молочнокислым бактериям. В закваске также могут присутствовать в незначительной степени бактерии рода *Pediococcus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Streptococcus*, *Weissella* [2].

Бактерии ржаной закваски участвуют в развитии аромата хлеба, образуя органические кислоты, спирты, кетоны, альдегиды, эфиры и серосодержащие соединения, в том числе не выделяемые в процессе жизнедеятельности дрожжевыми клетками [2].

Для правильного роста и развития микроорганизмов закваски, улучшения ее подъемной силы, требуются питательные вещества, которые она может получить при внесении овощного сырья.

Это перспективное направление, так как в овощах содержится достаточно большое количество макро- и микроэлементов, стимулирующих биологические и физико-химические процессы в закваске.

В табл. 1 приведено содержание макро- и микроэлементов в овощах.

Таблица 1

Содержание макро- и микроэлементов в овощах

Название	Содержание в 100 гр, мг							
	К	Са	Mg	Na	Fe	Mn	Cu	Zn
Картофель	460	10	20	28	0,9	0,17	0,14	0,36
Свекла	300	38	21	84	1,4	0,66	0,14	0,42
Морковь	200	51	38	21	0,7	0,2	0,08	0,4
Помидор	300	14	20	40	0,9	0,14	0,1	0,2

К группе ростовых веществ можно отнести и различные витамины, которыми также богаты овощи.

Содержание витаминов в овощах представлено в табл. 2.

Таблица 2

Содержание витаминов в овощах (в 100 г продукта)

Название	Содержание, мг					
	A	B ₁	B ₂	C	E	PP
Картофель	0,003	0,12	0,07	20	0,1	1,8
Свекла	0,002	0,02	0,04	10	0,1	0,4
Морковь	2	0,06	0,07	5	0,4	1,1
Помидор	0,133	0,06	0,04	25	0,7	0,7

Витамины используются микроорганизмами закваски для регулирования биохимических процессов и образования ферментов.

Перед использованием сырье проходит этап подготовки: очищается, калибруется, подвергается обработке и перерабатывается в порошок или пюре, которые затем вносятся в закваску.

При использовании данного способа количество молочнокислых бактерий и дрожжей возрастает в 2 раза за счет биологически активных веществ овощной добавки.

Анализ современных исследований показывает, что использование овощных добавок для выращивания культур ржанных заквасок, одно из

перспективных направлений в биотехнологии. Добавление порошка или пюре способно активировать рост клеток. Это будет способствовать быстрому созреванию закваски, тем самым интенсифицирую процесс выпекания готового хлебобулочного изделия.

Библиографический список:

1. Бадамшина Е.В. Сравнительная оценка показателей качества и безопасности зерна тритикале нового сорта башкирская 3 и сорта башкирская короткостебельная трёх селекционных линий: АД 46332, АД 63248 И АД 63938 // Хлебопродукты. 2020. № 9. С. 34-36.

2. Романов А.С., Кузнецова Л.И., Савкина О.А., Терновской Г.В. Современные технологии приготовления теста на хлебопекарных предприятиях: учебное пособие. К.: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2015 – 270 с.

УДК 606: 636.084: 579.66

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ВИТАМИНОВ
В ГРИБЕ-КСИЛОТРОФЕ РОДА *TRAMETES* И КОРМОВОЙ
ДОБАВКЕ НА ОСНОВЕ ПРОДУКТА БИОКОНВЕРСИИ**

С.С. Шашкина

магистрант гр.БПм-20-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: chiffa19@mail.ru

Т.Н. Малова

Химик-токсиколог, к.х.н.

ФГБУ Иркутская межрегиональная
ветеринарная лаборатория

В.А. Чхенкели

Ведущий научный сотрудник, д.б.н., доцент

Иркутский государственный университет

664003, г. Иркутск, ул. Ленина, 3

АННОТАЦИЯ. Приведены данные по исследованию содержания витаминов в плодовом теле гриба рода *Trametes* и полученной после биоконверсии опилок биомассы. Установлено, что все витамины, обнаруженные в плодовом теле, присутствуют в продукте биоконверсии. Их содержание снижается в среднем в 1,5-2 раза, что может являться следствием активной жизнедеятельности гриба. Присутствие в составе конечного продукта целого ряда витаминов (водо- и жирорастворимых) служит доказательством его питательной ценности и наличия потенциала для применения в качестве кормовой добавки.

Ключевые слова: базидиомицеты, витамины, биоконверсия, твердо-фазное культивирование, кормовые добавки.

COMPARATIVE EVALUATION OF THE VITAMINS CONTENT IN XYLOTROPH FUNGI OF THE GENUS *TRAMETES* AND A FEED ADDITIVE BASED ON BIOCONVERSION PRODUCT

S.S. Shashkina

Master student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

T.N. Malova

Cand. Sci. (Chemistry), chemist-toxicologist.

Irkutsk Interregional Veterinary Laboratory

664005, Irkutsk

V.A. Chkhenkeli

Dr. Sci (Biology), Leading researcher, Associate, Professor

Irkutsk State University

664003, Irkutsk

ABSTRACT. The study presents the data of the vitamins content in the fruiting body of the fungus of the genus *Trametes* and in the biomass obtained after sawdust bioconversion. It was found that all vitamins identified in fruiting body are present in the bioconversion product. Their content decreases in 1,5-2 times, which may be caused by vital activity of the mushroom. The presence of a number of vitamins (water- and fat-soluble) in the bioconversion product proves the value and potential as a feed additive.

Keywords: basidiomycetes, vitamins, bioconversion, solid-state cultivation, feed additives.

Одним из крупнотоннажных отходов лесоперерабатывающей промышленности являются опилки. В современных реалиях, эти отходы обладают значительным потенциалом и могут найти применение в качестве сырья для получения целого набора необходимых и полезных продуктов. Актуальным направлением является разработка комплексных технологий переработки отходов с применением экологически безопасных методов. К этой группе относят биотехнологические методы, в частности – биоконверсию. Переработка субстрата протекает под воздействием микроорганизмов, грибов и т.д.

Известно [1], что базидиальные грибы-ксилотрофы обладают необходимым набором ферментов для эффективной утилизации лигноцеллюлозы. Ранее проведены исследования [2] по оценке возможности применения получаемой после биоконверсии биомассы в качестве кормовой добавки. Были получены данные о приросте белка и содержании некоторых

важных для рациона животных аминокислот. Еще одним фактором, позволяющим оценить питательную ценность получаемого продукта, является наличие витаминов. Существуют нормы потребления витаминов для разных групп сельскохозяйственных животных, а также данные по содержанию тех или иных витаминов в различных видах кормов [3-4]. Эти показатели отслеживаются - вред может нанести как недостаточное, так и избыточное содержание.

Цель работы: определить содержание витаминов в полученной после биоконверсии биомассе и оценить потенциал ее применения в качестве кормовой добавки.

Продуcentом являлся базидиальный гриб *Trametes pubescens* (Shumach.: Fr.) Pilat штамм 0663. Данный штамм был предоставлен лабораторией биохимии грибов Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН (г. Санкт-Петербург). В природных условиях этот гриб был обнаружен на древесине лиственной породы – тополе. В условиях эксперимента в качестве сырья использовали сосновые опилки.

Наращивание массы продуцента осуществляли путем жидкофазного культивирования на питательной среде [5]. Продолжительность – 5 сут, температура – 28-30 °С, при постоянном перемешивании. Перед твердофазным культивированием (Рисунок 1) субстрат увлажняли до влажности 60-65 %. Продуcent вносили в количестве 10 % от массы сырья.

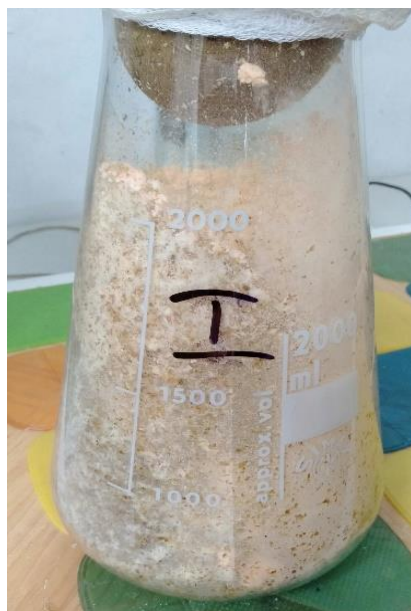


Рисунок 1. Твердофазная биоконверсия опилок

Отбор проб осуществляли на 45-е сутки культивирования. В плодовом теле и продукте биоконверсии определяли содержание витаминов А, Е, В₁, В₂, В₃, В₆ и В₁₂. Анализ осуществляли методом ВЭЖХ по стандарт-

ным методикам [6] ГОСТ Р 54635-2011, ГОСТ 25999-83, ГОСТ Р 54634-2011, ГОСТ Р EN 14130-2010, EN 14164-2014, ISO 20634-2018.

По литературным данным [7], содержание витаминов в плодовых телах базидиомицетов в пересчете на сухой вес составляет: тиамин – 1,0–130 мг/кг; ниацин – 341–800 мг/кг; рибофлавин – 3,6–210 мг/кг; аскорбиновая кислота – 48-520 мг/кг; цианокобаламин – 0,007-0,100 мг/кг. Культуральный мицелий грибов также является хорошим источником витаминов. В нем содержатся витамины группы В, аскорбиновая кислота, эргостерин и т.д. [8].

Согласно полученным данным, все витамины, идентифицированные в плодовом теле гриба, присутствуют в полученной после биоконверсии биомассе (Таблица 1).

Таблица 1

Содержание витаминов в образцах, мг/кг		
Витамин	Плодовое тело гриба	Биомасса
А	23,6	4,7
Е	8,2	3,3
С	31,1	12,5
В ₁	2,2	1,2
В ₂	12,1	7,2
В ₃	13,1	7,1
В ₅	7,3	4,0
В ₆	2,7	2,3
В ₁₂	0,9	0,6

Витамины С и В₁ являются необходимыми веществами для процесса роста гриба. Их содержание в полученном после биоконверсии продукте в среднем уменьшается в 1,5 – 2 раза. Наиболее заметное снижение отмечено для ретинола (в 5 раз). Рибофлавин (В₁₂) участвует в процессе усвоения белка. Содержание тиамина (В₁), ниацина и пантотеновой кислоты также уменьшилось и составило 1,2, 7,1 и 4 мг/кг соответственно. Менее всего снизилось содержание цианокобаламина - в 1,5 раза – и составило 0,6 мг/кг. Присутствие этого витамина способствует повышению усвояемости корма и улучшает его перевариваемость [9].

Было установлено, что полученный в процессе биоконверсии продукт сохраняет в своем составе все идентифицированные витамины. Среди них присутствуют как жирорастворимые (А и Е), так и водорастворимые (витамины группы В). Соответственно, получаемая в процессе биоконверсии грибом рода *Trametes* биомасса обладает потенциалом и может найти применения в качестве кормовой добавки.

Библиографический список:

1. Литовка Ю.А. Дереворазрушающие свойства сибирских штаммов *Fomitopsis pinicola* (Sw.) P. KARST / Ю. А. Литовка [и др.] // Химия растительного сырья. 2018. № 1. С. 193–199.
2. Шашкина С.С., Чхенкели В.А., Евстафьев С.Н. Биоконверсия опилок базидиальным грибом рода *Trametes*. Актуальные проблемы химии, биотехнологии и сферы услуг, Сборник трудов конференции. Иркутск, 2021, 66-70.
3. Чичаева В.Н. Справочные таблицы по кормлению сельскохозяйственных животных. Методическое пособие. / Чичаева В.Н., Комиссарова Т.Н., Воробьева Н.В., Логинова Т.П. // Нижний Новгород, ФГБОУ ВО НГСХА. 2017. 67 с.
4. Нормы по витаминам для сельскохозяйственных животных. Электронный ресурс. URL: <https://soft-agro.com/kormoproizvodstvo/normy-po-vitaminam-dlya-selskoxozyajstvennyx-zhivotnyx-2010-god.html> (дата обращения 02.04.2022)
5. Чхенкели В.А, Пат. № 2545986, Российская Федерация. Препарат траметин для лечения желудочно-кишечных болезней телят и способ его применения / В.А. Чхенкели, С. В. Юденич, Н.А. Шкиль, Г.Д. Чхенкели, Е.Д. Романова // Заявитель и патентообладатель Институт экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока Россельхозакадемии; № 2013139184/15; заявл. 22.08.2013; опубл. 10.04.2015. Бюл. № 10.
6. Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов под ред. И.М.Скурихина, В.А.Тутельяна, - Москва.: Брандес, Медицина, 1998
7. Шиврина А.Н. Биосинтетическая деятельность высших грибов / А.Н. Шиврина, О.П. Низовская, Н.Н. Фалина и др. – Л.: Наука, 1969. - 241с.
8. Шиврина А.Н. Содержание тиамин и рибофлавина в высших грибах/ А.Н. Шиврина, Л.Н. Корякина – В сб.: Продукты биосинтеза высших грибов и их использование. – М. – Л.: Наука, 1966. – С. 45-48.
9. Волкова Г.С. Биоконверсия вторичного сырья спиртового производства в белковые кормовые добавки / Волкова Г.С., Римарева Л.В., Арифуллина Л.Р., Белекчи А.П. // Перспективные ферментные препараты и биотехнологические процессы в технологиях продуктов питания и кормов. – 2016. – С. 275-282.

УДК 577.114

ГИДРОТЕРМОБАРИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СЫРЬЯ – ПОТЕНЦИАЛЬНЫЙ СПОСОБ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БАКТЕРИАЛЬНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

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: Плодовые оболочки овса предварительно обработали с помощью гидротермобарического способа. Полученный волокнистый материал подвергали ферментативному гидролизу, при котором было получено высокое содержание редуцирующих веществ. Ферментативные гидролизаты использовали в качестве питательных сред для биосинтеза бактериальной целлюлозы.

Ключевые слова: бактериальная целлюлоза, гидротермобарическая обработка, ферментативный гидролиз

HYDROTHERMOBARIC PROCESSING OF RAW MATERIALS – POTENTIAL METHOD FOR OBTAINING BACTERIAL CELLULOSE

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 hulls were pre-treated using the hydrothermobaric method. The resulting fibrous material was subjected to enzymatic hydrolysis, in which a high content of reducing substances was obtained. Enzymatic hydrolysates were used as nutrient media for the biosynthesis of bacterial cellulose.

Keywords: bacterial cellulose, hydrothermobaric treatment, enzymatic hydrolysis

Гидротермобарическая обработка является практичным способом предварительной обработки сырья, так как отсутствует необходимость в предварительном уменьшении размера исходного сырья и в специальных материалах для конструкции реактора. При данном методе обработки сырье подвергается высокотемпературной варке в воде под высоким давлением. Давление используется для поддержания воды в жидком состоянии при повышенных температурах 160-240°C [1]. Данный способ предварительной обработки редко используется для получения биотехнологических продуктов. Известно о проведении единичных экспериментов по биосин-

тезу бактериальной целлюлозы (БЦ), где в качестве предварительной обработки сырья используется гидротермобарическая обработка [2]. Цель предварительной гидротермобарической обработки – растворить гемицеллюлозу, сделать целлюлозу более доступной и избежать образования ингибиторов [3]. Однако известно, что при данном виде обработки лигнин остается на поверхности предварительно обработанной лигноцеллюлозной биомассы и может ингибировать дальнейшие процессы биотехнологической трансформации [4]. Поэтому использование гидротермобарической обработки сырья для последующего ферментативного гидролиза и биосинтеза БЦ является неоднозначным.

В данной работе в качестве источника сырья использовались плодовые оболочки овса. Плодовые оболочки овса (ПОО) – отходы переработки злаков, ежегодно образуется в большом количестве. ПОО характеризуются доступностью, низкой стоимостью, ежегодной возобновляемостью в промышленных масштабах. ПОО в отличие от других видов растительного сырья легко подвергается химической обработке и не требуют стадии измельчения. ПОО подвергалось обработке на гидротермобарической установке при давлении 15 атм с выдержкой 600 с, при отсутствии взрыва, и промывке водой. После проведения гидротермобарической обработки был получен волокнистый материал (ВМ). Химический состав ВМ представлен в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав субстрата

Субстрат	Характеристики, %		
	пентозаны	лигнин	зола
Волокнистый материал	12,08	21,59	6,62

Из табл. 1 следует, что субстрат характеризуется высоким содержанием лигнина. Это может оказать негативное действие на ферментативный гидролиз, так как известно, что повторная конденсация растворимых компонентов лигнина может оказывать негативное влияние по причине адсорбции фермента на лигнине [5]. Далее ВМ подвергали ферментативному гидролизу с помощью ферментных препаратов Целлолюкс-А и Ультрафло Коре [6]. Результаты ферментативного гидролиза приведены в таблице 2.

Таблица 2

Количественные показатели ферментативного гидролиза

	Концентрация РВ, г/л	Выход РВ на массу навески, %	Конечная концентрация пентоз, г/л
ВП М	26,8	68,9	1,7

Из табл.2 следует, что несмотря на высокое содержание лигнина в субстрате, выход РВ достаточно высокий и полученный ферментативный гидролизат пригоден для биосинтеза БЦ. Биосинтез БЦ был проведен продуцентом *Medusomyces gisevii* Sa-12 [7]. Образец БЦ был получен на 9-е сутки культивирования. Таким образом, положительный результат тестового опыта по биосинтезу БЦ позволяет сделать вывод, что гидро-термобарическая обработка сырья является пригодной для получения БЦ.

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. Hu F., Ragauskas A. Pretreatment and lignocellulosic chemistry // Bioenergy Research. 2012. Vol. 5, № 4. P. 1043-1066.
2. Kiziltas E.E., Kiziltas A., Gardner D.J. Synthesis of bacterial cellulose using hot water extracted wood sugars //Carbohydrate Polymers. 2015. Vol. 124. P. 131-138.
3. Ko J.K., Kim,Y., Ximenes E., Ladisch, M.R. Effect of liquid hot water pretreatment severity on properties of hardwood lignin and enzymatic hydrolysis of cellulose //Biotechnology and bioengineering. 2015. Vol. 112. №. 2. P. 252-262.
4. Wang W., Zhu Y., Du J., Yang Y., Jin Y. Influence of lignin addition on the enzymatic digestibility of pretreated lignocellulosic biomasses //Bioresource technology. 2015. Vol. 181. P. 7-12.
5. Ladeira Ázar R.I., Bordignon-Junior S.E., Laufer C., Specht J., Ferrier D., Kim D. Effect of lignin content on cellulolytic saccharification of liquid hot water pretreated sugarcane bagasse // Molecules. 2020. Vol 25, № 3. P. 623.
6. 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.
7. Gladysheva E.K., Skiba E.A., Zolotukhin V.N., Sakovich G.V. Study of the Conditions for the Biosynthesis of Bacterial Cellulose by the Producer *Medusomyces gisevii* Sa-12 // Applied Biochemistry and Microbiology. 2018. Vol 54, № 2. P. 179-187.

УДК 547.992.3

СОСТАВ ПРОДУКТОВ ПРЕВРАЩЕНИЙ ДИОКСАНЛИГНИНА В СРЕДЕ ТЕТРАЛИНА

С.С. Шашкина
магистрант гр.БПм-20-1
Иркутский национальный исследовательский
технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83
e-mail:chiffa19@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

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

АННОТАЦИЯ. Проведено исследование процесса деполимеризации диоксанлигнина соломы пшеницы в среде тетралина в условиях суб- и сверхкритической обработки в интервале температур 250 – 460 °С. Отмечено, что повышение температуры обработки способствует интенсификации процессов растворения лигнина уже в докритической области. Помимо продуктов превращения диоксанлигнина, в составе жидкой фракции также были продукты превращения тетралина.

Ключевые слова: диоксанлигнин, тетралин, суб- и сверхкритические условия, солома.

COMPOSITION OF DIOXANE LIGNIN CONVERSION PRODUCTS IN TETRALIN MEDIUM

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

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

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

ABSTRACT. The depolymerization of dioxane lignin of wheat straw in tetralin medium under sub- and supercritical conditions in the temperature range 250 – 460 °C was studied. It was found that increasing the temperature contributes to the intensification of lignin dissolution process in subcritical area. In addition to products of dioxane lignin conversion, the composition of liquid fraction contained products of tetralin conversion.

Keywords: dioxane lignin, tetralin, sub- and supercritical conditions, wheat straw.

Благодаря своему строению, лигнин является перспективным природным ресурсом для получения ароматических соединений. Важным фактором протекания процесса деполимеризации выступает подбор растворителя. Использование растворителей-доноров водорода позволяет проводить процесс в более мягких условиях. Перспективным протонодонорным растворителем, применяемым для деструкции лигноцеллюлозного сырья, является тетралин [1]. В реакционной среде при температуре более 250 °C тетралин подвергается дегидратации с выделением радикалов водорода, препятствующих рекомбинации радикалов и способствующих тем самым формированию состава жидких продуктов.

Цель работы: изучение состава жидких продуктов обработки диоксанлигнина соломы пшеницы в среде суб- и сверхкритического тетралина.

Объектом исследования являлся диоксанлигнин (ДЛ), выделенный из соломы пшеницы по методике Пеппера в модификации Чудакова [2]. Эксперимент проводили в автоклаве объемом 8 см³, изготовленном из нержавеющей стали. В качестве растворителя использовали тетралин. Обработка выполнена при температурах 250, 285, 300, 325, 350, 400 и 460 °C. Продолжительность обработки – 10 мин.

Критические параметры тетралина: температура - 447°, давление – 3,69 МПа [3].

По окончании обработки жидкие продукты отделяли от нерастворенного ДЛ центрифугированием. Из жидких продуктов отгоняли тетралин. Полученный экстракт обрабатывали в гексане при температуре кипения растворителя. Состав полученного гексанового экстракта (ГЭ) анализировали методом ГХ-МС на хроматографе 7820 А с селективным масс-спектрометрическим детектором HP 5975 фирмы «Agilent Technologies». Энергия ионизации – 70 эВ. Температура сепаратора – 280 °C, ионного ис-

точника – 230 °С. Кварцевая колонка 30000 × 0,25 мм со стационарной фазой (95% диметил – 5% дифенилполисилоксан).

Условия анализа: подъем температуры с 50 до 250 °С со скоростью 10 °С/мин, выдержка в течение 3 мин при 50 °С и 30 мин при температуре 250 °С. Идентификацию компонентов осуществляли с использованием библиотеки масс-спектров «NIST11». Относительное содержание идентифицированных соединений вычисляли по площадям пиков без корректирующих коэффициентов чувствительности.

Согласно полученным данным, при температуре 250 °С в тетралине растворилось 27 % диоксанлигнина (Рисунок 1). Дальнейшее повышение температуры способствует увеличению выхода жидкого продукта. При температурах выше 400 °С отмечено резкое повышение выхода до 64,4 % при 460 °С.

Процесс сопровождается газообразованием. Интенсификация выхода газа наблюдается при подъеме температуры до 400 °С, при 460 °С составляет 24 %. Выход гексанового экстракта с повышением температуры также увеличивается. При 250 °С он составляет 9,8 %. Последующее увеличение температуры обработки выше 350 °С сопровождается резким увеличением выхода гексанорастворимых продуктов, при температуре 460 °С составившего 43 %.

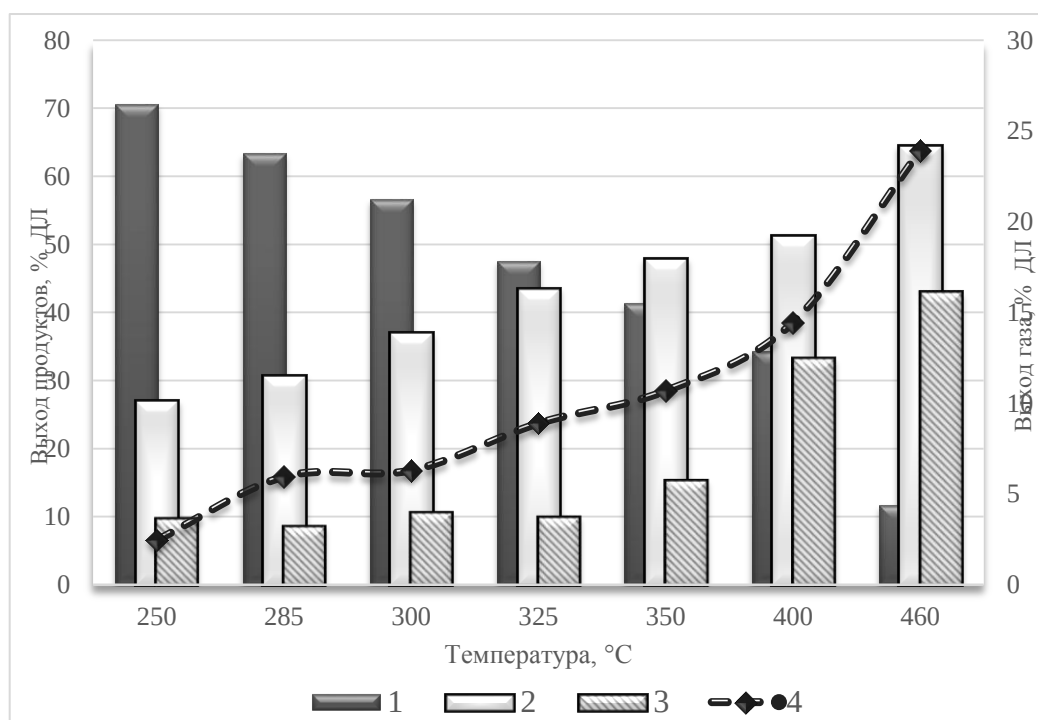


Рисунок 1. Выход продуктов обработки ДЛ в среде тетралина:
1 – твердый остаток; 2 – жидкие продукты;
3 – гексановый экстракт; 4 – газ.

По данным ГХ-МС в составе ГЭ присутствуют продукты превращения диоксанлигнина и тетралина. В составе продуктов превращения ДЛ присутствуют: ароматические альдегиды, кетоны, простые и сложные эфиры, а также алкилароматические соединения. Для всех опытов отмечено преобладание в составе альдегидов. Было идентифицировано 5 соединений: 4-гидрокси-3-метоксибензальдегид, 4-гидрокси-3,5-диметоксибензальдегид, 3-(4-гидрокси-2-метоксифенил)-2-пропеналь, 4-метил-2,5-диметокси бензальдегид и 3-(4-гидрокси-3,4-диметоксифенил)-2-пропеналь. Их содержание возрастает от 6,2 % при температуре 250 °С до 35,6 % при 325 °С. В составе ГЭ присутствует 14 алкилароматических соединений. На долю кетонов приходится от 5,7 до 18,1 %. Идентифицированы следующие соединения: 4-гидрокси-3-метоксиацетофенон, 1-(4-гидрокси-3-метоксифенил)пропанон-2, 4-гидрокси-3-метилацетофенон, 1-(4-гидрокси-3,5-диметоксифенил)этанон и 2,4-дигидрокси-3-метоксиацетофенон. Также в составе присутствуют несколько соединений с двойной связью в боковой цепи: 2-метокси-4-пропенилфенол, 2-метокси-4-винилфенол, 2,6-диметоксид-4-(2-пропенил)фенол. При температурах выше 325 °С идентифицированы соединения с насыщенными радикалами. Также были идентифицированы два сложных этиловых эфира: 4-гидрокси-3-метоксифенил-2-пропеноат и 4-гидрокси-3-метоксифенилацетат.

По составу ароматических соединений – продуктов превращения ДЛ – преобладающими являются гваяцильные. Доля соединений Н-типа не превышает 3,1 %. В составе ГЭ также присутствуют соединения сиригильного типа, содержание которых резко уменьшается при температурах выше 350 °С.

Из идентифицированных соединений, 15 относятся к продуктам превращения тетралина. Среди них производные тетралина (1-пропилтетралин), нафталин и его производные (алкилнафталины), а также инданы (1,2-диметилиндан, 1-винилиндан, 1-метил-1-этилиндан). Отмечено, что при повышении температуры с 250 °С до 325 °С, доля продуктов превращения тетралина снижается. Следовательно, в этом интервале температур, процессы деструкции ДЛ идут наиболее интенсивно.

Было установлено, что повышение температуры при обработке диоксанлигнина в среде тетралина способствует увеличению выхода жидкой фракции, а также газообразованию. Интенсификация процессов деполимеризации происходит при повышении температуры до 325 °С. В преобладающих количествах в групповом составе гексанорастворимых продуктов присутствуют альдегиды. При переходе в сверхкритическую область наблюдается значительное повышение выхода продуктов превращения тетралина.

Библиографический список:

1. Koriakin A., Moon S., Kim D.-W., Lee C.-H. Liquefaction of oil palm empty fruit bunch using sub and supercritical tetralin, n-dodecane, and their mixture. Fuel. 2017; 208:184-192. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2017.07.010>.
2. Чудаков И. И. Исследование процессов конденсации и окислительно-гидролитическое расщепление лигнина. / Тр. ВИННСТС. - 1996. - вып. 15, с. 285-290.
3. Kim D.-W., Lee C.-H. Efficient conversion of extra-heavy oil into distillates using tetralin/activated carbon in a continuous reactor at elevated temperatures. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis. 2019; 140:245-254. <https://doi.org/10.1016/J.JAAP.2019.04.001>

УДК 663.253

ВЛИЯНИЕ ВИНА НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

С.А. Верхотурова

студент гр.ТПб-19-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail:20verkhoturovasofa02@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: Данная статья посвящена одному из направлений медицины – эноterapiи. Эноterapiя – древний способ лечиться вином. В статье дается небольшое историческое введение. Показана биологическая и гигиеническая ценность вина. Уникальный, сложный биохимический состав, свойства и влияние вин на организм человека. Современная медицинская практика их применения.

Ключевые слова: эноterapiя, вино, химический состав.

THE INFLUENCE OF WINE ON HUMAN HEALTH

S.A. Verkhoturova

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail:20verkhoturovasofa02@mail.ru

G.S. Gusakova

Assistant professor

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: gusakova58@mail.ru

ABSTRACT: This article is devoted to one of the directions of medicine – enotherapy. Enotherapy is an ancient way to be treated with wine. The article gives a short historical introduction. The biological and hygienic value of wine is shown. Unique, complex biochemical composition, properties and influence of wines on the human body. Modern medical practice of their application.

Keywords: enotherapy, wine, chemical composition.

Энотерапия - современная медицинская технология, отвечающая достаточно широкому спектру требований по качеству и эффективности лечения. В настоящее время является актуальным направлением в медицине.

Вино содержит соединения, относящиеся к разным классам веществ, в том числе витамины и антиоксиданты и с давних времен считалось целебным средством [2].

Начиная с античности, а затем в средние века, в эпохи Возрождения и Просвещения вино в традиционной медицине было одним из самых распространенных лечебных средств [1].

К примеру, Гиппократ, утверждал, что вино служит лекарством, если дать его вовремя больному, а вот выпитое некстати, может превратиться не в лекарство, а в причину болезни. Кроме внутреннего употребления, вино использовали для компрессов и как мазь для заживления ран, а также при ревматических болях. Позже Теофраст создавал лечебные вина, добавляя в них травы и пряности, обладавшие известными фитотерапевтическими свойствами. В эпоху возрождения широко использовались лекарственные средства, содержащие настоянные в вине растения и применялись как антисептики, а также как возбуждающее средство. В России периода XVII - XX вв. вино применялось в составе разных лекарств. Считали, что вино усиливает их фармакологическое действие (синергизм) улучшает вкус неприятных лекарств. Создавался класс особых медицинских вин. Медицинскими винами называли вина с прибавлением одного фармацевтического препарата (вино простое) или нескольких (вино сложное). Таким образом, можно считать, что врачи с появления вина и до нашего времени различали вина по свойствам и применяли их в медицинской практике [1, 5, 6]. Однако научно-популярной литературы по гигиенической и биологической ценности вин пока очень мало.

Цель настоящей работы – сбор и обобщение материалов о диетических и лечебных свойствах вин.

Современная медицина пришла к выводу, что натуральные вина обладают гигиенической, диетической и терапевтической ценностью.

Способы медицинского применения вина разнообразны [1]:

- пероральное (Peros) – через рот, непосредственное потребление как напитка – самое обычное употребление вина;

- в виде инъекций – подкожной, внутримышечной, внутривенной (для более быстрого воздействия);

- наружное как антисептик;

- через прямую кишку (Perrectum) – для промывания кишечника;

- в виде ванн (гидробальнеотерапия);

- в смеси с разными фармакологическими препаратами;

- в виде таблеток и порошка.

Химический состав вина разнообразен и богат полезными для организма человека биологически активными веществами. Так, к примеру, входящие в состав вина эфирные масла обладают ценными лечебными свойствами. Заживляющее действие эфирных масел объясняется вызываемым ими притоком крови к тканям; это благоприятствует очищающей функции лейкоцитов и клеточной регенерации. Эфирные масла и ацетальдегиды снижают артериальное давление, тонизируют нервную систему [3, 5].

Пектин, содержащийся в вине оказывает положительное влияние на липидный обмен. Это можно объяснить связыванием в пищеварительном тракте жирных кислот и других липидов, в том числе холестерина, что приводит к уменьшению их абсорбции, а также, с увеличением экстракции желчных кислот с калом, что способствует катаболизму холестерина. При расщеплении пектина в тонкой кишке образуются жирные кислоты, которые почти полностью абсорбируются, поступают в портальную вену и снижают синтез холестерина в печени. Таким образом, пектины уменьшают проявление атеросклероза и ишемической болезни сердца. Пектиновые вещества за счёт нормализации липидного обмена и свертывающих свойств крови способны оказывать антидиабетические действия.

Полисахаридные пектиновые вещества помогают организму освободиться от чужеродных соединений, действуя как радиопротекторы [5].

Вино содержит полный набор водорастворимых витаминов группы В, незначительное количество витамина С и биотина (витамин Н). Однако вино не рассматривают как источник витаминов в питании, но витаминный комплекс действует как регулятор в общем механизме обмена веществ, а также, в соединении с ферментами способен работать как биокатализатор в усвоении других полезных соединений. Вино наиболее обеспечено биофлавоноидами (катехины, лейкоантоцианы и другие фенольные соединения, обладающие Р-витаминной активностью). Биофлавоноиды усиливают действие витамина С и предохраняют его от окисления, в частности, кате-

хины помогают организму усваивать и накапливать аскорбиновую кислоту [3, 5].

Аскорбиновая кислота почти отсутствует в вине, так как разрушается в процессе приготовления. Зато много витамина Р (катехины), который помогает организму усваивать и накапливать витамин С. Витамин С способствует снижению проницаемости сосудистой стенки.

Витамин В₁ (тиамин) участвует в метаболизме сахара и принимает участие в сгорании и переработки алкоголя.

Витамин В₂ (рибофлавин) принимает участие в метаболизме протеина и образовании энергии.

Витамин В₃ (никотиновая кислота) участвует в клеточном дыхании. При дефиците никотиновой кислоты в организме возникают нарушение обмена веществ, дистрофические и дегенеративные изменения в органах и тканях.

Витамин В₆ (пиридоксин) тормозит развитие атеросклероза [5].

Некоторые вещества, входящие в состав вина (коричная кислота), стимулируют секрецию желчного пузыря. Благодаря такому механизму вино способно ускорять переваривание жиров в тонкой кишке. А также в целом благотворно влиять на пищеварительную систему.

В малых количествах (125–250 мл) во время каждой еды вино повышает чувствительность к инсулину – гормону поджелудочной железы, – роль которого состоит в снижении гликемии (содержания сахара в крови).

Наличие в вине этилового спирта – не единственная причина положительного действия вина для предупреждения сердечно-сосудистых заболеваний. В вине содержатся и другие вещества, такие, как полифенолы, глицерол, растворимые волокна (клетчатка), аспирин, благодаря которым этот напиток действительно можно считать одним из лучших «способов лечения» при угрозе сердечно-сосудистой патологии. Слишком высокий уровень инсулина (гиперинсулинизация) или нарушение усвояемости инсулина организмом также являются факторами риска для сердечно-сосудистой системы. Но слабые дозы алкоголя (250–300 мл вина) снижают гиперинсулинизацию и повышают чувствительность клеток к инсулину, а, следовательно, уменьшают риск приобретения сердечно-сосудистой патологии.

Вино обладает явным антиспазматическим и безусловным противопоносным свойством. Было доказано, что такое действие вина обусловлено наличием в нем флавоноидов и катехина.

Содержащийся в вине танин блокирует попадание вируса, что обеспечивает его антивирусное и антибактерицидное действие.

Отдельные вина отличаются способностью оказывать на организм человека антиаллергическое действие, что связано, как полагают, многие специалисты, с действием ионов магния.

Доказано, что выпитое в разумных количествах вино обнаруживает защитные свойства по предупреждению рака. Известно, что свободные радикалы в значительной степени причастны к канцерогенезу, но также известно, что их можно подавить с помощью полифенолов. Волокна тоже могут оказывать антираковое действие, по крайней мере это подтвердилось в случаях рака ободочной и прямой кишок. Кроме того, недавно удалось убедиться в профилактическом действии аспирина в случаях рака ободочной кишки и пищевода [1, 9].

Говоря о полезных свойствах вина, следует помнить, что существуют строгие ограничения: вино, используемое в лечебных целях, не должно содержать более 1,5 г летучих кислот на 1 л. [4].

Ограничение есть и в количестве принятого вина: риск нанесения ущерба здоровью существенно возрастает при ежедневном употреблении 600 г вина (для женщины достаточно половины этой дозы) [8].

Следует помнить о том, что при некоторых заболеваниях вино противопоказано и в медицинских целях вино должно назначаться только врачом. Врач подбирает курс лечения индивидуально для каждого человека.

Не рекомендуется применение энотерапии при беременности, урологических заболеваниях, при острых хронических заболеваниях. Не следует лечиться вином также детям [5].

Вино раздражает слизистую желудка и в высокой концентрации способно ее повредить, поэтому людям с язвенными болезнями, панкреатитом и холециститом следует отказаться от употребления.

Воздержаться от употребления следует и при болезнях печени, так как основная нагрузка по нейтрализации алкоголя приходится именно на печень. В клетках печени, черпающий свою энергию из алкоголя, накапливается неиспользованный жир одновременно возрастает необходимое для нейтрализации алкоголя количество ферментов, что также приводит к усилению процесса образования жирных кислот в результате алкогольная болезнь печени (АБП) или ожирение печени, она увеличивается в размерах и снижается её работоспособность.

Нежелательно употребление алкоголя тем людям, которые проходят медикаментозный курс лечения. Противопоказано также, когда человек принят снотворное, болеутоляющее, антидепрессант. Вино способно снижать эффективность антибиотиков и при этом вызывать прилив крови к голове, тошноту и головокружение. Аналогично утратят свою силу и жаропонижающие средства.

Люди, которые подвержены мигрени, должны помнить о том, что вино способна спровоцировать приступ заболевания [7].

Таким образом, перечень полезных свойств вина внушителен. Оно повышает аппетит, тонизирует, усиливает секрецию эндокринных желез, способствует лучшему выделению желчи, желудочного сока и поддержа-

нию нормальной кислотности, желудка, расширяет сосуды, обладает анти-токсическими свойствами, эффективно как наружное средство в хирургии, используется в составе разных лекарств. Но не стоит забывать и об отрицательных моментах употребления вина, а также о существующих противопоказаниях.

Библиографический список:

1. Л. Д. Шалыгин. Вино и здоровье. - 2-е изд., доп. и перераб. - Москва : Российская акад. естественных наук, 2013. - 603 с.
2. Кишковский, З.Н. Химия вина. М.: Агропромиздат, 1988. 254 с.
3. Халиков Р.А., Хасанов С.А., Саттаров А.Р., Химические особенности виноградных вин // Вестник Башкирского государственного педагогического университета им. М. Акмуллы №4 (44) 2017
4. Иванов Ю.Г. Мир вина. Издательство: Смоленск: Русич. 2001 г. - 512 с.
5. Г.Г. Валуйко. Вино и здоровье. Симферополь: ООО ДИ АЙ ПИ, 2007. – 160 с..
6. Ена Я.М., Ливчун В.В. и др. Книга о вине. Донецк, 1994. - 256 с.
7. Починюк, О. П. Красное и белое вино для вашего здоровья: Ростов-на-Дону : Феникс, 2006 - 192 с.
8. Елизарова Л.Г., Николаева М.А. Алкогольные напитки. М.: Экономика, 1997 – 173 с.
9. Г.Г. Валуйко. Технология виноградных. Симферополь: Таврида, 2001. – 617 с.

СЕКЦИЯ 3. КАЧЕСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ. ПИЩЕВАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

УДК 664.667

ПРЯНИКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Н.В.Чикова

Студент

Самарский государственный технический университет
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
e-mail: nadya.chikova.97@mail.ru

О.Е. Темникова

К.т.н., доцент

Самарский государственный технический университет
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
e-mail: mionagrey@mail.ru

АННОТАЦИЯ: Функциональные продукты питания, все больше набирают популярность в современном рационе питания человека. В связи с этим ассортимент выпускаемой продукции постоянно изменяется, продукты обогащают различными макро- и микронутриентами путем использования новых нетрадиционных ингредиентов. Применение гречневой муки в кондитерской промышленности позволит обогатить готовые изделия витаминами, макро- и микро элементами, а добавление патоки позволит улучшить органолептические и физико-химические показатели готового изделия.

Ключевые слова: пряники, патока, гречневая мука, пшеничная мука.

FUNCTIONAL TREACLE CAKE

N.V. Chikova

Student

Samara State Technical University
443100, Samara, st. Molodogvardeyskaya, 244
e-mail: nadya.chikova.97@mail.ru

O.E. Temnikova

Assistant professor

Samara State Technical University
443100, Samara, st. Molodogvardeyskaya, 244
e-mail: mionagrey@mail.ru

ABSTRACT: Functional foods are becoming more and more popular in the modern human diet. In this regard, the range of products is constantly changing, products are enriched with various macro- and micronutrients through the use of new non-traditional ingredients. The use of buckwheat flour in the confectionery industry will enrich finished products with vitamins, macro- and

microelements, and the addition of treacle will improve the organoleptic and physico-chemical parameters of the finished product.

Keywords: treacle cake, treacle, buckwheat flour, wheat flour

Результаты эпидемиологического исследования, проведенные сотрудниками лаборатории по изучению и планированию структуры питания населения НИИ питания РАМН, показали, что 20 – 25 % детского и 6 – 13 % взрослого населения регулярно потребляют мучные кондитерские изделия. Причем предпочтение отдается сдобному печенью (2,5–9,3 % опрошенных), пряникам (3,8–6,4 %), вафлям и крекеру (3,0–3,1 %) [1].

Кондитерская продукция обладает высокой калорийностью, но имеет достаточно низкую биологическую ценность, поэтому на сегодняшний день существует множество исследований на тему использования не типичных ингредиентов для кондитерских изделий, которые способны повысить качество готовой продукции.

Гречиха является крупяной культурой, имеющей ценный состав пищевых веществ. Особенностью гречихи и продуктов ее переработки является сравнительно высокое содержание незаменимых аминокислот: валин, аргинин, лизин, глицин, метионин и триптофан. Содержание валина приближено к молоку, а количество лизина в гречихе выше чем в пшенице. В составе гречневой муки содержится значительно больше кальция, железа, калия, магния, фосфора по сравнению с мукой пшеничной высшего сорта. Также мука гречневая содержит большее количество витаминов: В1, В2, РР. Кроме того, данная культура неприхотлива к условиям выращивания, что позволяет минимизировать использование удобрений при её выращивании. Гречневая мука и продукты ее переработки являются перспективным сырьем для обогащения мучных изделий функциональными ингредиентами [2, 3].

При изготовлении пряничных изделий использовали смесь пшеничной и гречневой муки в следующих соотношениях: 95:5; 90:10; 85:15; 80:20, также в пряники была добавлена патока, полученная из кукурузного крахмала. Крахмальная патока содержит легкоусвояемые углеводы: мальтоза, глюкоза, минеральные вещества, мг/100 г патоки: кальция - 25, калия - 29, магния - 13, натрия - 80, фосфора - 48, железа - 1,2. Регулярное потребление патоки положительно сказывается на деятельности головного мозга, улучшении работы нервной системы, а содержание магния и калия благотворительно влияет на сердечно-сосудистую систему [4].

Благодаря добавлению патоки при изготовлении кондитерских изделий срок сохранения свежести готовых изделий увеличивается, а также улучшается пористость, вкус и аромат кондитерских изделий.

Пряничные изделия, изготовленные из смесей 1, 2 и 3 по органолептическим и физико-химическим показателям соответствовали ГОСТ 15810-2014. Определяющими показателями стали вкус и запах. Вкус и запах пряников из смеси 1 и 2 был характерным для пряничных изделий, без яркого привкуса гречневой муки. Пряничные изделия из смесей 3 и 4, имели специфический гречишный запах и привкус.

В качестве лучшего образца был выбран второй образец пряничных изделий, он обладал сладким вкусом и ароматом, имел не ярко выраженный привкус гречневой муки, а также имел мягкую и связанную структуру, не рассыпался при разламывании, имел хорошо развитую пористость и темно-коричневый цвет.

Библиографический список:

1. Исаева Т.А. Применение натуральных функциональных ингредиентов технологии приготовления сырцовых пряников специального назначения // Евразийское пространство: добрососедство и стратегическое партнерство. 2017. С. 153-156.

2. Яремчук Е.В., Рензьев О.П. Гречневая мука в технологии пряничных изделий // Пищевые инновации в биотехнологии. 2018. С. 80-83.

3. Коновалова У.А., Сокол Н. В. Совершенствование технологии кексов для здорового питания // Научное обеспечение агропромышленного комплекса. 2021. С. 626-629.

4. Патент № 2729400 Российская Федерация, А21D 13/02 Способ производства пряников на патоке: № 2019122653: заявл. 18.07.2019; опубл. 06.08.2020 / И.В. Плотникова, Г.О. Магомедов, Е.В. Мазанова, В.Е. Плотников, М.А. Колпакова – 8 с.

УДК 664.681.1

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ БЕЗГЛЮТЕНОВОГО ПЕСОЧНОГО ПЕЧЕНЬЯ С ПРЕБИОТИКОМ АРАБИНОГАЛАКТАНОМ

М.С. Брюханова

Студент гр. ТПб-19-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: bryuhanova_01@mail.ru

О.В. Куприна

К.х.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: rudra@mail.ru

АННОТАЦИЯ: Приводится рецептура безглютенового песочного печенья с внесением пребиотика арабиногалактана и солодового ячменного экстракта в качестве замены сахара-песка. Исследованы органолептические и физико-химические показатели качества готовых изделий, рассчитана энергетическая ценность.

Ключевые слова: функциональные продукты, безглютеновые продукты, пребиотик, арабиногалактан, солодовый экстракт.

DEVELOPMENT OF THE RECIPE OF GLUTEN-FREE COOKIE WITH PREBIOTIC ARABINO GALACTAN

M.S. Bryuhanova

Student TPb-19-1

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: bryuhanova_01@mail.ru

O.V. Kuprina

Docent, PhD of Chemistry

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: rudra@mail.ru

ABSTRACT: A recipe for gluten-free cookies with the addition of the prebiotic arabinogalactan and malt barley extract as a substitute for sugar is given. The organoleptic and physico-chemical indicators of the quality of products have been studied, and the energy value has been calculated.

Keywords: functional foods, gluten-free foods, prebiotic, arabinogalactan, malt extract.

Современные теории питания (сбалансированного, адекватного и рационального) предполагают оптимальные количественные и качественные соотношения и взаимосвязи основных пищевых и биологически активных веществ: белков, жиров, углеводов, ферментов, витаминов, минеральных и др. веществ. Адекватное питание предполагает ежедневное поступление в организм человека специальных веществ пребиотиков для стимулирования роста полезной микрофлоры в кишечнике человека.

Кроме того, современной пищевой промышленности необходимо предложить потребителю качественно новые продукты питания на основе нетрадиционных видов растительного сырья с высокими характеристиками показателей качества отвечающие веянию времени, так например популярными становятся продукты «free from», то есть свободные от - безлактозные, безглютеновые, без сахара.

Целью нашей научно-исследовательской работы являлось разработка рецептуры безглютенового песочного печенья с внесением пребиотика арабиногалактана и солодового экстракта вместо сахара-песка.

Анализ литературных источников выявил, что в качестве замены традиционной пшеничной муки используется гречневая, рисовая, кукурузная, овсяная, пшенная виды муки, а также морковная, различные плодово-ягодные порошки (голубика, ежевика, черника), а в качестве замены сахара-песка различные солодовые экстракты [1-8].

Нами разработана рецептура безглютенового песочного печенья (таблица 1, рисунок 1) с внесением двух видов муки - рисовой и гречневой, поскольку использование только гречневой муки излишне окрашивает изделия и придает специфический вкус, тогда как совместное использование рисовой и гречневой муки в соотношении 50:50 позволяет получить изделия с оптимальными органолептическими показателями.

Таблица 1

Рецептура безглютенового печенья с арабиногалактаном

Наименование сырья	Содержание сухих веществ в сырье, %	Расход сырья, кг	
		на загрузку	
		в натуре	в сухих веществах
Мука рисовая	90	22	19,8
Мука гречневая	87	22	19,14
Сливочное масло	84	13	10,92
Сода	50	0,6	0,3
Соль	96,5	0,2	0,193
Арабиногалактан	93	0,58	0,539
Семена льна молотые	99,74	6	5,98
Солодовый экстракт ячменя	84,1	14	11,77
Итого		78,38	67,48
Выход	95	69,96	66,47



Рисунок 1. Безглютеновое песочное печенье с внесением пребиотика арабиногалактана

Для замены сахара-песка использовали солодовый ячменный экстракт («Пётр Колосовъ», концентрат ячменного солода, Производитель: ООО «Компания Пищевых Концентратов», Московская обл., Ленинский район, Совхоз имени Ленина), а в качестве пребиотика вносили арабиногалактан, природный полисахарид, полученный из древесины лиственницы сибирской и Гмелина.

Технологические показатели при замесе теста - влажность теста 20 %, температура теста 18-20 °С, замес проводился на эмульсии до однородной консистенции.

Анализ физико-химических показателей качества готовых изделий показал влажность 5,5 %, содержание общего сахара 14,2 % и общего жира 33,6 %. Печенье имеет мягкую тающую во рту консистенцию, не ощущается наличие жирового продукта (респонденты при дегустации отметили отсутствие жирных пятен на руках), равномерно окрашенную поверхность, вкус имеет легкое сладкое послевкусие, без выраженного вкуса гречневой муки.

Энергетическая ценность безглютенового печенья с внесением пребиотика арабиногалактана и внесением солодового экстракта в качестве замены сахара-песка составила 432 кКал/100г.

Библиографический список:

(журналы) 1. Пятыгина Е.А., Неверова О.П. Технология производства печенья с добавлением гречневой муки // Журнал «Молодежь и наука.» 2019. № 5-6. С. 52.

(журналы) 2. Алтухов И. В., Очиров В.Д., Быкова С.М., Чепелев Н.И. Влияние способа получения порошка из моркови на качественные показатели морковного печенья // Журнал «Вестник КрасГАУ». 2020. №.12 С. 232

(журналы) 3. Даянова Р.Р. Кукурузная мука как основа для безглютенового сахарного печенья // Журнал «Академическая публицистика». 2021. № 3. С. 18-22

(журналы) 4. Иванова Н.Н., Иванов Д.И., Родионова А.С. Сравнительная характеристика качества сахарного печенья с добавлением лесных ягод // Журнал «Тенденции развития науки и образования». 2021. №71-2. С. 11-14

(журналы) 5. Ладнова О.Л.; Корячкина С.Я. Влияние нетрадиционных видов муки на качество сахарного печенья при хранении // Журнал «Образование и наука без границ: фундаментальные и прикладные исследования». 2019. №19. С. 219-223

(журналы) 6. Ахунова Э.Р. Использование солодового экстракта в производстве сахарного печенья // Журнал «Студенческий вестник». 2019. №. 19(69) С. 29-31

(журналы) 7. Супонина Т.А.; Овсянникова А.С. Разработка рецептуры сахарного печенья с пониженным содержанием глютена // Журнал «Известия Кыргызского государственного технического университета им. И.Раззакова». 2018. № 46. С. 158-166

(журналы) 8. Козубаева Л. А.; Кузьмина С.С.; Вишняк М.Н. Безглютеновое печенье из смеси рисовой и гречневой муки // Журнал «Вестник Алтайского государственного аграрного университета». 2010. №. 7(69) С. 62-65

УДК 663.031.7

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЯБЛОЧНОГО СУСЛА, ПОЛУЧЕННОГО РАЗЛИЧНОЙ ПРЕДВОРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКОЙ

Н.П. Супрун

Аспирант гр. аТХП-18-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: suprun_np@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

Е.К. Рябец

студент гр. ТПб-20-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: luida.r@mail.ru

АННОТАЦИЯ: В работе представлены экспериментальные данные о применении обработки ультразвуком и ферментного пектолитического препарата Lafazym Extract для обработки яблочной мякоти с целью увеличения суслоотдачи и его осветления. Показано, что использование Lafazym Extract позволяет повысить сокоотдачу до 73,8 %, способствует снижению кинетической вязкости до 2,65 мПа·с и увеличению скорости фильтрации до 0,02 см³/с за счет деструкции пектина. Обработка мякоти УЗ обеспечивает более полное выделение фенольных веществ (555 мг/см³), что необходимо принимать во внимание при организации дальнейшей переработки. Установлена зависимость оптических характеристик от содержания полимерных форм фенольных веществ.

Ключевые слова: яблоки, сусло, ферментный препарат, ультразвук, пектин, фенольные соединения, оптические характеристики.

**COMPARATIVE ASSESSMENT
OF THE QUALITATIVE CHARACTERISTICS
OF APPLE WORT DONE BY VARIOUS PRE-PROCESSING**

N.P. Suprun

Graduate student

Irkutsk Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: suprun_np@mail.ru

G.S. Gusakova

Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor

Irkutsk Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: gusakova58@mail.ru

E.K. Ryabets

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: luida.r@mail.ru

ABSTRACT: The paper presents experimental data of the use of ultrasound and the enzyme pectolytic preparation Lafazym Extract for the treatment of apple pulp in order to increase the must yield and its clarification. It has been shown that the use of Lafazym Extract makes it possible to increase juice yield up to 73.8%, contributes the decrease of kinetic viscosity to 2.65 MPa·s and the increasing of filtration rate to 0.02 cm³/s due the fact destruction of pectin. Ultrasound treatment of pulp provides a more complete release of phenolic substances (555 mg/cm³), which must be taken into account when organizing further processing. The dependence of color characteristics on the content of polymeric forms of phenolic substances has been established.

Keywords: apples, wort, enzyme preparation, ultrasound, pectin, phenolic compounds, optical performance.

Многочисленные плоды и ягоды, используемые во фруктовом виноделии, имеют свои видовые особенности, поскольку содержат различное количество сахаров, кислот, фенольных соединений, пектинов и других важных в технологическом отношении компонентов. По этой причине применение стандартных технологических схем переработки для всех типов растительного сырья, используемого при получении плодово-ягодных вин, невозможно [1].

Предварительная ферментативная обработка плодовой мякоти

является одним из наиболее эффективных и широко применяемых на производстве методов интенсификации ряда технологических процессов (прессование, осветление, фильтрация), позволяющих увеличить сокоотдачу, а также насыщенность вкусовыми и питательными веществами [1]. Ассортимент ферментных препаратов (ФП), используемых в винодельческом производстве весьма широк. Коммерческие ФП отличаются по составу, наличием тех или иных активностей, поэтому их выбор в каждом конкретном случае должен определяться поставленной задачей, свойствами используемого сырья и параметрами предложенного технологического процесса.

Известны и другие способы обработки сырья: дробление, нагревание, замораживание, электроплазмолиз, обработки СВЧ-энергией, ультразвуком и др. [2–6], применение которых показало увеличение выхода из растительного сырья наиболее ценных, самотечных фракций сусла и улучшение его реологических свойств.

Однако, в дальнейшем многие способы обработки мезги могут приводить к усилению процессов окисления в молодом вине. В результате чего, во вкусе и букете вина появляется разлаженность, грубость и мадерные тона, переходящие иногда в мышинный привкус [7]. По этой причине, производство малоокисленных белых столовых вин предъявляет еще более высокие требования к используемому сырью, вспомогательным материалам и технологическим приемам производства. Таким образом, большой научный и прикладной интерес представляет исследование эффективности применения различных видов обработки мезги в процессе получения мало-окисленного яблочного сусла.

Цель исследования – сравнить качественные характеристики образцов яблочного сусла полученных из мезги обработанной ферментным препаратом и ультразвуком.

Задачи исследования:

Определить реологические, физико-химические и оптические показатели образцов сусла, обработанных ферментным препаратом и ультразвуком.

Определить и оценить зависимость количественного и качественного состава фенольных соединений, полученных образцов сусла и их оптических характеристик.

Объектами исследования стали плоды мелкоплодной яблони сорта Уральское наливное урожая 2021 года, отобранные в фазе потребительской зрелости, на территории Иркутской области.

В ходе эксперимента три точные массы навесок плодов взвешивали и дробили. Полученные три образца яблочной мезги обрабатывали диоксидом серы, концентрацией 80 мг/дм³, для предупреждения нежелательных окислительных процессов. Затем первый образец мезги

подвергали ферментативному катализу, второй – обработке ультразвуком, а третий (без обработки) – служил контролем.

Ферментативную обработку яблочной мякоти осуществляли препаратом пектолитического действия – Lafazym Extract (Laffort, Франция). Обработку мякоти осуществляли ФП концентрацией 0,04 г/кг, в течение 1 часа при температуре 40 °С, полученные образцы сусла отстаивали в течение 4 часов при температуре 10 °С и снимали с осадка [5, 7]. Использованный ФП предназначен для полного разрушения пектина во фруктовой мякоти, очищен от циннамил эстеразы, и специально рекомендован для холодной мацерации при производстве белых и розовых вин. Имеются свидетельства о том, что применение данного ФП способствует увеличению выхода ароматических соединений, и их предшественников при производстве вин с насыщенным фруктовым ароматом [8].

По мнению ряда авторов [7, 9], обработка ультразвуком, не менее эффективно разрушает клеточную структуру плодов, способствуя увеличению выхода сока и экстрагированию ряда веществ. Ультразвуковые колебания вызывают возникновение сильных гидродинамических сил сдвига, несущих деструктивный характер. В результате чего, оболочки клеточных стенок сырья разъединяются, и внутреннее содержимое выходит из них. В представляемом исследовании, осуществляли воздействие ультразвуковым излучением частотой 40 КГц в течение 30 мин [10].

В полученных трех образцах сусла проводили качественный и количественный анализ, оценивали выход сусла. Реологические, физико-химические и оптические характеристики полученных образцов полученного яблочного сусла определяли по общепринятым в виноделии стандартным методам [11]. Анализы выполняли в трех повторениях. Достоверность полученных результатов подтверждали общепринятой методикой математической статистики.

График зависимости выхода сусла от способа обработки представлен на рисунке 1.

Из рисунка 1 следует, что применение ФП и обработки ультразвуком дало прирост общего объема суслоотдачи в образцах на 5,1 и 13,8 % относительно контроля. Выход сусла самотека в образце №1 (из обработанной ФП яблочной мякоти) более чем вдвое выше, чем в контрольном. Образец №1 отмечен самым прозрачным, наименьшая прозрачность обнаружена в образце №2 (из сырья, обработанного УЗ).

Пектин содержащийся в яблоках, с точки зрения виноделия, нежелателен, поскольку является гидрофильным коллоидом с отрицательным зарядом и негативно влияет на осветление сусла и

виноматериалов [7]. Поэтому важным этапом эксперимента являлся качественный анализ проб на пектин.

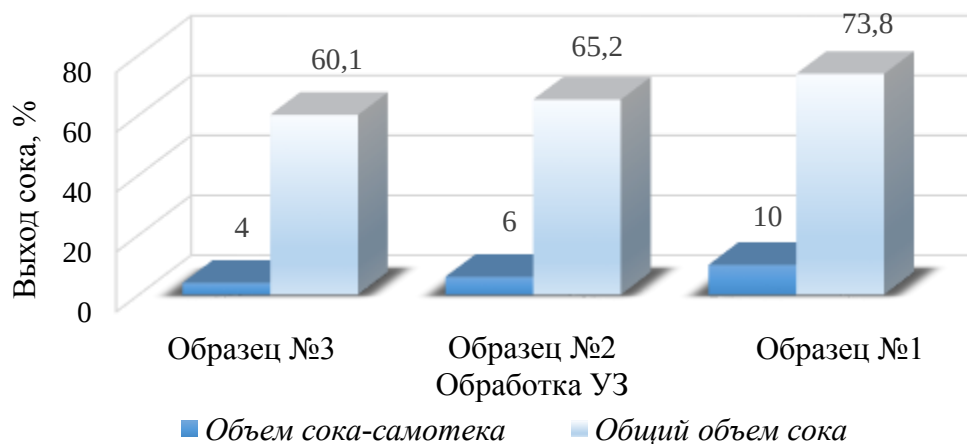


Рисунок 1. Зависимость выхода сусла от способа обработки

Были получены следующие результаты: в образце №2 и контрольном образце №3 было отмечено образование желеобразного сгустка, который не растворялся при встряхивании. Желеобразный сгусток контрольного образца №3 отличался высокой плотностью, свидетельствуя о переходе в сусло наибольшего количества пектиновых соединений. Образец №1 (после обработки ФП) напротив характеризовался прозрачностью, свидетельствуя о деструкции пектина.

Реологические и физико-химические характеристики образцов сусла, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Реологические и физико-химические показатели образцов сусла

Наименование показателя	Образцы яблочного сусла		
	№1 после обработки ФП	№2 после обработки УЗ	№3 Контроль
Кинетическая вязкость мПа·с	2,65	2,72	2,96
Скорость, см ³ /с	0,02	0,002	0,03
Плотность сусла	1043	1046	1043
рН	3,32	3,33	3,34
Титруемая кислотность, г/дм ³	13,9	13,1	13,1
Содержание сухих веществ, %	13,1	13,6	12,0
Общие фенольные вещества, мг/см ³	518 ± 0,11	555 ± 0,17	475 ± 0,19
Лейко антоцианы, мг/см ³	268 ± 0,21	276 ± 0,20	265 ± 0,24

Из таблицы 1. видно, что обработка мезги оказала влияние на реологические характеристики полученных образцов сусла. Использование ФП привело к снижению кинетической вязкости (2,65 мПа·с) и

увеличению скорости фильтрации ($0,02 \text{ см}^3/\text{с}$) за счет деструкции пектина. Отмечено увеличение титруемой кислотности в образце №1 и снижение pH с 3,34 до 3,32 относительно контроля.

Обработка УЗ также способствовала частичному разрушению пектина, в результате чего отмечено снижение вязкости сусла ($2,72 \text{ мПа} \cdot \text{с}$) относительно контроля. При этом применение УЗ способствовало максимальному экстрагированию в сусло сухих веществ ($13,6 \%$) и общих фенольных соединений ($555 \pm 0,17 \text{ мг/см}^3$) за счет которых отмечено увеличение плотности сусла (1046) и резкое снижение скорости фильтрации более чем в 10 раз.

В контрольном же образце наблюдали самую высокую кинетическую вязкость равную $2,96 \text{ мПа} \cdot \text{с}$, за счет перехода в сусло большего количества пектиновых веществ. Скорость фильтрации составила $0,03 \text{ см}^3/\text{с}$. Экстракция общих фенольных соединений показала минимальный результат ($475 \pm 0,19 \text{ мг/см}^3$).

Далее, в таблице 2 приведены оптические характеристики сусла.

Таблица 2

Оптические характеристики образцов яблочного сусла

№	Оптическая плотность, нм		Показатель интенсивности, нм	Показатель оттенка, нм	Показатель желтизны
	D_{420}	D_{520}	$I = D_{420} + D_{520}$	$T = D_{420} / D_{520}$	G
1	$0,614 \pm 0,04$	$0,193 \pm 0,03$	0,807	3,18	3,29
2	$1,040 \pm 0,03$	$0,349 \pm 0,03$	1,389	2,98	4,17
3	$0,872 \pm 0,03$	$0,245 \pm 0,02$	1,117	3,55	3,69

Результаты, представленные в таблице 2 показывают, что оптические характеристики, определяющие склонность образцов к окислительному покоричневению, согласуются с содержанием фенольных веществ в том числе красящих. Для более качественных виноматериалов эти показатели характеризуются более низкими значениями [12–13].

Минимальные значения всех оптических показателей наблюдали в образце №1 (из обработанной ФП яблочной мезги). Применение УЗ способствовало увеличению показателя интенсивности цвета за счет большей экстракции фенольных соединений. При этом показатель оттенка в этом образце был ниже, чем в контрольном, свидетельствуя о меньшем содержании антоцианов и коричневых продуктов конденсации в составе экстрагированных в сусло фенольных соединений. Отмечено максимальное значение показателя желтизны (4,17), характеризующий склонность виноматериалов к окислительному покоричневению.

По результатам проделанной работы можно сделать следующие выводы:

1. Ферментативная обработка яблочной мякоти препаратом Lafazym Extract позволило увеличить выход сока на 13,8 % в сравнении с контрольным образцом, и на 8,9 % по отношению к образцу, обработанному УЗ.

2. Использование ФП способствует снижению кинетической вязкости (2,65 мПа·с) и увеличению скорости фильтрации (0,02 см³/с) за счет деструкции пектина.

3. Обработка УЗ, в выбранном режиме, способствует экстрагированию в сусло большего количества сухих веществ (13,6 %) и общих фенольных соединений ($555 \pm 0,17$ мг/см³), что приводит к резкому снижению скорости фильтрации более чем в 10 раз.

3. Установлена зависимость цветовых характеристик от содержания полимерных форм фенольных веществ.

Обобщая выводы, можно сказать, что обработка яблочной мякоти с помощью ФП Lafazym Extract и ультразвука является весьма перспективным направлением для дальнейших исследований и использования в пищевом производстве.

Библиографический список:

1. Мамедов Э.Р., Солодченко Е.Г., Токбаева А.А., Баракова Н.В. Влияние ферментативной обработки мякоти на содержание фенольных веществ в вишневых натуральных и спиртованных соках и их стабильность // Вестник Международной академии холода. 2020. № 3. С. 52–57. DOI: 10.17586/1606-4313-220-19-3-52-57

2. Бутова С.Н., Вольнова Е.Р., Николаева Ю.В., Едличкова Я. Усовершенствование технологии плодово-ягодных соков с использованием пектолитических ферментных препаратов // Health, Food & Biotechnology. 2020. Т. 2. № 1. С. 128–139.

3. Яланецкий А.Я., Макаров А.С., Шмигельская Н.А., Лутков И.П., Максимовская, В.А., Шалимова Т.Р. Исследование показателей качества сусла при увеличении его выхода из 1 т винограда // Виноградарство и виноделие. 2016. Т. 46. С. 39–41.

4. Гусакова Г.С., Супрун Н.П., Раченко М.А., Чеснокова А.Н., Чупарина Е.В., Немчинова А.И., Макаров С.С. Исследование биохимического состава плодов яблони Южного Прибайкалья и продуктов виноделия, сброженных на древесной щепе // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2019. Т. 9, №4. С. 722–736. <https://doi.org/10.21285/2227-2925-2019-9-4-722-736>

5. Гусакова Г.С. Комплексная переработка плодов груши уссурийской : автореферат дис ... кандидата сельскохозяйственных наук :

Красноярск, 2013. 19 с.

6. Юрченко Л.А. Биохимия яблочного виноделия // Наука и техника. Минск. 1983. 166 с.

7. Супрун Н.П., Гусакова Г.С., Рябец Е.К. Исследование влияния предварительной обработки плодов на выход и показатели яблочного сусла // Научно-практические аспекты развития АПК. Красноярск, 2021. С. 46–50.

8. Агеева Н.М., Гонтарева Е.Н., Бирюкова С.А. Сравнительный анализ эффективности применения ферментных препаратов нового поколения // Пищевая индустрия и общественное питание: Современное состояние и перспективы развития. Самара, 2017. С. 96–99.

9. Рожнов Е.Д., Рожнов Е.Д., Неклюдов А.А., Школьников М.Н. Применение пектолитических ферментных препаратов в производстве напитков из плодов облепихи // Всё о мясе. 2020. № 55. С. 300–303. DOI: <https://doi.org/10.21323/2071-2499-2020-5S-300-303>

10. Вечер А.С., Юрченко Л.А. Сидры и яблочные игристые вина. Пищевая пром-сть. Москва: 1976. 135 с.

11. Гержикова В.Г. (ред.) Методы технохимического контроля в виноделии. 2-е изд., перераб. и доп. Симферополь: Таврида, 2009. 304 с.

12. Аникина Н.С., Червяк С.Н., Гниломедова Н.В. Методы оценки цвета вин. Обзор // Аналитика и контроль. 2019. Т. 23, № 2. С. 158-167. DOI: 10.15826/analitika.2019.23.2.003

13. Андреева В.Е., Калмыкова Н.Н., Гапонова Т.В., Калмыкова Е.Н., Волкова Н.О. Оптические показатели сусел и вин из новых белых сортов винограда межвидового происхождения // Русский виноград. 2018. Т.8. С. 110–115. DOI: 10.32904/2412-9836-2018-8-110-115

УДК 664.681.1

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ БЕЗГЛЮТЕНОВОГО ПЕСОЧНОГО ПЕЧЕНЬЯ С ВНЕСЕНИЕМ ПОРОШКА ИЗ ЯБЛОЧНЫХ ВЫЖИМОК

А.И. Закусило

Студент гр. ТПб-19-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: nastya.zakusilo.01@mail.ru

О.В. Куприна

К.х.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: rudra@mail.ru

АННОТАЦИЯ: Приводится рецептура безглютенового песочного печенья с внесением порошка из яблочных выжимок и солодового ячменного экстракта в качестве замены сахара-песка. Исследованы органолептические и физико-химические показатели качества готовых изделий, рассчитана энергетическая ценность.

Ключевые слова: функциональные продукты, безглютеновые продукты, солодовый экстракт.

DEVELOPMENT OF THE RECIPE OF GLUTEN-FREE COOKIE WITH APPLE POMACE POWDER

A.I. Zakusilo

Student TPb-19-1

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: nastya.zakusilo.01@mail.ru

O.V. Kuprina

Docent, PhD of Chemistry

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: rudra@mail.ru

ABSTRACT: A recipe for gluten-free cookies with the addition of the apple pomace powder and malt barley extract as a substitute for sugar is given. The organoleptic and physico-chemical indicators of the quality of products have been studied, and the energy value has been calculated.

Keywords: functional foods, gluten-free foods, malt extract.

Актуальным способом повысить пищевую ценность мучных кондитерских изделий является добавление в их состав фруктового и овощного сырья с целью увеличения содержания пищевых волокон. Среди функциональных ингредиентов на первое место выходят пищевые волокна, функциональные свойства которых связаны, в основном с работой желудочно-кишечного тракта. В норме человек в течении суток должен употреблять 25-30 г пищевых волокон, однако в России среднестатистическое потребление составляет не более 4 % от нормы.

Известно, что пища богатая волокнами, оказывает положительное воздействие на процессы пищеварения и, следовательно, уменьшает риск возникновения заболеваний, связанных с этими процессами.

Растворимые и нерастворимые волокна увеличивают ощущение сытости, т.к. пища богатая волокнами, требует более длительного времени для пережевывания и переваривания, тем самым вызывая большее выделение слюны и желудочного сока. Установлено, что растворимые

волокна, особенно пектин, оказывают положительное воздействие на обмен холестерина в организме.

В настоящее время для снижения энергетической ценности и повышения пищевой ценности мучных кондитерских изделий широко используются фруктовое, овощное сырье в виде порошков, подварок, пюре, экстрактов и концентратов соков. В мучное тесто вводят добавки, приготовленные из тыквы, моркови, свеклы, капусты, рябины, яблок, томатов. Введение в рецептуры продуктов переработки растительного сырья позволяет получать изделия, обогащенные балластными минеральными веществами и витаминами

Яблочный порошок является естественным красителем, придает изделиям кисло-сладкий вкус, ярко-выраженный аромат сухофруктов, что позволяет расширить ассортимент мучных кондитерских изделий и снизить их энергоемкость.

Специалистами хлебопекарной промышленности определены оптимальные количества фруктовых добавок для производства мучных изделий: яблочный сок - до 20 %, яблочный экстракт - до 3 % , яблочное пюре - до 15 %; порошок из цельных яблок и повидло - до 5 % массы муки (взамен сахара). Продукты переработки яблок используют для производства крекеров, кексов, печенья затяжного и сахарного, бисквитов и др. мучных кондитерских изделий [1-3].

Кроме того, современной пищевой промышленности необходимо предложить потребителю качественно новые продукты питания на основе нетрадиционных видов растительного сырья с высокими характеристиками показателей качества отвечающие веянию времени, так например популярными становятся продукты «free from», то есть свободные от - безлактозные, безглютеновые, без сахара.

Целью нашей научно-исследовательской работы являлось разработка рецептуры безглютенового песочного печенья с внесением порошка из яблочных выжимок и солодового экстракта вместо сахара-песка.

Анализ литературных источников выявил, что в качестве замены традиционной пшеничной муки используется гречневая, рисовая, кукурузная, овсяная, пшенная виды муки, а также морковная, различные плодово-ягодные порошки (голубика, ежевика, черника), а в качестве замены сахара-песка различные солодовые экстракты [4-11].

Нами разработана рецептура безглютенового песочного печенья (таблица 1, рисунок 1) с внесением двух видов муки - рисовой и гречневой, поскольку использование только гречневой муки излишне окрашивает изделия и придает специфический вкус, тогда как совместное использование рисовой и гречневой муки в соотношении 50:50 позволяет получить изделия с оптимальными органолептическими показателями.

Таблица 1

Рецептура безглютенового печенья с порошком из яблочных выжимок

Наименование сырья	Содержание сухих веществ в сырье, %	Расход сырья, кг	
		на загрузку	
		в натуре	в сухих веществах
Мука рисовая	90	22	19,8
Мука гречневая	87	22	19,14
Сливочное масло	84	12,4	10,4
Сода	50	0,6	0,3
Соль	96,5	0,2	0,193
Порошок из яблочных выжимок	91,4	3,1	2,8
Солодовый экстракт ячменя	84,1	15	12,6
Итого		75,3	65,3
Выход	95	67,7	64,3

Для замены сахара-песка использовали солодовый ячменный экстракт («Пётр Колосовъ», концентрат ячменного солода, Производитель: ООО «Компания Пищевых Концентратов», Московская обл., Ленинский район, Совхоз имени Ленина), а в качестве источника пектиновых веществ вносили порошок из яблочных выжимок.

Технологические показатели при замесе теста - влажность теста 20%, температура теста 18-20°C, замес проводился на эмульсии до однородной консистенции.



Рисунок 1. Безглютеновое песочное печенье с внесением порошка из яблочных выжимок

Анализ физико-химических показателей качества готовых изделий показал влажность 3,3%, содержание общего сахара 11,4 % и общего жира 45,5 %. Печенье имеет мягкую консистенцию, не ощущается наличие жирового продукта (респонденты при дегустации отметили отсутствие

жирных пятен на руках), равномерно окрашенную поверхность, вкус имеет легкое сладкое послевкусие, без выраженного вкуса гречневой муки.

Энергетическая ценность безглютенового печенья с внесением пребиотика арабиногалактана и внесением солодового экстракта в качестве замены сахара-песка составила 424 кКал/100г.

Библиографический список:

(журналы) 1. Шевякова, Т.А. Разработка технологий мучных кондитерских изделий повышенной пищевой ценности: дис. канд. технич. наук : 05.18.01 : защищена 22.05.07/ Т.А. Шевякова. Воронеж, 2007. С. 230

(книги) 2. Корячкина, С. Я. Новые виды мучных и кондитерских изделий. Научные основы, технологии, рецептуры /С.Я. Корячкина. - Орел: Изд-во .Труд, 2006. 480 с.

(журналы) 3. Особенности обогащения кондитерских изделий микронутриентами / В.М. Концова [и др.] // Пищевые ингредиенты, сырьё и добавки. 2012. № 2. С. 32–34.

(журналы) 4. Пятыгина Е.А., Неверова О.П. Технология производства печенья с добавлением гречневой муки // Журнал «Молодежь и наука.» 2019. № 5-6. С. 52.

(журналы) 5. Алтухов И. В., Очиров В.Д., Быкова С.М., Чепелев Н.И. Влияние способа получения порошка из моркови на качественные показатели морковного печенья // Журнал «Вестник КрасГАУ». 2020. №.12 С. 232

(журналы) 6. Даянова Р.Р. Кукурузная мука как основа для безглютенового сахарного печенья // Журнал «Академическая публицистика». 2021. № 3. С. 18-22

(журналы) 7. Иванова Н.Н., Иванов Д.И., Родионова А.С. Сравнительная характеристика качества сахарного печенья с добавлением лесных ягод // Журнал «Тенденции развития науки и образования». 2021. №71-2. С. 11-14

(журналы) 8. Ладнова О.Л.; Корячкина С.Я. Влияние нетрадиционных видов муки на качество сахарного печенья при хранении // Журнал «Образование и наука без границ: фундаментальные и прикладные исследования». 2019. №19. С. 219-223

(журналы) 9. Ахунова Э.Р. Использование солодового экстракта в производстве сахарного печенья // Журнал «Студенческий вестник». 2019. №. 19(69) С. 29-31

(журналы) 10. Супонина Т.А.; Овсянникова А.С. Разработка рецептуры сахарного печенья с пониженным содержанием глютена // Журнал «Известия Кыргызского государственного технического университета им. И.Раззакова». 2018. № 46. С. 158-166

(журналы) 11. Козубаева Л. А.; Кузьмина С.С.; Вишняк М.Н. Безглютеновое печенье из смеси рисовой и гречневой муки // Журнал «Вестник Алтайского государственного аграрного университета». 2010. №. 7(69) С. 62-65

УДК 664

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МУКИ СОРГО В РЕЦЕПТУРЕ ГАЛЕТ

Я.В. Малолеткова

Ассистент

Самарский государственный технический университет
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
e-mail: yana.maloletkova@yandex.ru

А.В. Зимичев

К.х.н., профессор

Самарский государственный технический университет
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
e-mail: zav711948@mail.ru

АННОТАЦИЯ: В статье рассмотрена возможность применения муки сорго в рецептуре печенья в качестве расширения ассортимента безглютеновой продукции, а также продуктов с функциональными добавками. Предложен вариант обработки муки сорго для улучшения органолептических свойств полученного изделия.

Ключевые слова: мука сорго, глютен, галеты, пищевая ценность.

USE OF SORGO FLOUR IN BICKET RECIPE

Ya.V.Maloletkova

Assistant

Samara State Technical University
443100, Samara, st. Molodogvardeyskaya, 244
e-mail: yana.maloletkova@yandex.ru

A.V. Zimichev

Ph.D., professor

Samara State Technical University
443100, Samara, st. Molodogvardeyskaya, 244
e-mail: zav711948@mail.ru

ABSTRACT: The article considers the possibility of using sorghum flour in the recipe for cookies as an extension of the range of gluten-free products, as well as products with functional additives. A variant of processing sorghum flour to improve the organoleptic properties of the resulting product is proposed.

Key words: sorghum flour, gluten, biscuits, nutritional value.

Одним из перспективных направлений развития пищевой

промышленности является расширение ассортимента мучных кондитерских изделий повышенной питательной ценности. В качестве функциональных добавок в производстве используют нетрадиционное растительное сырье. Это позволяет не только повысить пищевую ценность продукта, но и снизить расход сахара и муки, которые в данный момент можно назвать дорогостоящим сырьем.

В России, как и во всем мире, все чаще диагностируются заболевания, связанные с различными формами непереносимости глютена, содержащегося в пшеничной муке. Профилактика и лечение данных заболеваний включает в себя соблюдение строгой диеты, исключающей из рациона продукты питания, содержащие глютенную фракцию белка. Особенно эта проблема касалась взрослого населения, но в последнее время все чаще медики сталкиваются с непереносимостью глютена у подростков и детей, в связи с чем в детских садах и школьных столовых все чаще «пропадают» из меню любимые «вкусняшки» для перекусов, такие как печенье, галеты и прочее. Но питание человека при этом должно оставаться полноценным и здоровым. Поэтому кондитеры пытаются найти альтернативу пшеничной муке, разрабатывая рецептуры изделий с пониженным содержанием глютена. Промышленность освоила производство безглютеновой пшеничной муки, однако ее стоимость приводит к резкому повышению цен на выпускаемую продукцию.

На кафедре «Технологии и пищевых производств и биотехнология» Самарского государственного университета на протяжении нескольких лет ведутся работы по использованию муки сорго, лишенной глютена, для производства различных продуктов питания, где традиционно используется пшеничная мука [1].

В последние десятилетия производство сорго в РФ значительно возросло, поскольку эта культура хорошо адаптировалась в Поволжье и дает хорошие урожаи, в частности в Саратовской и Самарской областях, где не всегда удается получить устойчивые урожаи пшеницы из-за засушливых погодных условий.

В поисках безглютенового продукта мы решили усовершенствовать рецептуру галет «Арктика» [2].

Таблица 1

Рецептура галет «Арктика»

Сырье	Содержание сухих веществ в %	Расход сырья на 1 т незавернутой продукции	
		В натуре	В сухом веществе
Мука ВС	85,5	941,25	804,77
Сахарный песок	99,85	4,71	4,70

Продолжение таблицы

Сливочное масло	84,00	117,66	98,83
Соль	96,50	17,65	17,03
Сода	50,0	1,88	0,94
Дрожжи	25,0	28,23	7,06
Итого	-	1111,38	933,33
Выход	91,0	1000,00	910,00

Для замены в рецептуре галет пшеничной муки мы использовали карамелизованную при температуре 160 °С – 170 °С в течение 15-20 мин муку сорго [3].

Проведенными многочисленными экспериментами доказана возможность полной замены пшеничной муки высшего сорта на обработанную муку сорго. Причем частично карамелизованная мука сорго позволила снизить рецептурное содержание сахара на 8-10 % без практически неизменных органолептических показателей готового продукта. В качестве разрыхлителя использован карбонат аммония.

Библиографический список:

1. О.Е.Темникова, Зимичев А.В., Беляев С.Я., Рузянова А.А.Изучение возможности применения муки из сорго в технологии мучных кондитерских изделий // Хлебопродукты- 2017.-№8.-с.34.
2. Смирнова М.К. Рецептуры на печенье, галеты и вафли/ М.К. Смирнова, Г.Г. Абрамова // М.:Пищевая промышленность – 1969.- 552с.
3. Малолеткова Я.В.,Зимичев А.В. Изучение возможности использования муки сорго в кондитерских изделиях / Я.В. Малолеткова, А.В. Зимичев // Пищевые инновации и биотехнологии: сборник материалов X Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Кемерово, 17 мая 2022 года. – Кемерово: КемГМУ, 2022.

УДК 663.32

ЭКСТРАКЦИЯ ПЕКТИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ЯБЛОЧНЫХ ВЫЖИМОК

М.Н. Нехта

Студент гр. ТПб-19-1

Иркутский Национальный Исследовательский

Технический Университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: nekhta@mail.ru

А.И. Немчинова
Учебный мастер
Иркутский Национальный Исследовательский
Технический Университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83
e-mail: sibvin@list.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: Проведено исследование условий гидролиза пектинового экстракта из яблочных выжимок. На основе проведённого исследования выбраны оптимальные условия экстракции пектиновых веществ.

Ключевые слова: пектин, пектиновый экстракт, яблочные выжимки.

EXTRACTION OF PECTIN SUBSTANCES FROM APPLE POMACE

M.N. Nekhta
Student
Irkutsk National Research
Technical University
664074, Irkutsk, st.Lermontova, 83
e-mail: nekhta@mail.ru

A.I. Nemchinova
Training master
Irkutsk National Research
Technical University
664074, Irkutsk, st.Lermontova, 83
e-mail: sibvin@list.ru

G.S. Gusakova
Cand. Sci. (Agriculture), Associate professor
Irkutsk State Technical University,
664074, Irkutsk, st.Lermontova, 83
e-mail: gusakova58@mail.ru

ABSTRACT: A study was made of the conditions for the hydrolysis of pectin extract from apple pomace. On the basis of the study, the optimal conditions for the extraction of pectin substances were selected.

KEYWORDS: pectin, pectin extract, pomace

Растительное сырье пригодное для получения пектиновых веществ можно разделить на несколько групп: овощи (клубнеплоды, тыквенные, бобовые и др), плоды (семечковые, косточковые, субтропические и тропические), ягоды (настоящие, сложные и ложные) и другие виды растительного сырья (чай, корзинки подсолнечника, кора деревьев и др.) [1-5, 7]. В растительной ткани протопектин связан с белками, целлюлозой и другими компонентами клетки. Прочность этих связей для разных культур может существенно различаться, это необходимо учитывать при их извлечении. Кроме этого на процессе экстракции пектиновых веществ из растительного сырья будет зависеть от условий технологического процесса: гидромодуль, природа экстрагента, температура, продолжительность и др. [6, 8, 9]

Целью исследования является оценка влияния кислотного и ферментативного гидролиза на качественные характеристики пектиновых экстрактов из яблочных выжимок.

Оценку эффективности процессов проводили по содержанию сухих, пектиновых и балластных веществ.

На первом этапе мы определяли сравнивали эффективность кислотного и ферментативного гидролиза для экстракции пектиновых веществ. Условия кислотного гидролиза: экстрагент – винная кислота гидромодуль 1:5; температура 80 °С; продолжительность процесса 2–2,5 часа. Условия ферментативного гидролиза: фермент целлюлюкс А с концентрацией 4,5 г/кг; гидромодуль 1:5 и 1:8; при температуре 65 °С продолжительность экстракции 120–150 мин. Содержание пектиновых веществ достигало 2%, сухих 9,5 при кислотном гидролизе и 9,7 при ферментативном, балластных 8%. Исходя из полученных данных и учитывая большую экологичность ферментативного гидролиза относительно кислотного, мы определили, что целесообразней использование ферментативного гидролиза.

Также рассмотрели зависимость качественных показателей пектинового экстракта от температуры гидролиза. Продолжительность процесса 2 часа.

Полученные данные показывают, что при температуре выше 70 °С содержание сухих веществ увеличивается, а содержание пектиновых веществ уменьшается, возможной причиной этого может являться разрушение пектина. Следовательно, температура 65–70 °С будет оптимальной для пектинового экстракта.

На третьем этапе было проведено исследование зависимости качества экстракта от продолжительности процесса и количества экстрагента.

При изучении зависимости времени проведения экстракции и качества пектинового экстракта продолжительность гидролиза изменяли от 1 часа до 3 часов. Температура процесса 65 °С.

В процессе гидролиза, через 2,5 часа, содержание сухих и пектиновых веществ достигало наибольшего значения 10,8 % и 2,1 % соответственно. В дальнейшем данные показатели незначительное уменьшение, из чего можно сделать вывод, что оптимальное время процесса гидролиза пектиновых веществ из яблочных выжимок 2–2,5 часа.

Для изучения и установления наиболее подходящего гидромодуля соотношение сырья к экстрагенту меняли от 1:3 до 1:12.

Из полученных данных, приведённых на диаграмме 1 можно сделать вывод, что оптимальным гидромодулем можно считать соотношение 1:5 и 1:8.

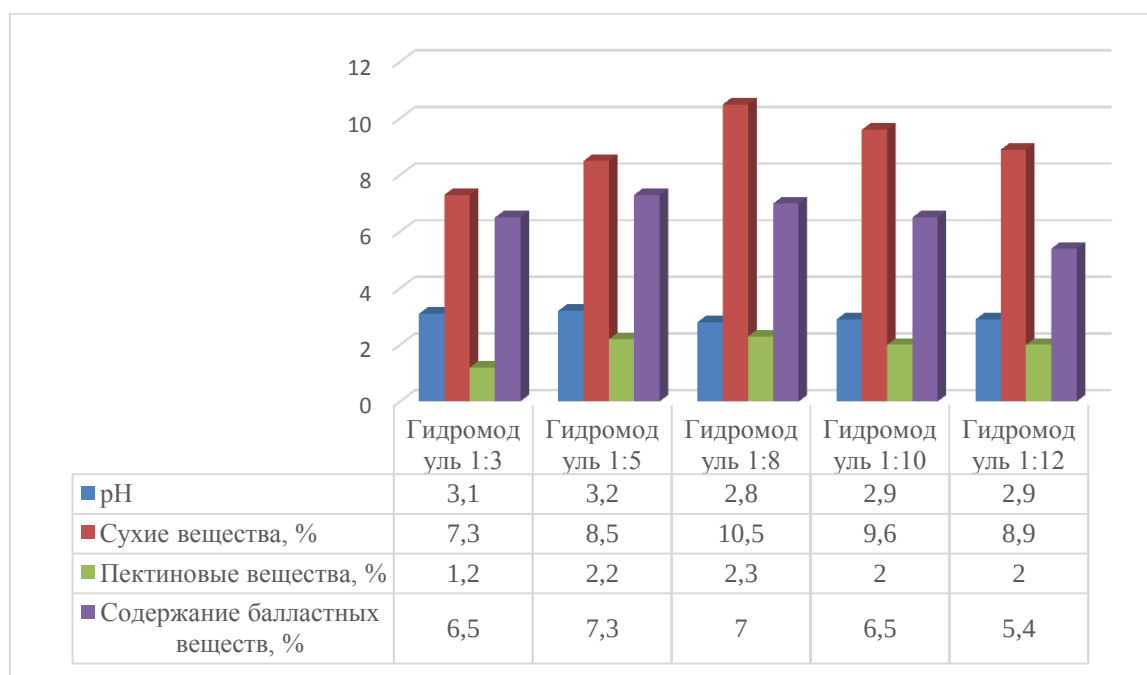


Диаграмма 1. Зависимость показателей качества пектинового экстракта от количества экстрагента

В ходе исследования были определены оптимальные условия ферментативного гидролиза и опробованы в лабораторных условиях.

Библиографический список:

1. Донченко, Л.В. Технология пектина и пектинопродуктов / Л.В. Донченко. – М.: ДеЛи, 2000. – 251 с.
2. Донченко, Л.В. Методические указания по определению пектиновых веществ в производстве / Л.В. Донченко, В.В. Нелина, Н.С. Карпович. – М.: Спектр, 1997. – 40 с.
3. Донченко, Л.В. Механизация и автоматизация технологических процессов при производстве функциональных пектиносодержащих

напитков / Л.В. Донченко, С.А. Дрожжина, С.Н. Едыгова, Т.Б. Колотий // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2007. – № 5-6 (300-301). – С. 62-65.

4. Донченко, Л.В. Разработка и интенсификация технологических процессов получения пектина из свекловичного и других видов сырья: автореф. автореф...д-ра техн. наук: 05.18.05, 05.18.12 / Людмила Владимировна Донченко. – Киев, 1990. – 48 с.

5. Донченко, Л.В. Режим гидролиза яблочных выжимок и свойства пектина / Л.В. Донченко, Т.М. Сычева, И.Л. Ильина, Я.Д. Бакирь // Пищ. пром-сть. – 1989. – № 9. – С.26–27.

6. Типсина, Н.Н. Место пектина в функциональном питании / Н.Н. Типсина // Вестник КрасГАУ. – 2009, – №3. – С. 213-216.

7. Сорочан, В.Д. Изучение пектиновых веществ методом светорассеяния: автореф. дис... канд. химических наук. 02.00.04 / Валерий Демьянович Сорочан. – Владивосток, 1973. – 23 с.

8. Созаева, Д.Р. Содержание пектинов в различных видах плодовых культур и их физико-химические свойства / Д.Р. Созаева, А.С. Джабоева, Л.Г. Шаова, О.К. Цагоева // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2016. – № 2. – С. 170-174.

9. Сапожникова, Е.В. Пектиновые вещества и пектолитические ферменты / Е.В. Сапожникова; М.: Москва, 1971. – С. 45.

УДК 663.32

ПРИГОТОВЛЕНИЕ ВИН ТИПА ПОРТВЕЙНА НА СКОРЛУПЕ КЕДРОВОГО ОРЕХА

В.В. Пулди

Магистрант гр.БПм-20-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: vip.puldi@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: Проведение подбора режима приготовления вин типа Портвейна, на основе плодов груши Уссурийской, включающего в себя этапы: дображивание до 5% об. спирта, спиртование до 18% об., осветление, постоянного нагрева и добавления кислорода. Оценка

органолептических и физико-химических показателей полученного Портвейна.

Ключевые слова: портвейнизация, портвейн, скорлупа кедрового ореха, уссурийская груша.

PREPARATION OF PORT WINE-TYPE WINES ON A PINE NUT SHELL

V.V. Puldi

Master's student gr.BPm-20-1

Irkutsk National Research

Technical University

664074, Irkutsk, Lermontov str., 83

e-mail: vip.puldi@mail.ru

G.S. Gusakova

Ph.D., Associate Professor

Irkutsk National Research

Technical University

664074, Irkutsk, Lermontov str., 83

e-mail: gusakova58@mail.ru

ABSTRACT: Selection of the mode of preparation of Port wine-type wines based on the fruits of the Ussuri pear, which includes the stages: fermentation to 5% by volume of alcohol, alcoholization to 18% by volume of alcohol, clarification, constant heating and addition of oxygen. Evaluation of the organoleptic and physico-chemical parameters of the resulting Port Wine.

Keywords: port wine, port wine, pine nut shell, ussuri pear.

Актуальность работы:

Ликерные вина, типа портвейн, получили своё название от города Порто, расположенного в устье реки Дуэро, через которое экспортировались португальские вина. Такие крепкие вина, как было подмечено португальскими виноделами, очень хорошо переносят морскую перевозку и не снижают своего качества. Благодаря спиртованию бродящего сусла, сохранялось содержание сахара, из-за чего вино получалось сладким и крепким, при этом имело стабильность на протяжении всей грузоперевозки.

Качественные характеристики Портвейна формируются в условиях тепловой обработки виноматериалов с ограниченным доступом кислорода. Для этого рекомендуют выбирать экстрактивные вина, богатые фенольными и азотистыми соединениями.

Портвейнизация производится несколькими способами:

- Выдержка вина в бочках, в которых есть небольшая воздушная камера, установленных на открытых застеклённых солнечных площадках,

в течение 2 лет.

- Выдержка при высоких температурах и дозирование кислорода (ускоренным методом).

Существуют разные режимы ускоренной обработки. Одна из схем предусматривает – охлаждение до 15 °С, дозирование кислорода до 20 мг/дм³, выдержка 12 часов, нагревание до 60–62°С, выдержка 30 часов с 4–5 кратным повторением этого цикла.

Глубина протекающих процессов и соответственно органолептические показатели готового продукта будут помимо режимов определяться исходным составом.

Цель настоящей работы: приготовление вина типа портвейн на основе грушевого виноматериала.

Задачи:

- Получение виноматериала из плодов груши Уссурийской, произрастающей в Иркутской области;
- отработка процесса потрвейнизации с заменой дубовых чипсов на скорлупу кедрового ореха.

Для получения виноматериала собранные плоды мыли и измельчали на ножевой дробилке. Полученную мезгу сбродивали на чистой культуре дрожжей до содержания спирта 5 %. Затем отжимали, полученный недоброд делили на 2 части и спиртовали до 18% об. Проба 1 – виноматериал сброженный на мезге и смешанный с пищевым спиртом (крепость 96 %). Проба 2 – виноматериал сброженный на мезге и смешанный со спиртом, настоянным на выжимках груши [2].

После подбраживания, виноматериал отправляется на спиртование двумя методиками до 18 % об.– добавление пищевого спирта 96 % об. и добавление настоянного на грушевых выжимках пищевого спирта 40 % об. [1].

После осветления каждый образец делили на 3 части. Компонентный состав купажей для портвейнизации приведен в таблице 1

Таблица 1.

Компонентный состав купажей

Наименование материала/виноматериал	Дубовая щепа (г)	Скорлупа кедрового ореха (г)	Аминокислоты (мг)
Закрепляли спиртом			
Проба 1	-	30	-
Проба 2	-	-	56+58 (Лейцин и лизин)
Проба 3	3.3	-	-

Продолжение таблицы

Закрепляли спиртом, настоянном на выжимках			
Проба 4	-	30	-
Проба 5	-	-	56+58(Лейцин и лизин)
Проба 6	2.3	-	-

Лейцин и лизин выбирали на основе литературных данных. Известно, что при их взаимодействии с танинами, образуются соединения, благоприятно влияющие на аромат и вкус.

Использовали режим ускоренного метода приготовления: образцы выдерживали в сушильном шкафу при температуре 65°C, в течение 10 суток. Для обогащения кислородом каждый день перемешивали.

Через каждые 2–3 суток контролируют измерение окраски путём определения оптической плотности при длине волн $\lambda=420$ нм и $\lambda=520$ нм. (табл. 2)

Таблица 2

Изменение цветовых характеристик

Образец	1 сут		4 сут		6 сут		8 сут	
	$\lambda = 420$ нм	$\lambda = 520$ нм	$\lambda = 420$ нм	$\lambda = 520$ нм	$\lambda = 420$ нм	$\lambda = 520$ нм	$\lambda = 420$ нм	$\lambda = 520$ нм
Проба 1 (СКО)	0.256	0.112	0.292	0.114	0.297	0.119	0.284	0.102
Проба 2 (АК)	0.090	0.024	0.132	0.036	0.137	0.043	0.118	0.022
Проба 3 (Дуб)	0.522	0.133	1.111	0.273	1.382	0.363	1.529	0.388
Проба 4 (СКО)	0.372	0.184	0.465	0.194	0.462	0.178	0.419	0.173
Проба 5 (АК)	0.110	0.039	0.160	0.045	0.143	0.032	0.151	0.033
Проба 6 (Дуб)	0.264	0.080	0.481	0.124	0.569	0.138	0.633	0.149

Благодаря выше показанным данным, скорлупа кедрового ореха приближена к окрашивающим способностям дубовой щепы.

Физико-химические показатели виноматериалов приведены в табл. 4

Таблица 4

Физико-химические показатели виноматериалов

Наименование материала/виноматериала	Содержание спирта, %	Содержание приведенного экстракта, %	Титруемые кислоты	Летучие кислоты	Органолептическая оценка
--------------------------------------	----------------------	--------------------------------------	-------------------	-----------------	--------------------------

Продолжение таблицы

Проба 1	17,3	12,9	7,8	0,3	8,1
Проба 2	17,6	12,8	7,7	0,4	7,9
Проба 3	17,9	12,9	7,9	0,3	8,0
Проба 4	17,2	13	7,6	0,2	8,2
Проба 5	17,4	12,8	7,8	0,5	8,2
Проба 6	17,7	12,7	7,9	0,3	8,1

Из приведенных данных видно, что в/м по физико-химические показателям соответствуют требованию ГОСТ Р 52404-2005

По органолептическим показателям типу портвейн, больше соответствует образец, приготовленный ускоренным методом на скорлупе кедрового ореха имеет приятный аромат, насыщенный цвет, терпкий вкус, что является отличным показателем для вин, типа портвейна (дег. оценка выше 0,3 бал).

Таким образом, был подобран режим приготовления вин типа Портвейна на основе плодов груши Уссурийской, который включал в себя следующие шаги: постоянный нагрев при температуре 65°C, добавление кислорода 1 раз в 24 часа в объёме 20 мг/дм³, с использованием скорлупы кедрового ореха.

Библиографический список:

1. Мехузла Н.А., Панасюк А.Л. Плодово-ягодные вина. М., 1984. 240с.
2. Витковский В.Л. Плодовые растения мира. СПб., 2003. 592 с.
3. Гусакова Г.С. Перспективы использования плодов уссурийской груши в виноделии / Г.С. Гусакова, С.Н. Евстафьев // Химия растительного сырья – 2011. – № 3. – С. 173–178.
4. . Пулди В.В. использование скорлупы кедрового ореха в виноделии/ Супрун Н.П., Пулди В.В., Гусакова Г.С. // Всероссийская научнопрактическая конференция студентов и молодых ученых с международным 88 участием «Природные соединения и здоровье человека», посвященная 100- летию образования ИГМУ. – Иркутск: ИГМУ, 2019. – Вып. 1. – С. 76

УДК 664.664

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ БИСКВИТНОГО ПОЛУФАБРИКАТА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

В.С. Трофимова

Студент гр. ФПП-101М

Самарский государственный технический университет
443010, г. Самара, ул. Куйбышева, 153
e-mail: vichka.trofimova.99@bk.ru

О.Е. Темникова

Доцент, к.т.н

Самарский государственный технический университет

443010, г. Самара, ул. Куйбышева, 153

e-mail: mionagrey@mail.ru

АННОТАЦИЯ: Разработана усовершенствованная технология бисквитного полуфабриката на основе амарантовой муки. Описано влияние амарантовой муки на качественные показатели бисквитного полуфабриката.

Ключевые слова: бисквитный полуфабрикат, амарантовая мука, диетический продукт питания.

IMPROVEMENT OF THE BISCUIT SEMI-FINISHED PRODUCT OF FUNCTIONAL ORIENTATION

V.S. Trofimova

Student

Samara State Technical University

443010, Samara, st. Kuibysheva, 153

e-mail: vichka.trofimova.99@bk.ru

O.E. Temnikova

Associate Professor, Phd (technical sciences)

Samara State Technical University

443010, Samara, st. Kuibysheva, 153

e-mail: mionagrey@mail.ru

ABSTRACT: An improved technology of semi-finished biscuit based on amaranth flour has been developed. The influence of amaranth flour on the quality indicators of the biscuit semi-finished product is described.

Keywords: biscuit semi-finished product, amaranth flour, dietary food.

На сегодняшний день на российском рынке кондитерских изделий практически отсутствует бисквитная продукция отечественного производства, предназначенная для потребителей, страдающих нарушениями углеводного обмена, непереносимостью глютена [1].

Одним из возможных технологических решений по улучшению состава бисквитных изделий функциональной направленности является использование амарантовой муки [2]. Пищевая ценность семени амаранта определяется высоким содержанием белка (до 18-20 %), липидов (7-10 %), минеральных веществ (K, Ca, Fe, Mg) и витаминов группы B, C, E.

В результате лабораторных выпечек было получено 7 образцов бисквитного полуфабриката, содержащих различное количество амарантовой муки.

Органолептический анализ образцов проводился комиссией из десяти потенциальных потребителей. По результатам средних баллов, полученных в процессе оценки, была построена профилограмма органолептических показателей качества, приведенная на рис. 1.

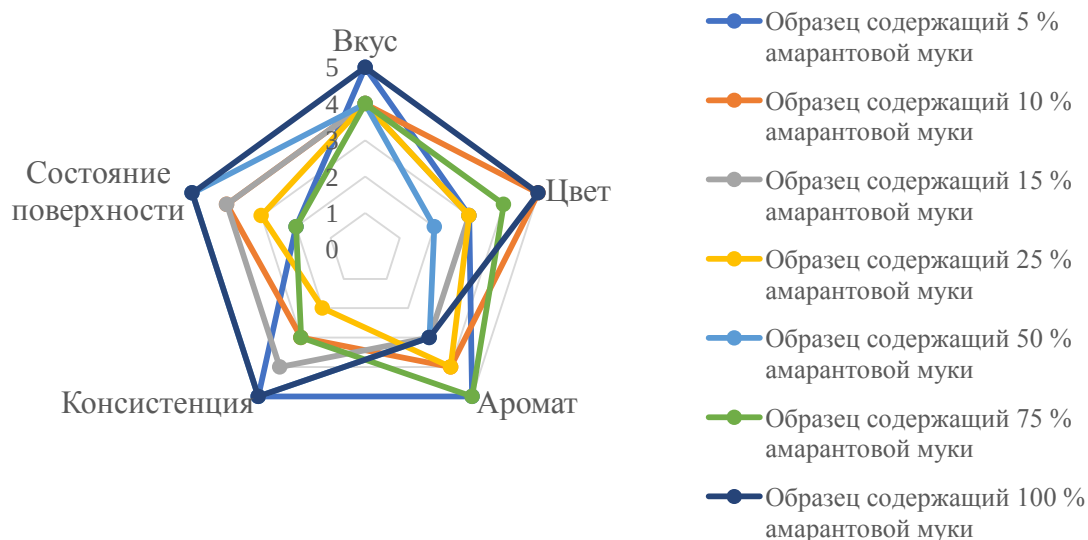


Рисунок 1. Профилограмма органолептических показателей качества бисквитного полуфабриката, содержащего амарантовую муку

Результаты, полученные в процессе определения физико-химических показателей качества бисквитных полуфабрикатов, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Физико-химические показатели качества бисквитного полуфабриката

Наименование показателя качества	Контроль	Массовая доля амарантовой муки в образце, %						
		5	10	15	25	50	75	100
Влажность, %	22,5	22,5	22,0	22,0	19,8	19,5	18,8	18,1
Удельный объем, см ³	85,9	85,9	85,7	85,6	85,4	84,9	84,8	84,7
Содержание сахара, %	35,8	35,8	35,8	35,8	35,8	35,9	35,9	35,9
Пористость, %	4,3	4,2	4,1	4,0	3,8	3,4	3,3	3,0

Наиболее высокую оценку по органолептическим показателям качества получил образец, содержащий 100 % амарантовой муки. Потенциальные потребители отмечали, что с увеличением содержания амарантовой муки образцы приобретают характерный аромат амаранта.

Влажность, пористость, удельный объем, содержание сахара контрольного и исследуемых образцов бисквитов оставались на сравнимом

уровне. Было выявлено, что с увеличением содержания амарантовой муки пористость бисквитных полуфабрикатов и их удельный объем снижаются, так как амарантовая мука относится к безглютеновому сырью, в связи с чем содержание глютена в бисквитах уменьшается.

Бисквитный полуфабрикат из амарантовой муки обладает диетическими свойствами за счёт повышенного содержания микро- и макронутриентов.

Библиографический список:

1. Киселев, В.М. Разработка рецептуры бисквитного полуфабриката повышенной пищевой ценности / В.М. Киселёв, Р.З. Григорьева, Н.Н. Зоркина // Техника и технология пищевых производств. – 2010. – № 4. – С. 14-20
2. Корякина, С.Я. Методы исследования хлебобулочных изделий / С.Я. Корякина, Н.А. Березина, Е.В. Хмелёва. – Орёл: ОрелГТУ, 2010 – 166 с.
3. Магомедов, Г.О. Бисквитный полуфабрикат на основе амарантовой муки / Г.О. Магомедов [и др.] / Матер. III Междунар. науч. – техн. конф. – Воронеж: ВГУИТ, 2013. – С.98-100.

СЕКЦИЯ 4. ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ И БИОТЕХНОЛОГИЯ

УДК. 579.695

ASPERGILLUS NIGER AM1 – МИКРООРГАНИЗМ, ПРИСПОСОБЛЕННЫЙ К ДЕФИЦИТУ ФОСФОРА

А.З. Миндубаев

старший научный сотрудник,
кандидат химических наук, доцент,
ИЭПТ КазНЦ РАН, г. Казань, e-mail: a.mindubaev@knc.ru;
mindubaev-az@yandex.ru.

Э.В. Бабынин

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

АННОТАЦИЯ: Проведено исследование филогенетического родства *A. niger* AM1 со способными к биодegradации штаммами *A. niger* и *A. fumigatus* из базы NCBI. Выяснилось, что его ближайшими родственниками оказались штаммы из Китая, извлекающие фосфаты из минералов.

Ключевые слова: Солюбилизация фосфата, ортофосфат кальция, филогенетическое дерево, *Aspergillus niger*.

ASPERGILLUS NIGER AM1 – A MICROORGANISM ADAPTED TO PHOSPHORUS DEFICIENCY

A.Z. Mindubaev

Ph.D. in Chemistry, S.R., associate professor of IPEAT Kazan Scientific
Center of Russian Academy of Sciences,
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

ABSTRACT. The phylogenetic relatedness of *A. niger* AM1 with biodegradable strains of *A. niger* and *A. fumigatus* from the NCBI database. It was found that strains from China that extract phosphates from minerals were its closest relatives.

Key words: Phosphate solubilisation, calcium orthophosphate, phylogenetic tree, *Aspergillus niger*.

Одним из важнейших методов обезвреживания промышленных стоков, территорий и акваторий, загрязненных разнообразными неприродными веществами, в том числе самыми токсичными, является биodeградация. Ее главное преимущество, по сравнению с существующими альтернативными методами обезвреживания, заключается в том, что при использовании биodeградации в окружающую среду не вносятся новые химические загрязнители.

В своих исследованиях [1-4] мы применили этот метод для обезвреживания соединений фосфора, ряд которых также относится к первому классу опасности.

Эволюционная история выделенного из технического белого фосфора штамма *Aspergillus niger* воспроизведена при помощи метода UPGMA. Для сравнения использовались представленные в базе штаммы *A. niger*, выделенные в разных странах мира. Результаты свидетельствуют, что в наибольшем родстве со штаммом AM1 состоят штаммы *A. niger* NJDL-12 и *A. niger* FP1 из Китая, которые способны к растворению фосфатных минералов [5]. Они имеют 64 % сходства по гену ITS (рис.1).

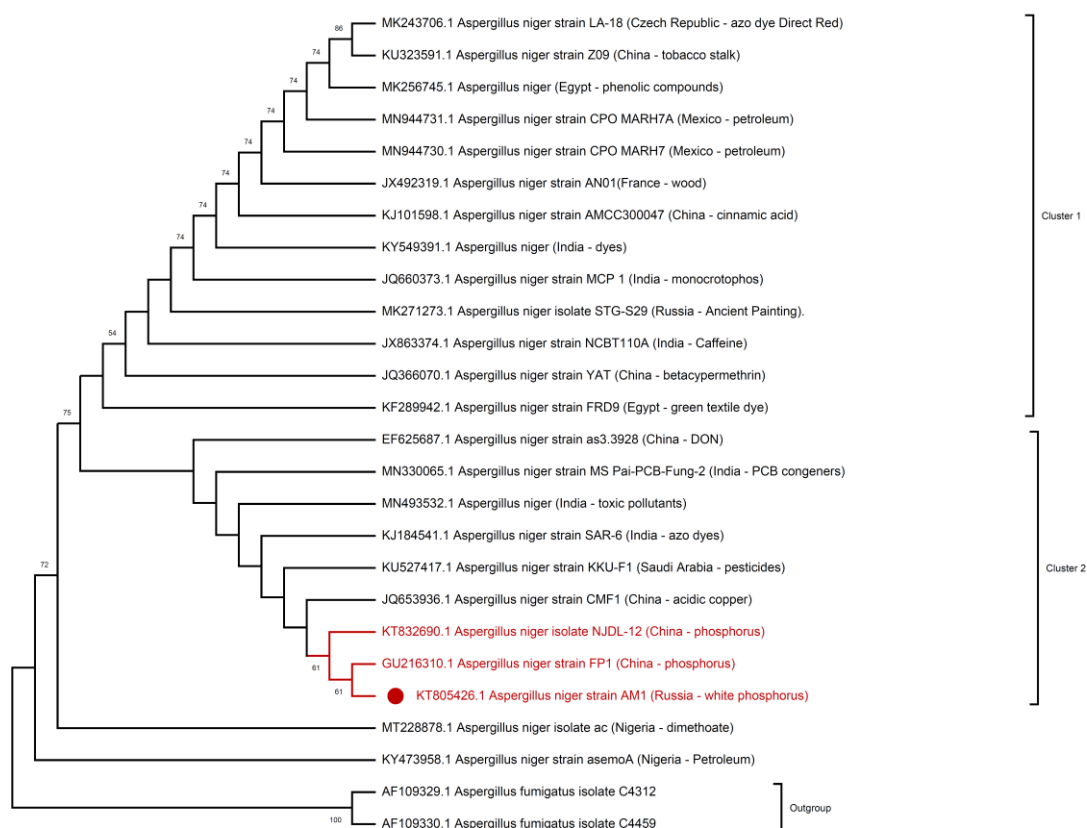


Рисунок1. Филогенетическое дерево *Aspergillus niger*.
Представлены штаммы из базы NCBI, способные к биodeградации

Внешние группы - штаммы других видов: *Aspergillus fumigatus* и *A. bombycis* (они выполняют роль контролей). Обосновано предположение, что штаммы из одного кластера могут быть сходны по характеристикам. Такие свойства черных аспергиллов, как патогенность или накопление микотоксинов, четко связаны с принадлежностью штамма к определенным кластерам. А оно имеет прямое отношение к практическому применению культур микроорганизмов. Чем больше мы знаем об этих плесневых грибах, тем лучше будем понимать результаты данного анализа.

Таким образом, можно предполагать, что штамм AM1 относится к кластеру, эволюционно возникшему на территории Китая и специализировавшемуся на биодеструкции фосфорных соединений. Возможно, белый фосфор, из которого он выделен, был доставлен в нашу страну из Китая – крупнейшего производителя этого сырья – и штамм завезен вместе с ним.

Для того, чтобы подтвердить родство с известными солубилизаторами фосфатов, мы исследовали способность *Aspergillus niger* AM1 метаболизировать ортофосфат кальция – наиболее распространенную форму фосфора в природе, но при этом малодоступную для живых организмов. Оказалось, что штамм потребляет нерастворимый фосфат так же легко, как растворимые фосфаты, входящие в состав культуральных сред. То есть, действительно является солубилизатором фосфата, как следует из теоретических результатов анализа базы NCBI. Возможно, именно эволюционная адаптация к нехватке доступного фосфора стала причиной способности микроорганизма потреблять целый ряд биологически недоступных форм данного элемента.

Можно предполагать, что исследуемый аспергилл является специализированным организмом, эволюционно приспособленным к существованию в условиях дефицита биодоступного фосфора. Этим объясняется его способность перерабатывать труднодоступные источники фосфора, включая даже элементный фосфор.

Библиографический список:

1. Миндубаев А.З., Федосимова С.В., Григорьева Т.В., Романова В.А., Бабаев В.М., Бузюрова Д.Н., Бабынин Э.В., Бадеева Е.К., Минзанова С.Т., Миронова Л.Г., Акосах Й.А., Караева Ю.В. Влияние белого фосфора на клеточную морфологию и белковый профиль штаммов гриба *Aspergillus niger* // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2021. Т.11. №1. С.69-79. DOI: 10.21285/2227-2925-2021-11-1-69-79
2. Миндубаев А.З., Бабынин Э.В., Бадеева Е.К. Влияние характера раствора на токсичность белого фосфора для *Aspergillus niger* // Материалы V Всероссийской научно-практической конференции с международным

участием «Актуальные проблемы химии, биотехнологии и сферы услуг». – Иркутск, 21-23 апреля 2021 г. С. 111-114.

3. Mindubaev A.Z., Babynin E.V., Bedeeva E.K., Minzanova S.T., Mironova L.G., Akosah Y.A. Biological Degradation of Yellow (White) Phosphorus, a Compound of First Class Hazard. Russian Journal of Inorganic Chemistry. 2021. Vol.66. No.8. P. 1239-1244. DOI: 10.1134/S0036023621080155

4. Mindubaev A., Babynin E., Minzanova S., Badeeva E., Akosah Y. White phosphorus genotoxicity // Bio web of conference. 2021. Vol.31. No.00018. P.1-3. DOI: 10.1051/bioconf/20213100018

5. Li Zh., Bai T., Dai L., Wang F., Tao J., Meng Sh., Hu Y., Wang Sh., Hu Sh. A study of organic acid production in contrasts between two phosphate solubilizing fungi: *Penicillium oxalicum* and *Aspergillus niger* // Sci.Rep. 2016. Vol.6. No.25313. P.1-8. DOI: 10.1038/srep25313

УДК 54.052

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КОСТРЫ ЛЬНА И ПРОДУКТА ЕЁ ЩЕЛОЧНОЙ ОБРАБОТКИ

А.Н. Кортусов

Ведущий инженер

Институт проблем химико-энергетических технологий
Сибирского отделения Российской академии наук (ИПХЭТ СО РАН)

659322, г. Бийск, ул. Социалистическая, 1

e-mail: akortusov@mail.ru

В.Н. Золотухин

К.т.н., с.н.с.

Институт проблем химико-энергетических технологий
Сибирского отделения Российской академии наук (ИПХЭТ СО РАН)

659322, г. Бийск, ул. Социалистическая, 1

e-mail: ipcet@mail.ru

АННОТАЦИЯ: Определены химический состав костры льна-долгунца и продукта её щелочной обработки. Установлено, что из костры льна с содержанием целлюлозы 42,3 % методом щелочной обработки с выходом 47 % получен продукт, который характеризуется содержанием целлюлозы 58,9 % и лигнина 37,6 %. Данный продукт позиционируется в качестве перспективного субстрата.

Ключевые слова: лен-долгунец, костра льна, щелочная обработка, целлюлоза.

CHEMICAL COMPOSITION OF FLAX SHIVES AND THE PRODUCT OF ITS ALKALINE PROCESSING

A.N. Kortusov

Lead Engineer

Institute for Problems of Chemical and Energetic Technologies
Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (IPCET SB RAS)

659322, Biysk, st. Socialisticheskaya, 1

e-mail: akortusov@mail.ru

V.N. Zolotuhin

Ph.D. senior researcher

Institute for Problems of Chemical and Energetic Technologies
Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (IPCET SB RAS)

659322, Biysk, st. Socialisticheskaya, 1

e-mail: ipcet@mail.ru

ABSTRACT: The chemical composition of fiber flax shives and the product of its alkaline processing have been determined. It was established that from the flax shives with a cellulose content of 42.3%, a product was obtained by alkaline treatment with a yield of 47%, which is characterized by a cellulose content of 58.9% and lignin of 37.6%. This product is positioned as a promising substrate.

Keywords: fiber flax, flax shives, alkali treatment, cellulose.

Лен является широко распространенной в мире культурой и представлен четырьмя морфотипами, самый ценный из которых лен-долгунец [1]. Льняная костра является основным побочным продуктом при отделении волокна от льна-долгунца: на каждую тонну полученного волокна приходится 2,5 тонны костры. К сожалению, костра льна, которая может служить ценным источником сырья для превращения в функциональные продукты, как правило, ограничивается использованием для получения тепловой энергии путем сжигания, в качестве подстилки для животных или при производстве ДСП [2]. Современным достижением использования костры льна для ценных продуктов является получение ванилина и пульпы в технологии каталитического окисления [3].

Целью исследования является определение химического состава костры льна-долгунца и продукта её щелочной обработки (ПЩО).

Костра льна предоставлена АО «Бийская Льняная Компания» (Бийск, Россия). Костра льна представляет собой сухую растительную полидисперсную массу, состоящую из частиц длиной до 30 мм, толщиной до 5 мм, с небольшими включениями волокнистой части льна.

Процесс получения ПЩО включает в себя обработку навески сырья сначала 1 % раствором азотной кислоты для предварительного гидролиза и промывку водой до нейтральной реакции, после чего обработку 4 % раствором гидроксида натрия и последующую серию промывок до

нейтральной реакции. Процесс проводили при атмосферном давлении. Выход ПЩО составил 47 % в пересчете на массу сырья.

Внешний вид костры льна и ПЩО представлена на рисунке 1.



Рисунок 1. Образцы исходной костры льна (а) и ПЩО (б)

Исследование химического состава образцов костры льна и ПЩО проводилось на следующие показатели: влажность, зольность, массовые доли (м.д.) кислотонерастворимого лигнина, целлюлозы по Кюршнеру, пентозанов, экстрактивных веществ (жировосковой фракции) по стандартным методикам [4]. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Сравнение полученных результатов химического состава образца костры льна с литературными данными свидетельствуют об их сопоставимости [3, 5-9].

Таблица 1

Химический состав костры льна и ПЩО

Показатели	Результаты анализов, %	
	Костра льна	ПЩО
М.д. целлюлозы по Кюршнеру*	42,3	58,9
М.д. кислотонерастворимого лигнина*	26,4	37,6
М.д. пентозанов*	18,5	2,6
Зольность*	2,8	0,7
М.д. жировосковой фракции*	1,7	1,4
Влажность	9,3	6,3

* в пересчете на сухое вещество

Из приведенных в табл. 1 данных видно, что полученный продукт по сравнению с сырьем отличается более высоким содержанием целлюлозы (на 39 %) и лигнина (на 42 %), чуть меньшим содержанием жировосковой фракции (на 18 %), значительным уменьшением (в 4 раза) зольности и практически полным удалением (на 86 %) пентозанов.

В результате проведенного исследования установлено, что из костры льна-долгунца с содержанием целлюлозы 42,3% методом щелочной обработки с выходом 47 % получен продукт, который характеризуется содержанием целлюлозы 58,9 % и лигнина 37,6 %. В отличие от результатов работы [3], данный ПЩО позиционируется в качестве перспективного субстрата для биотехнологической трансформации.

Работа выполнена в рамках госзадания ИПХЭТ СО РАН «Фундаментальные основы создания интегрированной технологии переработки легковозобновляемого непищевого растительного сырья в востребованные экономикой РФ продукты» (номер государственного учета 121061500030-3) при использовании оборудования Бийского регионального центра коллективного пользования СО РАН (ИПХЭТ СО РАН, г. Бийск).

Библиографический список:

1. Duk M., Kanapin A., Rozhmina T., Bankin M., Surkova S., Samsonova A., Samsonova M. The Genetic Landscape of Fiber Flax // Front. Plant Sci. 2021. 12:764612. DOI: 10.3389/fpls.2021.764612.

2. Гисматулина Ю.А. Лен и его переработка: 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 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. 129-134. DOI: 10.25699/tohbipp.2021.70.26.001.

3. Tarabanko V.E., Vigul D.O., Kaygorodov K.L., Kosivtsov Y., Tarabanko N., Chelbina Yu.V. Influence of mass transfer and acid prehydrolysis on the process of flax shives catalytic oxidation into vanillin and pulp // Biomass Conversion and Biorefinery. 2022. DOI: 10.1007/s13399-022-02366-8.

4. Оболенская А. В. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы / А. В. Оболенская, З. П. Ельницкая, А. А. Леонович. – М.: Экология, 1991. 320 с.

5. Каретникова Н.В., Чендылова Л.В., Пен Р.З. Делигнификация льняной костры // Химия растительного сырья. 2018. №1. С. 155–162;

6. Якутина Н. В. Адаптивное воздействие на организм льняных тканей: монография / Н.В. Якутина. Москва: РИОР: ИНФРА-М, 2017. 122 с;

7. Капитанов А. Ф. КОСТРА // Большая российская энциклопедия. Электронная версия (2016); https://bigenc.ru/technology_and_technique/text/2102795.

8. Будаева В.В., Гисматулина Ю.А., Золотухин В.Н., Роговой М.С., Мельников А.В. Физико-химические свойства целлюлозы из соломы льна-межеумка // Ползуновский вестник. – 2013 – № 3. – С. 168-173.

9. Макаров И.С., Голова Л.К., Виноградов М.И., Егоров Ю.А., Куличихин В.Г., Михайлов Ю.М. Новое гидратцеллюлозное волокно из льняной целлюлозы // Российский химический журнал. – 2020. – Т. 64, № 1. – С. 13-21.

УДК 544.723.2 : 546.766

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ХРОМА ИЗ ОТРАБОТАННЫХ АГРЕССИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАСТВОРОВ

А.В. Драгунский

соискатель

Иркутский национальный исследовательский

технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: vol-sok@yandex.ru

АННОТАЦИЯ: Для решение задачи извлечения ионов хрома (VI) из концентрированных хромсодержащих сточных вод предлагается объединить в одном устройстве сорбционный и электрохимический метод. Применение объединённого сорбционно-электрохимического метода, может обеспечить полное извлечение ионов хрома (VI) с наименьшими энергетическими и экономическими затратами. Метод позволяет непрерывно проводить процесс извлечения ионов хрома (VI) без дорогостоящих химических реагентов с повторным использованием очищенных растворов и извлекаемого хрома в гальваническом производстве, что повышает положительный экономический эффект и защищает окружающую среду от негативного влияния шестивалентного хрома.

Ключевые слова: Ионы хрома (VI), извлечение, агрессивные сточные воды.

TECHNOLOGY OF EXTRACTION OF CHROMIUM FROM SPENT AGGRESSIVE TECHNOLOGICAL SOLUTIONS

A.V. Dragunsky

Applicant

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: vol-sok@yandex.ru

ABSTRACT: To solve the problem of extracting chromium (VI) ions from concentrated chromium-containing wastewater, it is proposed to combine the sorption and electrochemical method in one device. The use of a combined sorption-electrochemical method can ensure the complete extraction of chromium (VI) ions with the lowest energy and economic costs. The method allows you to continuously carry out the process. extraction of chromium (VI) ions without expensive chemical reagents with the repeated use of purified solutions and extracted chromium in galvanic production, which increases the positive economic effect and protects the environment from the negative effects of hexavalent chromium.

Keywords: Chromium (VI) ions, extraction, aggressive wastewater.

В гальваническом производстве отработанные хромсодержащие растворы образуются при травлении, пассивировании, электрополировании, а также при гальваническом покрытии металлов. Отработанные высококонцентрированные технологические растворы, содержащие ионы шестивалентного хрома, относятся к первому классу опасности и представляют серьезную угрозу для окружающей среды и здоровья человека. Отдельно взятые физико-химические, биологические методы очистки в основном используются для низко концентрированных хромсодержащих растворов не превышающие концентрацию ионов шестивалентного хрома 2 г/л [1-5]. Отработанные концентрированные хромсодержащие сточные воды обладают высокой коррозионной активностью и окислительной агрессивностью, что является проблемой при их очистке. Для их нейтрализации в основном используют в большом количестве химические реагенты. Продуктом химической нейтрализации стоков являются высокотоксичные шламы, которые далее отправляются на длительное время в шламохранилища, отравляя окружающую среду [6]. В связи с этим разработка и внедрение инновационного технологического процесса извлечения ионов хрома (VI) из концентрированных хромсодержащих сточных вод, является актуальной задачей. Для решение поставленной задачи предлагается объединить в одном устройстве сорбционный и электрохимический метод. Применение объединённого сорбционно-электрохимического метода, может обеспечить полное извлечение ионов хрома (VI) с наименьшими энергетическими и экономическими затратами. Метод позволяет непрерывно проводить процесс извлечения ионов хрома (VI) без дорогостоящих химических реагентов с повторным использованием очищенных растворов и извлекаемого хрома в гальваническом производстве, что повышает положительный экономический эффект и защищает окружающую среду от негативного влияния шестивалентного хрома.

На рисунке 1 представлена технологическая схема данного технологического процесса.

В состав системы очистки входит:

- узел электрохимического извлечения ионов хрома (VI) из высококонцентрированных агрессивных растворов, состоящий из проточных электролизеров, выпрямителей;
- узел сорбционного доизвлечения ионов хрома (VI), состоящий из адсорберов с псевдоожиженным слоем сорбента.

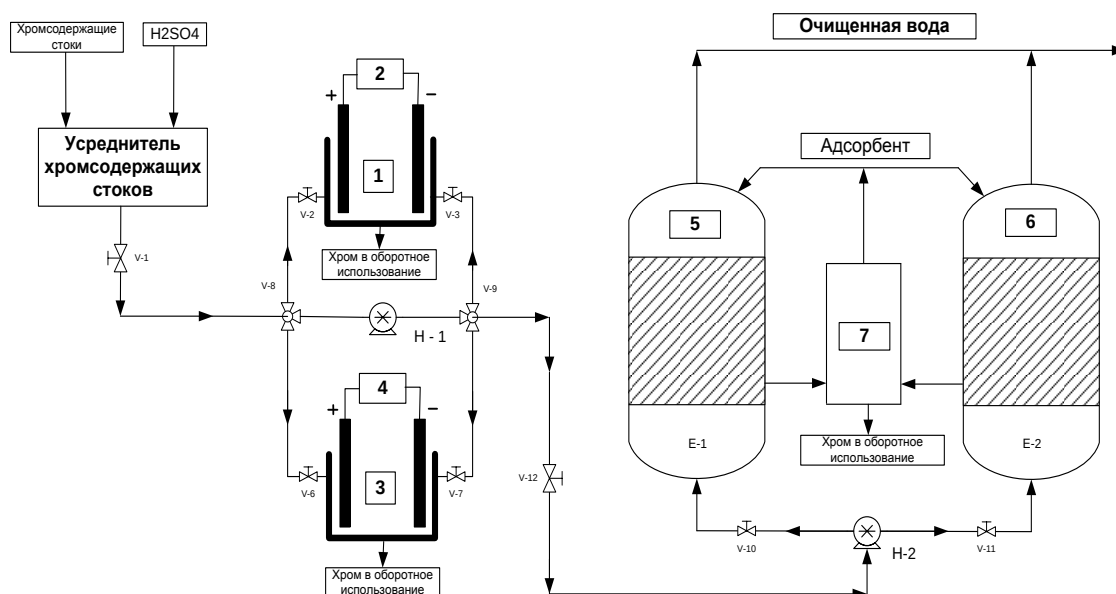


Рисунок 1. Технологическая схема очистки хромосодержащих стоков:

- 1,3 – электролизеры с объемно-пористыми электродами;
 2,4 – выпрямители; 5,6 – адсорберы с псевдоожиженным слоем,
 7 – отстойник

Отработанные хромосодержащие сточные воды поступающие на очистные сооружения предприятия состоят, как правило, из разбавленных и концентрированных растворов. Концентрированные сбросные растворы – это отработанные электролиты хромирования с концентрацией ионов хрома (VI) 150 – 250 г/л, к разбавленным относятся сточные воды низкой концентрацией шестивалентного хрома (до 100 мг/л), образованные при промывке готовых изделий. В сборнике-усреднителе концентрированные сточные воды смешиваются с разбавленными до содержания ионов хрома (VI) в растворе 60 г/л, при определенном дозировании серной кислоты устанавливается $pH = 1-1,3$. Гомогенизированный по составу хромосодержащий раствор по трубопроводу поступают на узел электрохимического извлечения ионов хрома (VI). Извлечение ионов шестивалентного хрома, происходит в проточном электролизере за счет

осаждения на углеродно-пористом катоде. Раствор, очищенный до концентрации ионов хрома (VI) 7 мг/л перекачивается на узел сорбционного извлечения, до ПДК водных объектах рыбохозяйственного значения 0,02 мг/л и ниже. Процесс непрерывной сорбционной очистки хромсодержащих растворов осуществляется путем попеременного переключения адсорбционных аппаратов с псевдооживленным слоем заполненный адсорбентом.

В таблице 1 представлены значения количественных характеристик электрохимического извлечения ионов хрома (VI).

Таблица 1

Количественные характеристики извлечения ионов хрома (VI)

Масса извлеченного хрома (VI) согласно закону Фарадея $m_{\text{тео}}$, г	Масса осажденного хрома (VI) определенным взвешиванием, $m_{\text{пр}}$, г	Выход хрома по току согласно закону Фарадея η_1 , %	Выход по току в процессе осаждения, η_2 , %	Удельный расход электроэнергии и W , Вт·ч/г
0,72	5,69	12	94,8	1,61

Выход по току 94,8 % на высокоразвитой поверхности насыпного катода на много превышает расчетный выход по току. Рост выхода по току обусловлено несколькими причинами:

1. Проведение процесса проводится при плотности тока 54,5 мкА/м², что сводит к минимуму энергетические затраты на выделение газообразного водорода.

2. совместное протекание электрохимического и сорбционного процесса на поверхности насыпного пористого катода.

3. Высокая селективность электрохимической реакции за счет равномерным распределением потенциала и тока внутри электрода.

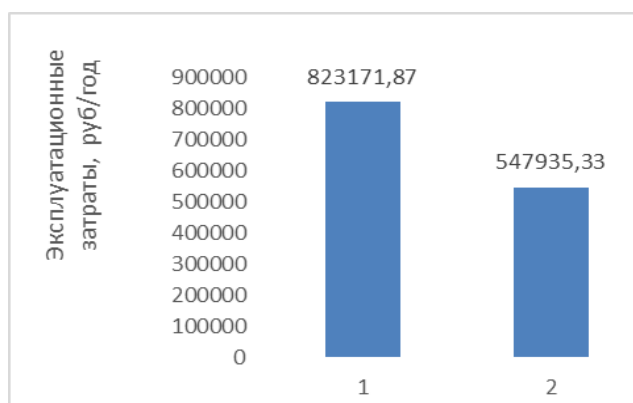


Рисунок 2. Эксплуатационные затраты: 1-реагентного метода; 2-сорбционно-электрохимического метода.

На рисунках 2 и 3 представлены сравнительные характеристики технико-экономических показателей при извлечении ионов шестивалентного хрома из загрязнённых сточных вод.

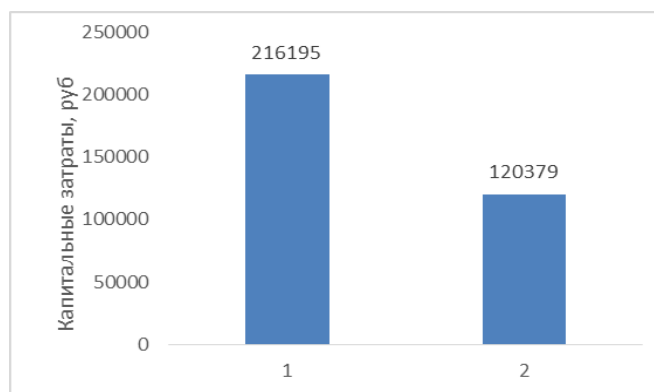


Рисунок 3. Капитальные затраты: 1-реагентного метода; 2-сорбционно-электрохимического метода

При сравнении технико-экономических показателей видно, что сорбционно-электрохимический метод обладает наименьшими капитальными и эксплуатационными затратами. Стоимость сорбционно-электрохимической технологии значительно меньше реагентной технологии, а эффективность извлечения ионов шестивалентного хрома на много выше. Сорбционно-электрохимической технология может реализоваться без привлечения значительных капитальных затрат при этом существенно снижаются опасные загрязнения ионами шестивалентного хрома и плата за негативное воздействие на окружающую среду.

Библиографический список:

1. Elham Aserman-Bashiz, Abbas Rezaee, Gholamreza Moussavi. Effective removal of hexavalent chromium using microbial cellulose/polyaniline cathode and nanosized FeS₂ in the form of an integrated electrochemical system // Journal of Water Process Engineering. Volume 44, December 2021, 102-113
2. Caiwen He, Zhixiang Xu, Gen Fu, Bin Huang, Xuejun Pan, Lipeng Gu, Fengxia Han. Cleaning chromium pollution in aquatic environments by bioremediation, photocatalytic remediation, electrochemical remediation and coupled remediation systems//Environmental Chemistry Letters. 18(1), January 2020
3. Vinay Kumar, Dwivedi S.K. A review on accessible techniques for removal of hexavalent Chromium and divalent Nickel from industrial wastewater: Recent research and future outlook// Journal of Cleaner Production. 295(8), February 2021,126-129
4. Bryan Butter, Guadalupe del Carmen Pizarro, Diego P. Oyarzun, Julio

Sanches, Paola Santander, Federico Tasca. Electrochemical reduction of Cr(VI) in the presence of sodium alginate and its application in water purification// Journal of Environmental Sciences. 101, September 2020, 304-312

5. Xiangtao Yu, Yue Hou, Xiangyu Ren. Research progress on the removal, recovery and direct high-value materialization of valuable metal elements in electroplating/electroless plating waste solution// Journal of Water Process Engineering. 46(46), January 2022, 102-107

6. Фазлутдинов К.К., Марков В.Ф., Маскаева Л.Н. Утилизация хромсодержащих стоков. Структура и состав осадков при восстановлении хрома(VI) железной стружкой в серноокислых растворах // Бутлеровские сообщения. 2014. Т. 37. N 2.С. 10–17.

УДК 543.062

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЫБРОСОВ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ ОБСТАНОВКУ

Д.А. Кузнецов

Бакалавр гр. ЭСб-19-2

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074. Г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

О.В. Кузнецова

К.х.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074. Г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: olvku20@mail.ru

АННОТАЦИЯ: Энергетика, транспорт и промышленность, сопровождающиеся процессами горения, являются главными источниками антропогенного загрязнения окружающей среды. Большую опасность для здоровья имеют взвешенные частицы, которые могут содержать соединения различных металлов. Исследованы атмосферные аэрозоли, отобранные в черте города Иркутска, установлены уровни содержания соединений марганца, цинка, железа и свинца.

Ключевые слова: атмосферные аэрозоли, металлы, продукты сжигания, загрязнение атмосферы.

IMPACT STUDY OF HEAT ENERGY EMISSIONS ON THE ENVIRONMENT

D.A. Kuznetsov

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

O.V. Kuznetsova
Assistant professor
Irkutsk National Research Technical University
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83
e-mail: olvlku20@mail.ru

ABSTRACT: Energy, transport and industry accompanied by combustion processes are the main sources of anthropogenic environmental pollution. Particulate matters that may contain compounds of various metals are a major health hazard. Atmospheric aerosols selected within the city limits of Irkutsk were studied, and the levels of manganese, zinc, iron and lead compounds were determined.

Keywords: atmospheric aerosols, metals, combustion products, atmospheric pollution.

В начале XX века в промышленности использовалось 19 химических элементов, к середине XX века – уже около 50, а к 70-м годам – практически все элементы Периодической системы. Это сказалось на составе промышленных выбросов и привело к качественно новому загрязнению атмосферы, в частности аэрозолями тяжелых металлов. Наибольший вклад в загрязнение воздуха вносят теплоэнергетика, предприятия черной и цветной металлургии, мусоросжигательные печи, бытовые отопители [1]. Постоянный рост теплоэнергопотребления современным обществом привел к тому, что проблема взаимодействия теплоэнергетики и окружающей среды требует постоянного контроля в целях уменьшения отрицательного влияния на экологическую обстановку.

Продукты сжигания нефти и угля составляют ~ 50% аэрозольных частиц зимой, летом их вклад в 20-50 раз ниже. Среднее содержание частиц зол уноса в атмосфере городов составляет 0,99-1,73 мкг/м³ [2]. При сжигании нефтепродуктов в воздушный бассейн поступают соединения V, основным источником которых являются тепловые электростанции [3]. Золы уноса углей содержат NaCl, MgCl₂ и различные соединения Be, B, P, S, Ca, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, As, Ba, Ce, Hg, Pb [2]. Установлено, что в различных типах угля до 95% Cr находится в виде Cr₂O₃, в золах уноса Cr представлен алюмосиликатной фазой, Fe – в виде α-Fe₂O₃ [4].

Проведенные исследования показали, что атмосферные аэрозоли, отобранные в черте города Иркутска, содержат соединения Cr, Mn, Fe, Zn, Pb. При сравнении с нормативными документами было установлено, что содержание соединений цинка не превышает ПДК, содержание соединений железа и марганца находится на уровне ПДК, а содержание соединений свинца и хрома превышает ПДК более чем в десять раз.

Библиографический список:

1. Коржова Е.Н., Кузнецова О.В., Смагунова А.Н., Ставицкая М.В. Определение неорганических загрязнителей в аэрозолях воздуха // Журн. аналит. химии. 2011. Т. 66, № 3. С. 228-246.
2. Vijayan V., Behera S.N., Ramamurthy V.S. et.al. Elemental composition of fly ash from a coal-fired thermal power plant: a study using PIXE and EDXRF // X-ray Spectrom. 1997. V. 26, № 2. P. 65-68.
3. Безуглая Э.Ю. Мониторинг состояния загрязнения атмосферы в городах. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 200 с.
4. Osan J., Török B., Török Sz. et.al. Study of chemical state of toxic metals during the life cycle of fly ash using X-ray absorption near-edge structure // X-ray Spectrom. 1997. V. 26, № 1. P. 37-44.

УДК 544.723.5

**АДСОРБЦИЯ ИОНОВ CU (II), CO (II) И NI (II)
ГЕЙЛАНДИТОМ, МОДИФИЦИРОВАННЫМ
КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИМ АППРЕТОМ**

А.Д. Чугунов

Аспирант гр. аФХ-20-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: chugunovsasha1996@yandex.ru

Ю.Н. Пожидаев

Д.х.н., профессор

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: pozhid@istu.edu

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: Данная работа посвящена сорбции ионов тяжелых металлов из водных раствором природным гейландитом, модифицированным 1-(3-триэтоксисилилпропил)тиосемикарбазидом. Модификация позволила увеличить адсорбционную емкость цеолита по ионам меди, никеля и кобальта.

Ключевые слова: Природный гейландит, 1-(3-триэтоксисилилпропил)-тиосемикарбазид, ионы тяжелых металлов, водоочистка.

ADSORPTION OF HEAVY METALS BY GAYLANDITE MODIFIED WITH SILICON POLYMER

A.D. Chugunov

graduate student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: chugunovsasha1996@yandex.ru

Yu.N. Pozhidaev

professor

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: pozhid@istu.edu

R.A. Nikolaenko

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: rodyaniko@gmail.com

ABSTRACT: This work is devoted to the sorption of heavy metal ions from aqueous solutions of natural heulandite modified with 1-(3-triethoxysilylpropyl)-thiosemicarbazide. The modification made it possible to increase the adsorption capacity of the heulandite for copper, nickel, and cobalt ions.

Keywords: Natural heulandite, 1-(3-triethoxysilylpropyl)-thiosemicarbazide, heavy metal ions, water treatment.

В России, как быстроразвивающейся стране, обладающей уникальными природно-географическими и водными системами, вопрос экологической безопасности водных объектов встает весьма остро. Так, в работе [1] проанализировано загрязнение воды тяжелыми металлами в Заливе Петра Великого в Японском море в 2015-2016 гг. Установлено, что на северо-восточном побережье залива концентрации Mn, Fe, Cu, Ni, Hg, As, Pb, Cd и нефтепродуктов превышают соответствующие показатели ПДК. Было установлено, что речной сток является основным источником поступления загрязняющих веществ в воды залива. Исследование, посвященное изучению качества систем центрального и индивидуального водоснабжения в Свердловской области, показало содержание ионов свинца и кадмия в большинстве образцов выше допустимых норм [2]. Данный факт связан, главным образом, с несоответствием

эксплуатируемых водопроводных труб санитарно-гигиеническим требованиям. Загрязнение вод ТМ может быть вызвано проникновением стоков многочисленных промышленных предприятий. В исследовании [3] изучалось содержание ТМ в тканях двустворчатых моллюсков нескольких семейств из четырех природных озер, расположенных на восточном склоне Сихотэ-Алиня Приморского края, а также в дельте реки Меконг во Вьетнаме. Установлено, что концентрации ТМ в изученных двустворчатых моллюсках, обитающих в незагрязненных водоемах, специфичны для каждой семьи и не зависят от географического положения озер. В работе [4] представлены результаты исследования содержания кобальта и кадмия в сточных водах, почве и надземной части лекарственных и кормовых растений на полях орошения сточными водами, расположенных в санитарно-защитной зоне Оренбургского газоперерабатывающего завода. Было определено, что изучаемые виды растений способны накапливать в надземной части кадмий и кобальт.

В исследовании [5] проведен сравнительный анализ состава и качества воды и донных отложений на предмет загрязнения ТМ в рамках комплексного экотоксикологического мониторинга нескольких пресноводных рыбохозяйственных озерных водоемов Южного Урала: оз. Чебаркуль и пруда на Безымянной балке в 2016 г. Результаты показали превышение соответствующих ПДК по F, Cu, Sr, Zn. Результаты исследования [6] кислых (рН 2,9-3,4) шахтных вод, впадающих в р. Чусовая Пермского края, показали, что они загрязнены Al, Fe, Mn, Zn, Ni, Pb, Cd, Li, находящиеся как в форме свободных ионов, так и в виде сульфатных комплексов. 6 апреля 2020 г. утверждён План мероприятий по рекультивации отработанных угольных месторождений в рамках федерального проекта «Чистая страна» национального проекта «Экология». По заявлению Министерства природных ресурсов лесного хозяйства и экологии Пермского края, в Государственный реестр объектов накопленного вреда окружающей среде внесено 13 объектов угольного бассейна.

Работа по изучению вод Азовского моря с 1986 по 2014 гг. [7] показала превышение ПДК за последние пять лет исследования таких ТМ, как Pb (до 19,91 мкг/л), Cd (до 2,19 мкг/л), Cu (до 23,6 мкг/л), Zn (до 80 мкг/л) и Hg (до 0,26 мкг/л), за счет роста сельского хозяйства региона.

В работе [8] был проведённый анализ сточных вод гальванического цеха крупного приборостроительного предприятия в г. Энгельсе Саратовской области. Даже после химической нейтрализации серной кислотой и бисульфитом отходов цеха, предприятие сталкивается с проблемой превышения норм сброса в городской коллектор по ТМ хромсодержащих стоков и нефтепродуктов.

В исследовании глубоководных и шельфовых районов прибрежной полосы Крымского полуострова [9] было зафиксировано превышения ПДК для рыбохозяйства железа и марганца; в то время, как в донных отложениях зафиксированы более высокие концентрации меди, свинца, кадмия, цинка, никеля и мышьяка, а также хрома, ртути, железа и марганца, что может быть связано как с антропогенным, так и с природно-тектоническим действием.

В качестве объекта исследования использовали природный цеолит Холинского месторождения (Россия) – гейландит кальция $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_7\text{O}_{18}] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, содержащий 25–30 мас. % примесной породы, калиевого шпата KAlSi_3O_8 .

Природные цеолиты нуждаются в модификации поверхности соединениями, содержащими ионообменные или комплексообразующие функциональные группы, например, азот- или серосодержащими, являющимися мягкими основаниями.

В качестве модификатора использовали 1-(3-триэтоксисилилпропил)-тиосемикарбазида, продукт конденсации тиосемикарбазида и 1-(3-аминопропил)триэтоксисилана.

Иммобилизация модификатора на поверхности цеолита осуществлялась в гексановой среде при перемешивании в течении 1 часа при 50 °С.

Модифицированный адсорбент был охарактеризовали методом адсорбции/десорбции азота, рентгеновской дифракции, термогравиметрическим анализом, дифференциальной сканирующей калориметрией, ИК- и ЯМР спектроскопией ^1H , ^{13}C . Морфологию сорбентов определяли методом сканирующей электронной микроскопии, а элементный анализ поверхности – с помощью рентгеновского энергодисперсионного анализа.

Изучение адсорбционных характеристик модифицированных цеолитов осуществляли с использованием водных модельных растворов CuSO_4 , CoCl_2 , и NiSO_4 , концентрация которых варьировалась от 5 до 100 мг/л. Равновесную концентрацию ионов металлов для каждого раствора измеряли спектрофотометрическим методом.

Изучение адсорбционных свойств цеолитов по отношению ионам Cu (II), Co (II) и Ni (II) проводили в статических условиях. Для построения изотерм адсорбции в работе использовали метод переменных концентраций ионов металлов. Изотермы адсорбции для ионов Cu (II), Co (II) and Ni (II) соответствуют мономолекулярной адсорбции, описываемой уравнениями Фрейндлиха и Ленгмюра.

Значения адсорбционных емкостей цеолита для ионов Cu(II) , Co(II) и Ni(II) до модификации составили 0,08 ммоль/г (4,8 мг/г), 0,05 ммоль/г (5,6 мг/г) и 0,10 ммоль/г (5,9 мг/г); а после модификации 0,46 ммоль/г (29,5

мг/г), 0,42 ммоль/г (24,9 мг/г) и 0,28 ммоль/г (16,6 мг/г). Адсорбция ионов происходит за счет образования координационной связи между ионами тяжелых металлов и атомами азота и серы тиосемикарбазидного фрагмента модификатора.

Таким образом, модификация цеолита исследуемым кремнийорганическим соединением приводит к существенному повышению сорбционной активности цеолита по отношению к ионам никеля, меди и кобальта, что может найти применение в очистке сточных вод промышленных предприятий.

Библиографический список:

1. Petukhov V. I. Petrova E. A. Losev O. V. Water Pollution by Heavy Metals and Oil Products in Uglovoi Bay in February 2010–2016 // Water Resources. 2019. DOI: 10.1134/S0097807818050160
2. Assessment of the Sverdlovsk Oblast Drinking Water Pollution with Heavy Metal // Water sector of Russia: problems, technologies, management. 2020. DOI: 10.35567/1999-4508-2020-1-8
3. Bogatov V. V. Prozorova L. A. Chernova E. N. Lysenko E. V. Ngo Q. Tran T. Hoang S. Bioaccumulation of Heavy Metals in Soft Tissues of Bivalve Mollusks from Natural Lakes in Eastern Sikhote Alin (Russia) and the Mekong Delta (Vietnam) // Doklady Earth Sciences. 2019. DOI: 10.1134/S1028334X19010094
4. Немерешина О.Н., Петрова Г.В., Филиппова А.В. Содержание кобальта и кадмия в тканях растений техногенной зоны // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 4 (52). С. 80-87. DOI 10.18286/1816-4501-2020-4-80-87
5. Грибоевский Ю.Г., Нохрин Д.Ю., Давыдова Н.А., Колесник Е.А. Содержание тяжелых металлов в воде и донных отложениях пресноводных водоемов челябинской области // Аграрный вестник Урала. 2018. № 9 (176). С. 26-32.
6. Фетисофа Н.Ф. Исследование форм миграции металлов в реках, подверженных влиянию шахтных вод Кизеловского угольного бассейна // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2021. Т. 332. № 1. С. 141-152.
7. Буфетова М.В. Загрязнение вод Азовского моря тяжелыми металлами // Юг России: экология, развитие. 2015. Т.10, № 3. С.112-120. DOI: 10.18470/1992-1098-2015-3-112-120
8. Чиркова В.С., Собгайда Н.А., Алферов И.Н., Рзазаде Ф.О. Очистка сточных вод гальванического цеха (на примере ООО ЭПО «Сигнал» г. Энгельс) // Вестник Оренбургского государственного университета. 2015. № 10 (185). С. 460-463.

9. Барабашин Т.О., Кораблина И.В., Павленко Л.Ф., Скрыпник Г.В., Богачев А.Н., Белоусов В.Н. Содержание токсикантов в глубоководном и прибрежных районах Чёрного моря у Крымского полуострова в весенне-осенний период 2019 года // Труды ВНИРО. 2020. Т. 181. С. 187-205. DOI: 10.36038/2307-3497-2020-181-187-205.

УДК663.44

ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ ОСТАТОЧНЫХ ПИВНЫХ ДРОЖЖЕЙ

А.Е. Петухов

Магистрант гр. БПм-20-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: alev0307@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: Рассмотрен состав остаточных пивных дрожжей, проведен анализ проблемы их утилизации, перечислены возможные направления переработки дрожжей. Наиболее перспективными являются методы утилизации дрожжей совместно с пивной дробинкой. Установлено, что перед утилизацией остаточных дрожжей, необходимо проводить рекуперацию, и пиво, полученное в процессе рекуперации, возвращать в производство для уменьшения потерь экстракта.

Ключевые слова: пивоварение; пивные дрожжи; отходы пивоваренного производства; рекуперация; пивная дробина.

PROBLEMS OF DISPOSAL OF RESIDUAL BREWER'S YEAST

A.E. Petukhov

Master student

Irkutsk National Research

Technical University

664074, Irkutsk, Lermontov St., 83

e-mail: alev0307@mail.ru

E.A. Privalova

PhD of Chemistry, Associated Professor

ABSTRACT: The composition of residual brewer's yeast is considered, the problem of their disposal is analyzed. The possible ways of yeast processing are listed. Utilization of yeast together with brewer's grains is believed to be the most promising. Beer recovery from residual yeast before the disposal permits to obtain an additional portion of product and return the extract to reduce the losses.

Keywords: brewing; brewer's yeast; brewing waste; recovery; beer shot.

Пивоварение – материалоемкое производство, где степень использования сырья составляет примерно 75 %, остальное переходит в технологические отходы, в большинстве своем являющиеся вторичными сырьевыми ресурсами. До 85 % побочных продуктов пивоварения приходится на отработанное зерно – пивную дробину. Остальные 15 % отходов пивоваренного производства приходятся на остаточные дрожжи, солодовые ростки и прочее.

Выход остаточных пивных дрожжей составляет 1,5–1,8 % от массы пива [1]. По утвержденной норме средний выход их по промышленности принят 0,5% от объема вырабатываемого пива, если пиво перед утилизацией дрожжей рекуперируется. Считается, что на 10 000 гл производимого пива ежегодно приходится удалять около 15–18 тонн остаточных дрожжей.

Зачастую избыточные дрожжи просто сливаются в канализацию, хотя в избыточных дрожжах содержится 1% пива от общего количества, которое можно вернуть в производство, что обеспечит дополнительную прибыль.

Кроме того, слив больших масс отработанных дрожжей в водоемы активизирует процессы брожения и гниения. Дрожжевые отходы, попавшие в сточные воды, приводят к серьезному увеличению нагрузки на очистные сооружения, а также к неконтролируемому изменению баланса содержания кислорода в воде и, как следствие, к снижению качества питьевой воды [1]. Это связано с тем, что остаточные дрожжи являются мощным потребителем кислорода (ХПК около 0,53 кг/гл).

В отечественном пивоварении в основном отдают предпочтение дрожжам низового брожения. Хлопья таких дрожжей по окончании брожения быстро оседают на дно бродильной емкости, образуя плотный слой. При использовании дрожжей низового брожения процесс происходит при низких температурах (от 4 до 12 °С). Прирост дрожжевой массы после главного брожения различен. В зависимости от типа

дрожжей, экстрактивности начального сусла и хода главного брожения он колеблется от 1,2 до 2,3 л жидких дрожжей из 1 гл пива.

Стадия дображивания проходит при температуре от 14 до 16 °С до тех пор, пока количество видимого экстракта не достигнет уровня, определенного рецептурой. В среднем дображивание длится около 4-5 суток.

Далее осуществляется стадия холодной стабилизации, когда цилиндрикоконический танк с пивом постепенно охлаждают и выдерживают при низких температурах (от –1 до +3 °С). В это время пиво насыщается углекислым газом и приобретает полноту вкуса. Продолжительность созревания также зависит от сорта получаемого пива и может варьироваться от 2 до 6 недель и более.

Когда брожение заканчивается, и цилиндрикоконический танк охлаждается, дрожжи испытывают так называемый термический шок, они оседают в конической части танка. При этом часть дрожжей погибает. Осевшие дрожжи являются дрожжами первой генерации. Дрожжи можно использовать до 6 генерации, в зависимости от их качества, которое оценивается по консистенции, количеству мёртвых клеток и рН. Съём дрожжевого осадка происходит через патрубок, расположенный в нижней части цилиндрикоконического танка, в танк хранения дрожжей, где они аэрируются, перемешиваются и хранятся при температуре 1,0 °С до следующей задачи в пивное сусло.

Стандартная блок-схема менеджмента дрожжей на пивоваренном заводе представлена на рисунке 1.

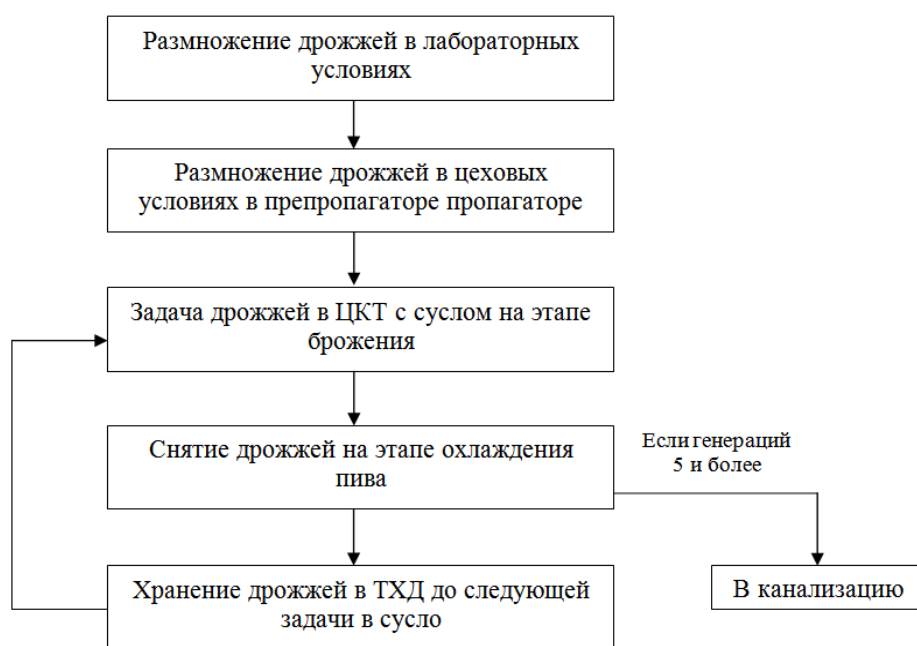


Рисунок 1. Менеджмент дрожжей на пивоваренном заводе

По сравнению с классическим способом сбраживания сусла при проведении брожения в цилиндрических танках количество остаточных пивных дрожжей увеличилось, так как увеличилась норма задачи дрожжей в сусло, а также сократилось время брожения и дображивания. Примерно 50 % дрожжей, оседающих на дно емкостей, используется повторно для следующих циклов брожения, 50 % составляют отходы производства, т.е. избыточные пивные дрожжи [2].

Осадочные пивные дрожжи, представляют собой густую массу, содержащую до 15 % сухих веществ. Они содержат в среднем 40-55 % полноценного протеина, богатого незаменимыми аминокислотами, 1,5-2 % жира, 25-35 % углеводов, и 6-10 % минеральных веществ и витаминов. В таблице 1 представлено содержание незаменимых аминокислот в разных видах дрожжей [2].

Таблица 1

Содержание незаменимых аминокислот в разных видах дрожжей

Аминокислота	Вид дрожжей		
	Пивные	Кормовые	Пекарские
Сырой протеин	44,6-63,6	48,3	47,6
Лизин	7,2-8,95	6,8	6,9
Метионин	1,6 -1,74	1,7	1,3
Цистин	0,05-1,4	1,0	1,2
Триптофан	0,65-1,3	1,3	1,5
Аргинин	2,39- 4,7	5,6	4,0
Гистидин	2,1- 2,2	2,7	2,0
Треонин	4,9	4,2	5,1
Фенилаланин	2,76-4,2	4,2	3,9
Лейцин	4,49-7,1	7,6	7,0
Изолейцин	3,96-5,2	5,5	5,9
Валин	3,95-5,6	6,1	5,9

Дрожжи богаты витаминами группы В. Так, витамина В1 в них содержится 120-150, В3 – 100-120, В6 – 150-200 мкг/кг. Наряду с витаминами группы В в клетках дрожжей имеется витамин Е – около 30 мкг/кг, витамин К – 600 мкг/кг, холин (до 3600 мг/кг) и парааминобензойная кислота. Из жировых веществ дрожжей на твердые (пальмитиновую и стеариновую) кислоты приходится 23 %, на жидкие (олеиновую, линолевую и линоленовую) кислоты – 76,1 %. Дрожжевые жиры содержат фосфатиды – лецитин и кефалин. Пивные дрожжи богаты также кальцием, калием, фосфором, магнием, в их состав входит йод (1,6 мг/кг сухих дрожжей) [3]. Содержание микроэлементов в сухих пивных дрожжах представлено в таблице 2.

Таблица 2

Содержание микроэлементов в сухих пивных дрожжах

Показатели	Микроэлементы, мг/кг							
	Кальций	Марганец	Калий	Натрий	Фосфор	Сера	Йод	Хлор
Содержание	2376	32	34245	2165	200	138	1,6	1680

Благодаря богатому химическому составу остаточные дрожжи нашли своё применение в получении:

- автолизатов и гидролизатов, используемых в качестве добавок к питательным средам;
- медицинских препаратов;
- кормовых добавок, в том числе и селеносодержащих;
- пищевой добавки для производства хлебобулочных изделий.

Наиболее дефицитной составляющей корма сельскохозяйственных животных остается протеин, недостаток которого в рационах ухудшает переваримость и использование кормов, на 30-50% уменьшает продуктивность животных, снижает качество продукции и увеличивает затраты кормов на единицу продукции. Поэтому производство высокопротеиновых кормов в настоящее время имеет большое значение для сельскохозяйственных предприятий [4].

Отходы пивоваренного производства, а именно остаточные пивные дрожжи являются ценным высокопротеиновым кормом. Проблема в том, что в чистом виде они плохо усваиваются желудочно-кишечным трактом высших животных и человека. Толстые стенки дрожжей обладают высокой устойчивостью к пищеварительным ферментам. Следовательно, дрожжевые отходы необходимо подготавливать, обрабатывать, чтобы разрушить их оболочку [4]. Существуют различные способы разрушения клеточных стенок пивных дрожжей, их основные достоинства и недостатки описаны в таблице 3.

Самым распространенным и доступным решением по обработке остаточных пивных дрожжей является сушка, и затем добавление высушенных дрожжей в комбикорма в качестве премиксов или использование их как отдельный корм. Сухие дрожжи с содержанием 8-10% влаги имеют неограниченный срок хранения, если хранить их в соответствующей упаковке и в сухом помещении.

Путем совместной сушки дрожжей вместе с дробинкой, также традиционно используемой в качестве корма, можно получать обогащенные протеинами корма и функциональную пищевую добавку для хлебобулочных изделий [6].

Необходимость разработки такой добавки объясняется тем, что состав хлебобулочных изделий, вырабатываемых по государственным стандартам, не отвечает современным требованиям науки о питании: не

соблюдается необходимый баланс белков и углеводов, низко содержание витаминов, минеральных веществ и пищевых волокон. В настоящее время широкое распространение получил хлеб из смеси ржаной обдирной и пшеничной муки I сорта (дарницкий, российский, столичный), но в нем на 10-12 % снижается биологическая ценность, на 40-50 % – содержание пищевых волокон и на 7-10 % повышается энергетическая ценность по сравнению с хлебом из ржаной муки.

Таблица 3

Технологии обработки пивных дрожжей

Технология	Реактивы	Достоинства	Недостатки
Кислотный гидролиз	Неорганические кислоты	-	Образование токсичных аминов и трудноотделяемых гуммиобразных веществ
Автолиз	Собственные ферменты	Без использования вспомогательных препаратов	Длительный процесс, низкая степень гидролиза, высокая себестоимость конечного продукта
Ферментативный гидролиз	Ферментные препараты	Конечный продукт высокого качества	Сложный и длительный процесс, тяжело использовать в цеховых условиях
Сушка	-	Простота и доступность	Повышенные расходы пара для нагрева

Способ получения пищевой добавки, описанный в работе [6], включает смешивание пивной дробины и остаточных дрожжей в соотношении 2:1 и совместном высушивании. В дробине содержится недостаточное количество витаминов (мг/100 г): В1 – 0,2, В2 – 0,4, В6 – 0,25, РР – 0,15. Биологическая ценность белка дробины невысока по сравнению с белком дрожжей (58 % и 75 % соответственно). В свою очередь, в составе дрожжей отсутствуют пищевые волокна, которыми богата пивная дробина (13–15 % на СВ). Таким образом, пивные дрожжи и дробина способны взаимно дополнять друг друга и приводить к повышению пищевой ценности смеси. Принципиальная схема получения пищевой добавки из дробины и остаточных дрожжей показана на рис. 2.

При использовании вторичных продуктов пивоварения в нативном виде возникает ряд проблем, осложняющих возможность их применения. Для пивной дробины это низкая стойкость при хранении, высокие транспортные расходы на перевозку, колебания спроса в течение года. Срок хранения пивной дробины составляет 24 ч, после чего наблюдается

ее закисание. Использование остаточных дрожжей связано с серьезным недостатком: они крайне нестойки при хранении (продолжительность хранения при температуре 2–3°C составляет 48 ч). Для его устранения применяют обработку, вызывающую инактивацию клеточных мембран и гибель клеток. Наиболее действенным видом обработки является сушка.

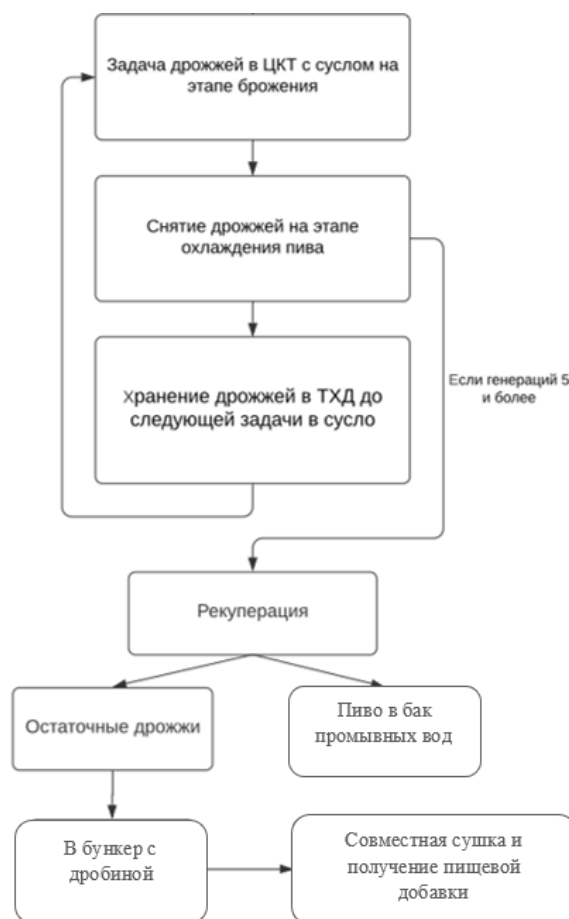


Рисунок 2. Получение пищевой добавки из остаточных дрожжей

При любом способе утилизации остаточных дрожжей необходимо извлечь из них пиво, которое составляет 50-60 % от общей массы утилизируемых дрожжей. Для рекуперации пива можно применять декантирование или микрофильтрацию [6]. Наиболее перспективно на данном этапе мембранное фильтрование, так как в этом случае сохраняется целостная структура дрожжевых клеток, сохраняется биологическая ценность концентрата и обеспечивается высокое качество выделяемого пива из избыточных дрожжей. При использовании полупроницаемых мембран рекуперированное пиво можно сразу направлять на розлив, или, во избежание проблем с микробиологией, возвращать в варочное отделение на стадию промывания дробины.

Таким образом, можно заключить, что рекуперация пива из избыточных дрожжей позволит предприятию получить дополнительную прибыль от реализации полученного пива, снизить количество отходов производства, что благоприятно повлияет на экологическую обстановку. Кроме того, повышается рентабельность производства за счёт увеличения объёмов производства без дополнительных затрат сырья.

Анализ состава дрожжей показал, что пивные остаточные дрожжи превосходят по своему химическому составу другие виды дрожжей, это позволяет использовать их в разных направлениях.

Утилизация остаточных дрожжей вместе с пивной дробинкой является наиболее перспективным способом, в связи с наименьшими затратами на реализацию проекта, а также минимальных изменений в отлаженной технологической схеме производства на пивоварне.

Библиографический список:

1. Меледина Т.В., Давыденко С.Г., Васильева Л.М. Физиологическое состояние дрожжей [Текст] /Т.В. Меледина, С.Г. Давыденко, Л.М. Васильева// Учеб. пособие. — СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. — 48 с.

2. Баланов П.Е., Смотряева И.В., Иванченко О.Б., Хабибуллин Р.Э. Утилизация органических отходов бродильных производств [Текст] /П.Е. Баланов [и др.] // Вестник технологического университета. - 2016. - №1. - С. 131-134.

3. Гуляева, М.Е. Кормовые дрожжи в питании лактирующих коров [Текст] /М.Е. Гуляева // Молочнохозяйственный вестник. - 2011. - № 2. - II кв. -С. 31-37.

4. Подобед, Л.И. Особенности использования кормовых дрожжей в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы [Текст] / Л.И. Подобед // Эффективное птицеводство и животноводство. - 2003. - № 8. - С.22-26.

5. Мударисов, Т. М. Эффективность использования автолизата пивных дрожжей в комбикормах для дорастиваемых и откармливаемых свиней [Текст] : автореф. дисс.к.с.-х.н. / Т.М. Мударисов. - Дубровицы, 2012. - С. 24.

6. Смотряева, И.В. Использование вторичных ресурсов пивоварения [Текст] : дисс. канд. биол. наук / И.В. Смотряева. - Сергиев-Посад, 2003. - С. 23-40.

УДК 631.427.2.2:628.4.042

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЧВЫ В РАЙОНЕ ПОЛИГОНА ТКО ГОРОДА ИРКУТСКА ЗА 2014 И 2019 ГГ.

Е.И. Каненкин

Аспирант гр. аЭК-20-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: KanenkinEvgeniu@mail.ru

А.А. Мозгалёва

Студент гр. ХТТб-21-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: am28rus03@gmail.com

Л.А. Бегунова

к.т.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: lbegunova@mail.ru

АННОТАЦИЯ: В статье представлены данные по загрязнению тяжелыми металлами свалочного грунта полигона и почв в районе санитарно-защитной зоны полигона ТКО. Установлено, что исследуемый свалочный грунт относится к чрезвычайно опасным грунтам с превышением ПДК по тяжелым металлам до 68 раз. Исследуемые образцы почв также содержат тяжёлые металлы в высоких концентрациях. Производственный контроль полигона ТКО должен предусматривать постоянное наблюдение за состоянием почвы, воды и воздуха в зоне возможного влияния полигона, для принятия своевременных средозащитных мер и предотвращению дальнейшего негативного воздействия полигона на экосистему.

Ключевые слова: обращение с отходами, мониторинг, загрязнение среды.

**COMPARATIVE ANALYTICAL STUDY OF LANDFILL SOIL AND
SOIL FROM SANITARY PROTECTION ZONE OF THE SOLID
MUNICIPAL WASTE LANDFILL OF THE IRKUTSK CITY
FOR 2014 AND 2019**

E. I. Kanenkin

Postgraduate student gr. аEC 20-1

Irkutsk National Research

Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: KanenkinEvgeniu@mail

A.A. Mozgaleva
Student
Irkutsk National Research
Technical University
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83
e-mail: am28rus03@gmail.com
L.A. Begunova
Ph.D., Associate Professor
Irkutsk National Research
Technical University
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83
e-mail: lbegunova@mail.ru

ABSTRACT: The article presents data on heavy metal contamination of landfill soil of the landfill and soils in the area of the sanitary protection zone of the MSW landfill. It was established that the studied landfill soil refers to extremely hazardous soils with heavy metal contents that are up to 68 times higher than TLV. Soil samples from the landfill-affected area also contain heavy metals in high concentrations. The manufacturing supervision of the SMW landfill should include the continuous observation of the soil, water, and air condition in the zone of possible impact of the landfill for taking timely environmental protection measures and preventing further negative impact of the landfill on the ecosystem.

Key words: waste management, monitoring, environmental pollution.

Концепция санитарного захоронения ТКО направлена на создание полигонов как экологически безопасных производственных объектов. Как из основных требований для этого предусматривается выполнение мониторинга и минимизации негативного влияния полигона на окружающую среду. На данный момент в Иркутском регионе как, центр экологической зоны, отсутствует соответствующая система мониторинга, поэтому параметры техногенной нагрузки и воздействие на окружающую среду, вызванное работой полигонов для ТКО, нуждаются в специальных исследованиях.

В исследовательской работе проводилась оценка степени загрязнения тяжелыми металлами свалочного грунта полигона ТКО и почв в районе санитарно-защитной зоны [1].

Целью данного исследования является оценка негативного воздействия на окружающую среду полигона ТКО в Иркутске. Действующий с 1963 года Маратовский полигон ТКО г. Иркутска имеет площадь 42 гектара и расположен на 5-м километре Александровского тракта (Рис 1).

Исследования свалочного грунта и проб почвы проводились

методами атомно-абсорбционной спектрометрии с электротермической атомизацией и индуктивно связанной плазмой, а с использованием потенциометрического и фотометрического методов.



Рисунок 1. Схема полигона ТКО г. Иркутска

Исследуемый свалочный грунт по гигиеническим характеристикам согласно СанПиН 4266-87 можно считать чрезвычайно опасным. Согласно ГН 2.1.7.2041-06 в нем наблюдается превышение ПДК тяжелых металлов: меди (макс. в 67,6 раза), цинку (макс. в 9,9 раза), свинцу (макс. в 7,1 раза), кадмию (макс. в 2,4 раза). Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Содержание металлов в пробах почв, 2019 г

N Пробы	Тяжелые металлы					
	Ni	Cu	Pb	Cd	Mn	Fe
1	9,22±2,77	9,48±2,84	8,05±2,42	0,071±0,021	18,76±5,63	1610±241
2	19,88±5,96	6,99±2,1	6,53±1,96	0,03±0,009	19,19±5,76	391±58
3	22,32±6,7	14,43±4,33	6,79±2,04	0,096±0,029	19,25±5,78	1060±159

Продолжение таблицы

4	13,06±3,92	7,64±2,29	6,47±1,94	0,047±0,014	19,26±5,78	579±86
5	11,97±3,59	10,22±3,07	7,57±2,27	0,145±0,043	19,59±5,88	115±17
6	34,28±10,28	10,78±3,23	2,44±0,73	0,027±0,008	19,31±5,79	282±42
7	29,15±8,75	5,18±1,55	8,21±2,46	0,053±0,016	19,23±5,77	420±63
8	24,40±7,32	9,4±2,82	6,34±1,9	0,092±0,028	19,53±5,86	141±21
ПДК	4	3	6	-	1500	-

Основной причиной высокого содержания тяжелых металлов является захоронение на полигоне опасных отходов, которые образуются в результате жизнедеятельности человека (ртутных ламп, градусников, батареек, банок из-под краски и т.д.). Атмосферными осадками эти металлы из свалочного тела постоянно вымываются, загрязняя почву, проникают в поверхностные и грунтовые воды [2,3,4].

Для исследования почвы пробы были отобраны с 4 сторон полигона на границе с полигоном ТКО и на расстоянии 500 метров в санитарно-защитной зоне. По результатам исследования почвы по меди, никелю и свинцу в пробах, отобранных на границе с полигоном концентрации превышают ПДК в несколько раз. В пробах, отобранных в границах санитарно-защитной зоны также наблюдается превышение ПДК по данным металлам [5].

Установлено, что исследуемый свалочный грунт можно считать чрезвычайно опасным, так как в нем наблюдается превышение ПДК тяжелых металлов от 2,4 до 67, 6 раз. Исследуемые образцы почв также содержат тяжёлые металлы в высоких концентрациях. Загрязнению почв способствует водная миграция химических веществ, в том числе тяжёлых металлов, образующихся в теле полигона при захоронении отходов и расположение полигона вблизи оживлённой автомобильной трассы.

В данной работе проведен анализ на основе проведенных исследований проб свалочного грунта, отобранного на территории полигона, и почв, отобранных на границе полигона и в границах санитарно-защитной зоны. Исследуемые образцы почв содержат тяжёлые металлы в высоких концентрациях.

Необходима разработка эффективной стратегии развития управления отходами, совместно с оператором по обращению с ТКО, для снижения техногенной нагрузки Байкальского региона. Также должен осуществляться непрерывный мониторинг за состоянием воздуха, почвы и воды в зоне влияния полигона ТКО.

Библиографический список:

1. Vostochno-Sibirskaya pravda <https://www.vsp.ru/2017/05/05/podhody-k-othodam/> <https://www.vsp.ru/2017/05/05/podhody-k-othodam/>

2. СанПиН 4266-87: Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами.

3. ГН 2.1.7.2041-06: Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве.

4. 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.

5. Report of the Ministry of Natural Resources of the Irkutsk region for 2020 <https://irkobl.ru/sites/ecology>.

УДК 544.1

ОЧИСТКА СТОКОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА МОДИФИЦИРОВАННЫМИ ЦЕОЛИТАМИ

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

Н.А. Копылов

Студент гр. МТб-21-1
Иркутский национальный исследовательский
технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

Г.В. Гусева

Учитель биологии и химии
МАУ «Шигаевская СОШ»
671202 с Шигаево,
Кабанский р-он, Рес. Бурятия
e-mail: galgus@yandex.ru

АННОТАЦИЯ: В работе использованы физико-химические методы в сочетании с химическим осаждением позволяющие количественно извлечь из сточных вод ценные компоненты и снизить потери производства. Во многих случаях такая обработка промышленных сточных вод обеспечивает их глубокое обезвреживание и дает возможность организации оборотного водоснабжения на предприятиях.

Ключевые слова: Очистка сточных вод, цеолиты модифицированные HCl, ионы никеля (II).

GALVANIZING WASTE WATER PURIFICATION WITH MODIFIED ALUMINOSILICATES

O.I.Matienko

Assistant professor

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: olga_pomazkina@mail.ru

N.A. Kopylov

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

G.V. Guseva

Biology and Chemistry Teacher

MAU "Shigaevskaya secondary school"

671202 Shigaevo,

Kabansky district, Res. Buryatia

e-mail: galgus@yandex.ru

ANNOTATION: In the work, physicochemical methods were used in combination with chemical precipitation, which make it possible to quantitatively extract valuable components from wastewater and reduce production losses. In many cases, such treatment of industrial wastewater provides their deep neutralization and makes it possible to organize recycling water supply at enterprises.

Keywords: Wastewater treatment, zeolites modified HCl, ions nickel(II).

Одним из основных источников загрязнения природных вод ионами тяжелых металлов являются сточные воды гальванических производств.

Предотвращение экологической опасности загрязнения сточных вод ионами тяжелых металлов может быть достигнуто реализацией следующих задач: повышением степени очистки сточных вод; использованием извлеченных ионов металлов; созданием оборотной системы водоснабжения.

Использование физико-химических методов в сочетании с химическим осаждением позволяет количественно извлечь из сточных вод ценные компоненты и снизить потери производства. Во многих случаях такая обработка промышленных сточных вод обеспечивает глубокое обезвреживание, и дает возможность повторного их использования на предприятиях [1].

Адсорбционные методы очистки, являются более перспективными, обеспечивая практически полное извлечение загрязняющих веществ из растворов с низкой концентрацией. При выборе сорбентов определяющими факторами являются их цена, доступность, эффективность очистки и др. Всем перечисленным параметрам удовлетворяют цеолиты. Известно, что цеолиты высокоэффективно извлекают ионы тяжелых металлов из водных растворов и сточных вод [2, 3].

С целью достижения предельно допустимых концентраций сброса очистку сточных вод гальванического производства осуществляли цеолитами модифицированными HCl и их природными аналогами – цеолитами Забайкальского месторождения [4-6].

При модификации адсорбента с раствором HCl использовали методику [7]. Через двое суток адсорбент отфильтровывали и высушивали до постоянной массы при комнатной температуре. Наблюдали увеличение массы модифицированного цеолита на 20 %.

Изменение структуры и уплотнение силикатного слоя модифицированных цеолитов подтверждено при исследовании текстурных характеристик методом низкотемпературной адсорбции-десорбции азота (таблица).

Таблица 1

Текстурные характеристики цеолитов

Характеристика	Природный цеолит	Цеолит, модифицированный HCl
Удельная поверхность, м ² /г	33	75
Удельный объем пор, см ³ /г	0,015	0,036
Средний размер пор, нм	1,8	1,6

Из представленных данных видно, что при модифицировании цеолитов HCl более чем в два раза увеличивается их удельная поверхность и удельный объем пор. Средний размер пор сокращается от 1,8 до 1,6 нм. По данным элементного анализа отношение Si/Al становится равным 6,8, тогда как для природных аналогов составляет 3,5. При модифицировании происходит удаление ионов алюминия, из бесконечного тетраэдрического каркаса сорбента, образованного AlO₄ и SiO₄. Это приводит к разрушению основного компонента гейландита и уплотнению силикатного слоя сорбента, что положительно сказывается на адсорбционных свойствах исследуемых цеолитов.

В статических условиях проводили исследование адсорбционных свойств цеолитов по отношению к ионам тяжелых металлов. Для построения изотермы адсорбции использовали 1 г цеолита и переменные концентраций ионов тяжелых металлов (от 5 до 170 мг/дм³).

На рис. 1 представлены изотермы адсорбции ионов никеля(II) природными и модифицированными образцами.

Таким образом, модификация природных цеолитов HCl позволяет увеличить величину адсорбции ионов никеля(II) в 2 раза, а также повысить эффективность очистки сточных вод гальванического производства. Использование минеральных модификаторов перспективно при регенерации сорбентов и создании оборотного водоснабжения на производстве.

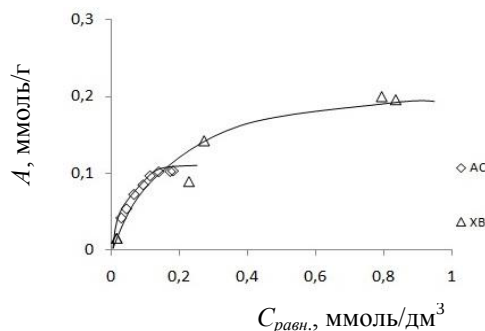


Рисунок 1. Изотермы адсорбции ионов никеля(II)
(АС – природные цеолиты, ХВ – цеолиты, модифицированные HCl)

Библиографический список:

1. Алексеев Е.В. Физико-химическая очистка сточных вод. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2007. – 248 с.
2. Запольский А.К., Образцов В.В. Комплексная переработка сточных вод гальванического производства. – К.: Техника, 1989. – 199 с.
3. Челищев Н. Ф., Володин В.Ф., Крюков В.Л. Ионообменные свойства природных высококремнистых цеолитов. М.: Наука, 1988. 128 с.
4. Помазкина, О.И. Адсорбция катионов никеля (II) природными цеолитами / Е.Г. Филатова, Ю.Н. Пожидаев // Физикохимия поверхности и защита материалов, 2014. – № 3. – С.262-268.
5. Помазкина О.И. Адсорбция ионов меди (II) гейландитом кальция / Е.Г. Филатова, Ю.Н. Пожидаев // Физикохимия поверхности и защита материалов, 2015. – Т.51, № 4. – С.518-522.
6. Помазкина О.И., Кинетика адсорбции ионов никеля(II) и меди(II) модифицированными алюмосиликатами / Филатова Е.Г., Пожидаев Ю.Н. // Физикохимия поверхности и защита материалов. 2019. Т. 55. № 5. С. 507-512.
7. Хальченко И.Г., Химическая модификация вермикулита и исследование его физико-химических свойств / Н.П. Шапкин., И.В. Свистунова, Э.А. Токарь // Бутлеровские сообщения, 2015. – Т. 41. № 1. – С. 74–82.

УДК 544.084

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАССЛОЕНИЯ СУСПЕНЗИИ ХВОСТОВ ФЛОТАЦИИ ПОЛЕВОШПАТОВОЙ РУДЫ

О.А. Максименко

Студент гр. ОП-18-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: norimox17.3@gmail.com

З.Ч. Шонходоев

Студент гр. ОП-18-1

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

Д.С. Хвостанцева

Студент гр. АУСм-21-1

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

А.В. Токарева

студент гр. ООСб-19-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83
e-mail: t.arina30.12@yandex.ru

А.Е. Бурдонов

К.т.н., доцент

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

АННОТАЦИЯ: В работе представлены результаты исследования по установлению влияния концентрации твердых частиц в пульпе на процесс их сгущения, в частности скорости осаждения частиц. Установлена эффективность действия флокулянтов Nalco 8172, Nalco 71661, Optimaz 9901, Optimaz 9601 на скорость осаждения частиц хвостов флотации полевошпатовой руды. Установлено, что скорость осаждения частиц без использования флокулянта составляет 0,134 см/с. Максимальная скорость осаждения частиц зафиксирована при использовании реагента Nalko 71661 с расходом 10 г/т и составила 0,339 см/с. Наименьшая скорость осаждения зафиксирована при использовании флокулянта Optimaz 9601 с расходом 5 г/т и составила 0,236 см/с.

Ключевые слова: полевошпатовая руда, скорость осаждения, сгущение, флокуляция.

**INVESTIGATION OF THE STRATIFICATION EFFICIENCY OF A
SUSPENSION OF FELDSPAR ORE FLOTATION TAILINGS**

O.A. Maksimenko

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontov, 83

e-mail: norimox17.3@gmail.com

Z. Ch. Shonhodoev

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontov, 83

e-mail: zandanshonhodoev@gmail.com

D.S. Khvostantseva

Student

Irkutsk National Research

Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: dkhvostantseva@gmail.com

A.V. Tokareva

Student

Irkutsk National Research

Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: t.arina30.12@yandex.ru

A.E. Burdonov

Ph.D., Associate Professor

Irkutsk National Research

Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: burdonovae@ex.istu.edu

ABSTRACT: The paper presents the results of a study to establish the influence of the concentration of solid particles in the pulp on the process of their thickening, in particular, the rate of particle settling. The effectiveness of flocculants Nalco 8172, Nalco 71661, Optimaz 9901, Optimaz 9601 on the sedimentation rate of particles of feldspar ore flotation tailings has been established. It has been established that the rate of particle settling without the use of a flocculant is 0.134 cm/s. The maximum particle settling rate was recorded using Nalko 71661 reagent at a flow rate of 10 g/t and amounted to 0.339 cm/s. The lowest settling rate was recorded when using the Optimaz 9601 flocculant at a flow rate of 5 g/t and amounted to 0.236 cm/s.

Key words: feldspar ore, sedimentation rate, thickening, flocculation.

Введение: В настоящее время сгущение является неотъемлемым процессом в технологической цепи обогащения полезных ископаемых,

который требует постоянного изучения и совершенствования технологии по подбору и применению различных реагентов для увеличения эффективности процесса сгущения [1].

Сгущением называется процесс обезвоживания обводненных тонкозернистых продуктов путем осаждения твердых частиц под действием силы тяжести и выделения жидкой фазы в виде осветленного слива.

Данные технологические исследования проводились с целью определения влияния процентного соотношения твёрдой фазы к жидкой фазе на процесс сгущения. А также для определения удельной площади сгущения и скорости осаждения минеральных частиц [2,3].

На исследование поступила проба материала, представляющая собой хвосты флотации полевошпатовой руды. Гранулометрические характеристики материала представлены в таблице 1.

Таблица 1

Гранулометрический состав материала

Класс крупности	Выход		Суммарный выход
	гр.	%	%
+1	0,15	0,03	99,97
-1+0,5	1,7	0,36	99,61
-0,5+0,25	139	29,45	70,16
-0,25+0,071	275	58,26	11,9
-0,071+0,063	10,9	2,31	9,59
-0,063+0,045	18,45	3,91	5,68
-0,045+0	26,8	5,68	0
Всего	472	100	

Установлено, что материал имеет равномерное распределение частиц по классам крупности. Наибольшее содержание материала зафиксировано в классе -0,25+0,071 (58,26 %). Наименьшее в классе +1 (0,03 %).

Исследования по определению скорости осаждения частиц проводили в мерных цилиндрах при заданном разжижении пульпы в течение установленного времени. На основании полученных данных были построены зависимости изменения границы раздела осветленной жидкости от времени $H = f(t)$ Графики представлены на рисунке 1.

На каждой кривой сгущения отмечают положение критической точки H_k, t_k , или определяют ее положение по методу Телмеджа и Фитча, для дальнейшего определения скорости осаждения частиц и удельной площади сгущения. В результате эксперимента положение критической точки было зафиксировано на 300 и 120 секундах, тогда закончился

процесс осаждения частиц. Разжижение пульпы в этих точках составило 0,6, 0,7 и 0,7 см³.

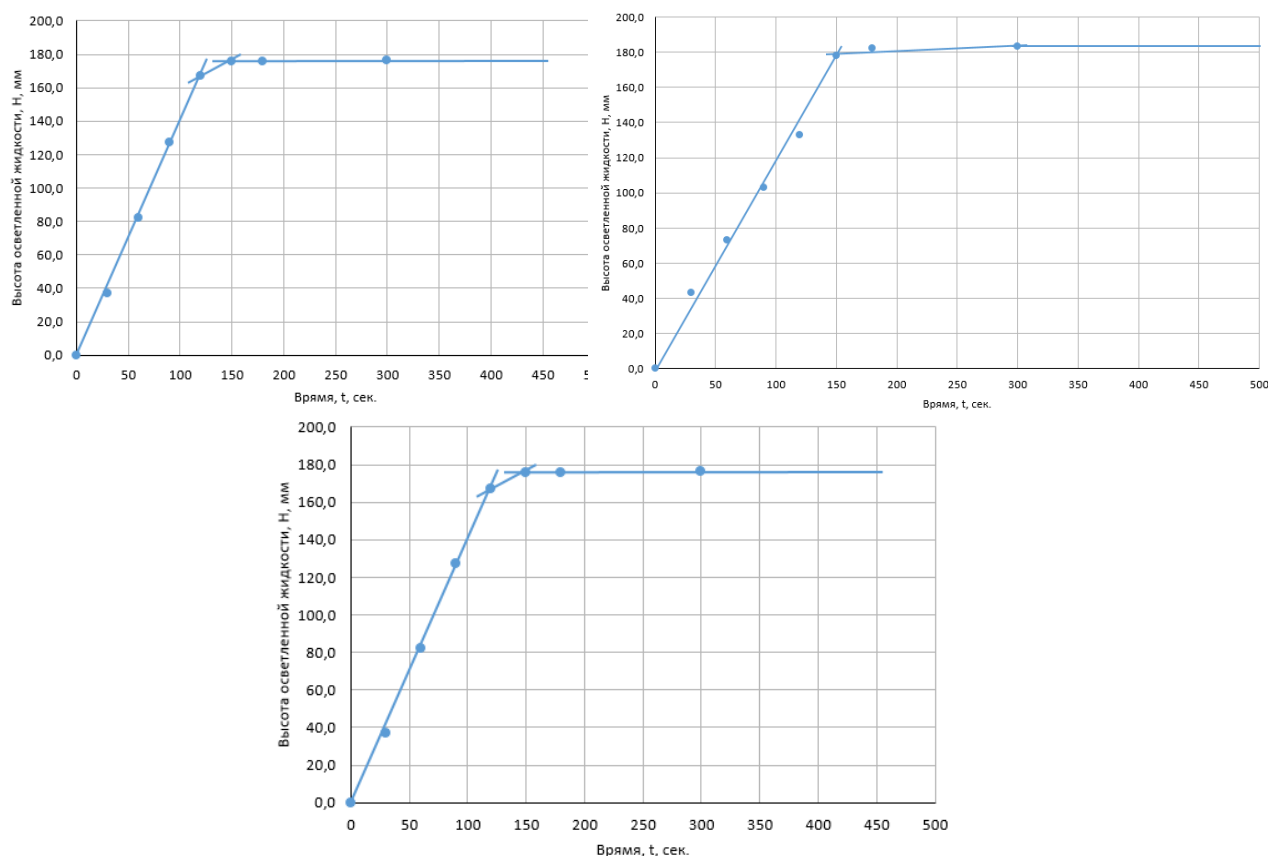


Рисунок 1. Зависимость высоты осветленной жидкости от времени, Ж:Т 20:1

По окончании эксперимента был произведен расчет скорости осаждения частиц материала по формуле (1):

$$v_k = \frac{H_k}{t_k} \quad (1)$$

где H_k - высота осветленной жидкости в критической точке, см; t_k - время в критической точке, с.

На основании полученных данных установлено, что средняя скорость осаждения частиц составила 0,134 см/с. Так же была определена удельная площадь сгущения, среднее значение которой составило 154 см²/г*с

$$f = \frac{(R_H - R_K)}{v_k} \quad (2)$$

На следующем этапе эксперимента был исследован процесс сгущения с использованием различных флокулянтов, для оценки их влияния на скорость осаждения частиц. В процессе исследования использовались следующие флокулянты: Nalco 8172, Nalco 71661, Optimaz 9901, Optimaz 9601 с расходом 5 и 10 г/т. Результаты исследования представлены рисунках 2-5.

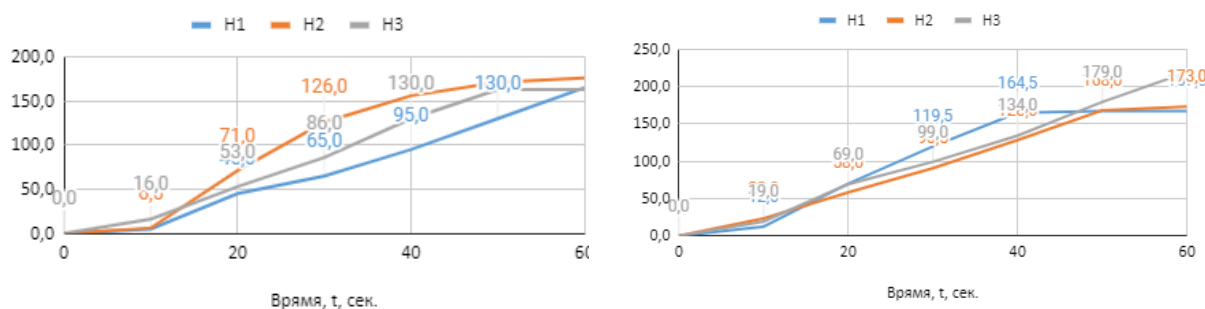


Рисунок 2. Зависимость высоты осветленной жидкости от времени с использованием флокулянта Nalco 8172, расход 5 г/т и 10 г/т соответственно

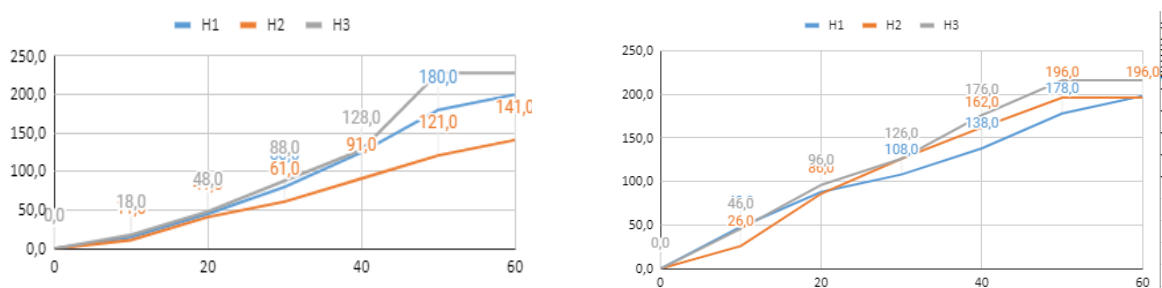


Рисунок 3. Зависимость высоты осветленной жидкости от времени с использованием флокулянта Nalco 71661, расход 5 г/т и 10 г/т соответственно

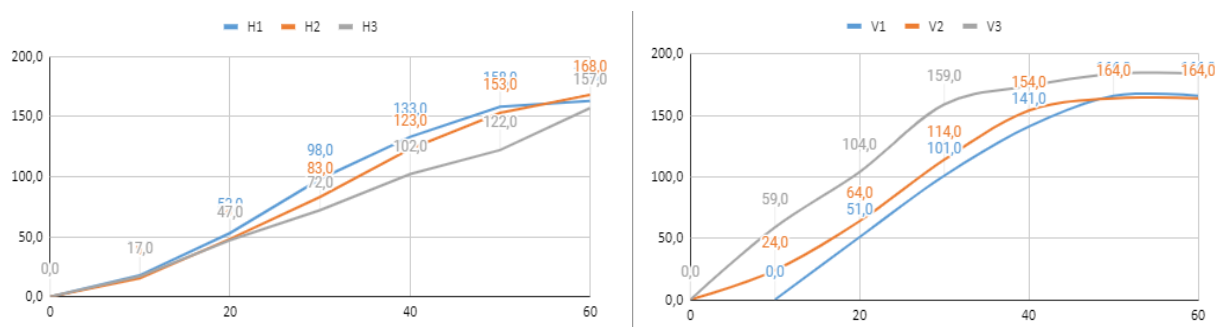


Рисунок 4. Зависимость высоты осветленной жидкости от времени с использованием флокулянта Optimaz 9901, расход 5 г/т и 10 г/т соответственно

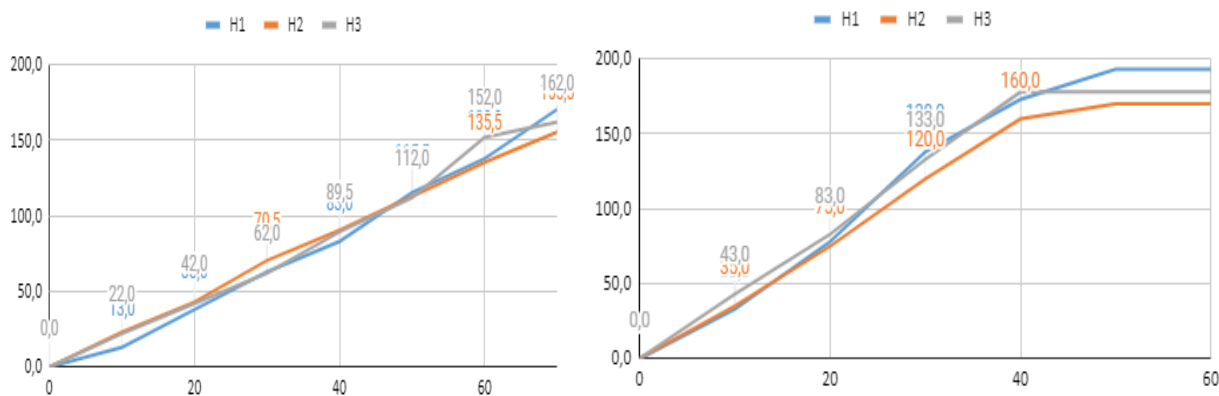


Рисунок 5. Зависимость высоты осветленной жидкости от времени с использованием флокулянта Optimaz 9601, расход 5 г/т и 10 г/т соответственно

На графиках можно наблюдать, как меняется высота осветленной жидкости в зависимости от времени эксперимента. Здесь видно, что с использованием флокулянтов скорость осаждения частиц увеличивается, что говорит об эффективности их использования в процессе сгущения.

Выводы: В ходе выполнения работы были проведены исследования процесса сгущения, были определены скорость осаждения частиц и удельная площадь сгущения. А также установлено влияние флокулянтов на скорость осаждения частиц при расходе 5 и 10 г/т и разжижении пульпы Ж:Т 20:1. В результате исследования был определен самый эффективный флокулянт Nalko 71661, при его расходе 10 г/т скорость осаждения частиц составила 0,339 см/с, что является самым лучшим показателем во время проведения испытания. Самым малоэффективным оказался флокулянт Optimaz 9601 с расходом 5 г/т, скорость осаждения при его использовании составила 0,236 см/с.

Библиографический список:

1. Федотов П.К., Петухов В.И., Зелинская Е.В., Бурдонов А.Е. Переработка хвостов Джидинского вольфрам-молибденового комбината для получения золотосодержащего товарного продукта // Обогащение руд. 2016. № 6 (366). С. 44-50.
2. Шадрунова И.В., Горлова О.Е., Галямов В.Ш., Фролов В.С. Складирование хвостов обогащения с использованием модификаторов реологии // Обогащение руд. 2018. № 2 (374). С. 48-54.
3. Бауман А.В. Критерии выбора радиального сгустителя для процессов сгущения и водооборота // Обогащение руд. 2013. № 4. С. 40–43.

УДК 631.427

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОЗЕРА БАЙКАЛ МИКРОПЛАСТИКОМ

Е.В Паладий

Студент гр. ХТТб-21-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: paladiy.ev@yandex.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: В статье представлены данные по загрязнению Байкала микропластиком. Приведены различные точки зрения на экологические проблемы по изучению источников попадания микропластика в водную среду. Для снижения негативного воздействия на окружающую среду необходимо установить очистные сооружения с современной системой очистки вод от микропластика.

Ключевые слова: микропластик, загрязнение среды, проблемы обращения с отходами.

LAKE BAIKAL POLLUTION WITH MICROPLASTICS

Paladiy E.V

Student

Irkutsk National Research

Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: paladiy.ev@yandex.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 article presents data on the pollution of Lake Baikal with microplastics. Various points of view on environmental problems are given for studying the sources of microplastic emission into the aquatic environment. To reduce the negative impact on the environment, it is necessary to install a treatment plant with a modern system for cleaning water from microplastics.

Keywords: waste management, microplastic, environmental pollution

Пластик на сегодняшний день является одним из наиболее востребованных материалов и используется практически во всех областях промышленности. Его физико-химические свойства, обеспечивающие прочность, легкость и долговечность, в сочетании с низкой себестоимостью делают этот материал практически незаменимым при производстве широкого круга изделий бытового назначения, в строительстве и на производстве. Общемировой выпуск пластика достигает 275-299 млн. т/год. Микропластик (МП) — невидимая проблема мирового масштаба. Почти 80 % когда-либо созданного пластика никак не перерабатывается и продолжает загрязнять окружающую среду, где распадается на более мелкие частицы. Высокие концентрации микропластика — одна из главных экологических проблем мира. Опасность заключается в том, что он не разлагается в природных условиях и не подлежит переработке, поскольку его невозможно собрать. В процессе стирки, при использовании косметики и в ряде других привычных ситуаций мельчайшие пластиковые частицы попадают в воду. Сначала — в канализацию, а потом — в водоемы и уже оттуда может попадать в организмы животных, а потом и человека. Морские обитатели могут принимать частицы микропластика за планктон — и в результате гибнут. В организм человека его мелкие частицы попадают при употреблении в пищу рыбы и морепродуктов. МП опасен не только сам по себе: он может аккумулировать в себе синтетические красители, пестициды, огнестойкие добавки и другие токсичные компоненты. При накоплении их в организме могут возникать воспалительные процессы в кишечнике, а также негативному влиянию подвергается и репродуктивные функции. В организм он попадает и с питьевой водой. Отфильтровать самые мелкие частицы не представляется возможным, их обнаруживают даже в бутилированной воде.

Исследования ученых показывают, что микропластики и выделяемые ими химические вещества накапливаются в пищевой цепи и влияют на целые экосистемы. И речь не только о вреде животным и рыбам, проблема касается напрямую и человека. Кроме этого, происходит и влияние на почву, на которой мы выращиваем еду, воду, которую мы пьем. Его частицы есть и в воздухе, которым мы дышим. Последние публикации говорят о том, что некоторая часть микропластика уже внутри нас, а точнее частицы пластика обнаружены уже и в человеческой крови [1].

Так как же появляется этот микропластик?:

- частицы пластика микроскопического размера (менее 5 миллиметров) образуются во время стирки белья и уходят через в водосток в водоемы;
- при распаде пластиковых отходов, которые не подвергаются переработки;

- при использовании автомобилей;
- в виде полимеров используется при изготовлении косметических продуктов.

Американская некоммерческая организация Orb проводила масштабные исследования, в ходе которых волокна микропластика были обнаружены в 94% образцов воды, собранных по всему миру. Самой “чистой” была признана вода из Франции, Германии и Великобритании. Но это весьма относительно, ведь МП был обнаружен в 72 % образцов из этих стран [2].

Проблема микропластика для Байкала усугубляется с каждым годом: концентрация частиц пластика в озере уже соответствует высокой степени загрязнения. Исследования микропластика в Байкале проводят последние пять лет: согласно последним данным, в пересчете на площадь водной поверхности концентрация частиц микропластика в водах Байкала составляет от 19 до 75 тысяч пластиковых частиц на квадратный километр, при среднем значении 42 тысячи частиц на квадратный километр. Такая концентрация соответствует высокой степени пластикового загрязнения, и она сопоставима с показателями, которые фиксируют в водах Великих озер США и Канады. Однако туда ежегодно приезжают десятки миллионов туристов, на Байкале же отдыхающих намного меньше. Но отсутствие инфраструктуры и очистных сооружений, дикий, а иногда и варварский туризм, сложности с утилизацией мусора — все это наносит серьезный ущерб экосистеме озера [1,3].

По данным научного сообщества, попадание микропластиковых частиц в байкальские воды происходит по-разному. Бытует мнение, что в основном пластик приносят воды реки Селенга, впадающей в озеро. Второй источник загрязнения озера — это стихийные свалки мусора. Третий — это очистные сооружения. Еще один путь попадания пластика в воды Байкала — это дешевые китайские полимерные рыболовные сети. По словам местных экологов, они цепляются за каменистое дно, рвутся и их никто не поднимает на поверхность. Полимерные сети вряд ли токсичны, хотя до конца не изучены. Со временем они тоже подвергаются деструкции, распадаются на микроскопические полимерные волокна, оседают на илистом дне. Ущерб, нанесенный брошенными сетями подводному миру не изучен. Если сети представляют собой подводный источник распространения микропластика, то внешние — это воды впадающих в Байкал рек, свалки ТБО и брошенный туристами мусор. Причем, как показывает практика, качество пластика зависит от источника его поступления. В 2019 году ученые Иркутского государственного университета проводили сравнительное исследование наличия пластика в озере Хубсугул, которое входит в Байкальскую рифтовую зону в Монголии. [1,3].

По данным НИИ биологии Иркутского государственного университета установлено, что характер загрязнения микропластиком на Байкале и Хубсугуле различен. Так, в процентном соотношении в составе загрязнителей воды Байкала доминируют синтетические волокна, а в Хубсугуле — фрагменты микропластика. Это различие говорит об источниках основного загрязнения, определяет и приоритетные задачи. Так, источником пластиковых микро- и макрофрагментов является именно береговой мусор, попадающий в воду. Поэтому в случае с озером Хубсугул достаточно просто наладить систему вывоза мусора, накопленного на его берегах, чтобы решить проблему такого загрязнения. В Байкале же ситуация более сложная. Предполагается, что источником основного поступления синтетических волокон в воду является простая стирка белья, а также полигоны ТБО, и стихийные мусоросвалки. Соотношение количественных долей размерных групп частиц пластика в Байкале с теми же показателями в монгольском озере Хубсугул, а также с Тихоокеанским мусорным пятном различается, хотя незначительно. Согласно данным исследования биологов из МГУ им. М. В. Ломоносова, если в Байкале микропластиковых частиц размером 0,33–1 мм содержится 34,3 %, в озере Хубсугул — 41 %, в водах Североокеанского мусорного пятна — 52,5 %, в Атлантическом, Тихом и Индийском океанах — 34,9 %. В то же время частиц большего размера, от 1,01 до 4,75 мм, в водах озера Байкал содержится 56,2 %, почти столько же, сколько обнаружено в трех океанах — 57,5 % [3].

Согласно научным данным, изъять весь микропластик из байкальской воды уже невозможно, но вполне реально и целесообразно установить очистные сооружения с современным оборудованием, при использовании которого большая часть загрязнителя будет уловлена и обезврежена или переработана, что позволит в значительной степени снизить воздействие на экосистему оз. Байкал.

Библиографический список:

1. <https://www.kommersant.ru/doc/4985541>
2. <https://green-club.su/microplastic/>
3. Ильина О.В., Колобов М.Ю. Микропластик в экосистеме озера Байкал: количественная оценка. Предварительные результаты анализа проб воды и грунта сбора 2017 года. Кафедра общей экологии и гидробиологии биологический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова. https://hydro.bio.msu.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=274&Itemid=59
4. Грачев М.А. О современном состоянии экологической системы озера Байкал. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. 153 с.

УДК 504.054

ВЛИЯНИЕ ПОЛИМЕРОВ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ МИРОВОГО ОКЕАНА

Т.И. Айзатуллин

Студент гр. МТМбд-31

Ульяновский государственный технический университет

432027, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, 32

e-mail: timuraiza2001@gmail.com

Д.М. Идрисова

Студентка гр. МТМбд-11

Ульяновский государственный технический университет

432027, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, 32

e-mail: timuraiza2001@gmail.com

И.А. Макарова

Доцент, к.х.н

Ульяновский государственный технический университет

432027, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, 32

e-mail: i.makarova@ulstu.ru

АННОТАЦИЯ: Данная статья посвящена загрязнению Мирового океана пластиковыми отходами. В ней показано влияние полимерного мусора на водную среду, животных и птиц.

Ключевые слова: полимеры, пластик, загрязнение, Мировой океан, отходы.

INFLUENCE OF POLYMERS ON POLLUTION OF THE WORLD OCEAN

T.I. Aizatullin

Student

Ulyanovsk State Technical University

432027, Ulyanovsk, st. Northern Crown, 32

e-mail: timuraiza2001@gmail.com

D.M. Idrisova

Student

Ulyanovsk State Technical University

432027, Ulyanovsk, st. Northern Crown, 32

e-mail: timuraiza2001@gmail.com

I.A. Makarova

Associate Professor, PhD

Ulyanovsk State Technical University

432027, Ulyanovsk, st. Northern Crown, 32

e-mail: i.makarova@ulstu.ru

ABSTRACT: This article is devoted to the pollution of the World Ocean with plastic waste. It shows the effect of polymer debris on the aquatic environment, animals and birds.

Key words: polymers, plastic, pollution, world ocean, waste.

Загрязнение окружающей среды пластиком - проблема мирового масштаба, в процесс решения которой вовлечено огромное число человек. Несмотря на то, что была проведена громадная работа, масштабы производства одноразовой пластиковой продукции превышают нынешние возможности людей для борьбы с данными последствиями. В странах Африки или Азии, где механика сбора мусора непродуктивна или вообще отсутствует, загрязнение окружающей среды наиболее заметное. Данная проблема встречается часто и для стран со слабым уровнем вторичной переработки полимерных материалов.

Проблема пластика стала настолько повсеместной, что пути ее решения предпринимались и на собраниях Организаций Объединенных Наций, где был подписан глобальный договор.

Полимерные материалы были изобретены более века назад, но по-настоящему заново открыты после Второй мировой войны, и практически сразу проникли во все сферы жизнедеятельности человека. С облегчившейся жизнью миллионов людей образовалась “культура” одноразового использования пластика - примерно 40% всего производимого пластика. Сегодня такие полимеры выполняют свои функции всего пару минут, а затем выкидывается. Это всевозможные обертки упаковок и пластиковые пакеты, однако период распада в окружающей среде может длиться сотню лет.

Не очевидным является перемещение полимеров по планете. Практически весь пластик в океане как на конвейерных лентах стекается с суши по рекам. Часть его, попадая в море, не уходит дальше прибрежных потоков. Остальная часть, которая попадает в океан, может оказаться практически в любой точке мира. Известный пример с необитаемым островом Henderson, на территории которого ученые нашли пластик из США, Южной Америки, Европы, России, Китая и Японии [1].

Микропластик в океане подвергается воздействию волн, солнечного света и ветра. Они измельчают его в мелкие частицы, которые менее сантиметра в размере. Этот микропластик находят по всему миру от поверхности Эвереста до низин Марианской впадины. Порой он настолько измельчается, что его микроволокна находят в городских системах питьевой воды или дрейфующими в воздухе. Колоссальный вред от пластиковых отходов получает и дикая природа. Ежегодно, по разным подсчетам, несколько миллионов животных, рыб и птиц умирают из-за полимерного мусора. Зафиксировано в районе 700 видов животных,

находящихся под угрозой вымирания по причине распространения полимерных отходов [2].

Пластиковый мусор встречается в пищеварительном тракте практически каждого вида морских птиц. Большая смертность приходится на голодающих животных или на тех, кто запутался в мусоре. Зачастую это рыболовные лески или пачки из-под продуктов, жестяные банки. Также микропластик был обнаружен в сотнях разнообразных видах морских обитателей: рыбы, креветки, мидии. К счастью, по большей части, этот мусор просто проходит через пищеварительную систему и безвредно выходит из организма. Но бывает, что микропластик блокирует пищеварительный тракт или вообще наносит существенный урон органам. Забитый пластиком желудок забирает у животного чувство голода, что приводит к голоданию и мучительной смерти. Млекопитающие также потребляют пластик в пищу и не менее страдают. У многих животных зафиксировано повреждение клеток печени. Совсем недавние наблюдения показали, что новорожденные мальки рыб в первые дни существования потребляют нанопластиковые волокна. Это ущерб популяции рыб, который только предстоит подсчитать [3].

На сегодняшний день не решена проблема извлечения пластикового мусора в океане. Настолько мелкие отходы практически невозможно полностью извлечь. Механические системы рассчитаны только на большие куски мусора - одноразовая посуда и пластиковые контейнеры. Но как только под воздействием окружающей среды пластик измельчается до мелких частиц и начинает дрейфовать по всей толще Мирового океана, его практически невозможно достать. В данный момент основной идеей является ограничение попадания пластика в водную среду. Успех в данном плане напрямую зависит от улучшения логистики и управления отходами и их рециклинга. Также при создании продукции стоит внимательнее просчитывать зачастую короткий срок эксплуатации конечного продукта и брать этот показатель во внимание при разработке дизайна.

Библиографический список:

1. How an Uninhabited Island Got the World's Highest Density of Trash. National Geographic. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nationalgeographic.com/science/article/henderson-island-pitcairn-trash-plastic-pollution>
2. Борьба с загрязнением моря частицами микропластика: Митида Ютака и проект «Отходы в океане». Современный взгляд на Японию. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nippon.com/ru/japan-topics/c06303/>
3. Пластик – смертельная угроза для перелетных птиц. Новости

ООН. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
<https://news.un.org/ru/story/2019/10/1364871>

УДК 547.458

БИОРАЗЛАГАЕМЫЕ ПОЛИМЕРЫ

И.А. Антипова

Студент гр. МТМбд-11

Ульяновский государственный
технический университет

432027, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, 32

e-mail: intir03@gmail.com

Е.С. Ваганова

К.х.н., доцент

Ульяновский государственный
технический университет

432027, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, 32

e-mail: katrin_sv@bk.ru

АННОТАЦИЯ: Проведен аналитический обзор литературных данных о разработке технологий производства биоразлагаемых полимеров. Актуальность разработок данных технологий связана с решением проблемы загрязнения окружающей среды синтетическими полимерами и замена их на биоразлагаемые высокомолекулярные соединения растительного и животного происхождения, соответствующие экологическим нормам.

Ключевые слова: биоразлагаемые полимеры, крахмал, ПЛА (полилактиды), ПГА (полигидроксисалкоаноаты), ПЭТФ (полиэтиленфталат)

BIODEGRADABLE POLYMERS

I.A. Antipova

Student gr. MTMbd-11

Ulyanovsk State Technical University

432027, Ulyanovsk, Severny Venets str., 32

e-mail: intir03@gmail.com

E.S. Vaganova

Ph.D., Associate Professor

Ulyanovsk State Technical University

432027, Ulyanovsk, Severny Venets str., 32

e-mail: katrin_sv@bk.ru

ABSTRACT: An analytical review of literature data on the development of technologies for the production of biodegradable polymers was carried out. The relevance of the development of these technologies is associated with solving the problem of environmental pollution with synthetic polymers and

replacing them with biodegradable high-molecular compounds of plant and animal origin that meet environmental standards.

Keywords: biodegradable polymers, starch, PLA (polylactides), PHA (polyhydroxyalkanoates), PET (polyethylene phthalate)

Экологические проблемы современного мира в значительной степени связаны с производственной деятельностью человека. Ситуация усугубляется возрастающим с каждым годом использованием полимерных материалов, отходы которых начинают представлять из себя «мину замедленного действия». С точки зрения устойчивости полимеров в окружающей среде их условно делят на биоинертные и биоактивные.

Биоинертные синтетические материалы, такие как полиэтилен, полистирол, фенолоформальдегидные смолы, фторопласты, поливинилхлорид легки и универсальны, устойчивы к коррозии и к воздействию микроорганизмов, могут служить много лет. Из-за своего нефтехимического происхождения они являются трудно устранимыми.

Отходы биоинертных полимеров либо утилизируются, либо вторично перерабатываются. Однако процессы их утилизации и переработки являются энергозатратными и сопровождаются образованием токсичных отходов. Так при горении фторопластов образуется фосген, поливинилхлорида – сероводород, аминопластов – синильная кислота. Поэтому сейчас особенно актуальными являются безотходные материалы, с ограниченным сроком эксплуатации, к которым относятся биоактивные (биоразлагаемые) полимеры.

К биоактивным полимерам относят только те соединения, которые способны в течение шести месяцев под воздействием естественных микробиологических, химических и физических процессов полностью разрушаться на безопасные отходы (как правило, такие полимеры синтезируются из растительных компонентов и разрушаются до углекислого газа и воды).

Таким образом, благодаря разработке биополимеров можно решить как сырьевые проблемы (использовать возобновляемые ресурсы), так и экологические (отсутствие токсичных отходов) [3-4,9]

В настоящее время доля производимых биополимеров приблизительно равна 2 % от 335 млн. тонн пластиков, производимых ежегодно.

По используемому исходному сырью биоразлагаемые материалы можно классифицировать на три группы. Первая группа – биопластики получаемые непосредственно из биомассы, то есть из экстрагированного крахмала, такого как полимолочная кислота; вторая – биополимеры получаемые из растительных масел и последние из полигидроксиалканоатов (ПГА).

Доля полилактида (ПЛА, PLA) в производстве биопластиков составляет 10 %. ПЛА является термопластичным алифатическим полиэфиром с брутто формулой $(C_3H_4O_2)_n$, мономером которого могут быть молочная кислота или лактид (ее циклический димер). На рис. 1 представлены схемы получения полилактида в результате поликонденсации молочной кислоты и полимеризации лактида. Исходным сырьем служат растения с высоким содержанием полисахаридов (гексозаны) такие как, кукуруза, тростник, сахарная свекла, рис.

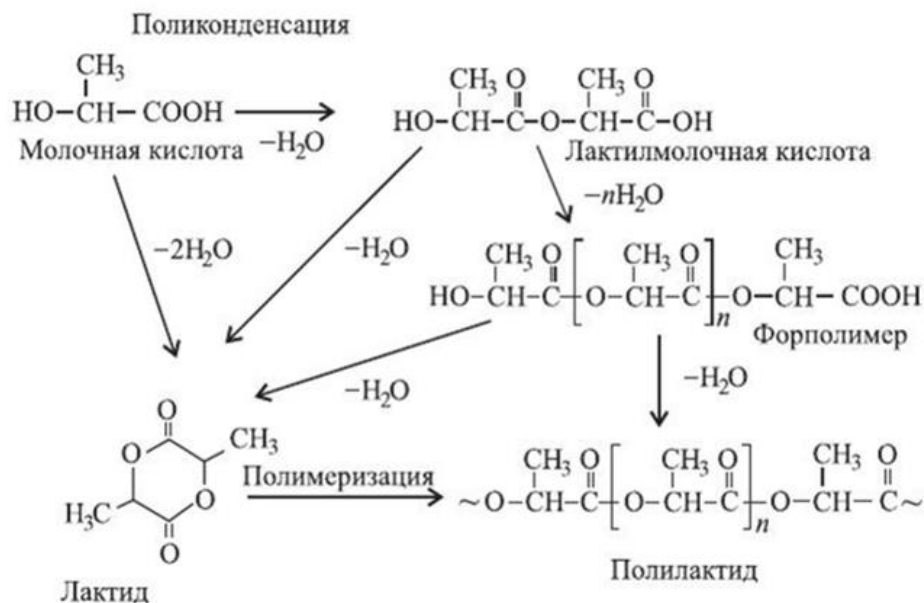


Рис.1. Получение полилактида поликонденсацией молочной кислоты и полимеризацией лактида

Недостатком данного биополимера является низкая температура стеклования при низкой молекулярной массе, что ограничивает его использование при высоких температурах. Однако по некоторым физико-химическим свойствам ПЛА не уступает полипропилену, поэтому изготовленные из него изделия обладают определенным уровнем прочности и высоким модулем растяжения, высокой прозрачностью и блеском, что нашло свое применение в медицинских имплантах, плёнке (ориентированной и усадочной), одноразовой посуде, контейнерах для пищевых продуктов и бутылках. [1-3, 10]

Разрушение ПЛА происходит через расщепление эфирных связей. Полимерные цепи распадаются на короткие олигомеры, димеры, момеры. В частности, в карбоновую кислоту и спирт путём химического гидролиза. Малые частицы проходят через клеточные стенки организмов и используются как субстрат для их биохимических процессов. Поэтому при биоразложении полимолочная кислота не загрязняет окружающую среду[10].

Доля алифатических полиэфиров на основе гидроксикарбоновых кислот – (ПГА, РНА) в производстве биопластиков составляет 1%. (рис.2). ПГА получают методом прямой ферментации растительного сахара микроорганизмами. По своим свойствам они близки к обычным полимерам, но при изменении окружающей среды микроорганизмы начнут разлагать полигидроксиоксаноаты в ходе метаболизма, что делает их полностью биodeградируемым пластиком. Для ПГА характерно отсутствие цито- и иммунной токсичности, кроворазрушения, аллергической реакции. Доказана его биологическая совместимость на клеточном, тканевом и организменном уровнях, что позволяет использовать ПГА для производства медицинских имплантов. [1, 2]

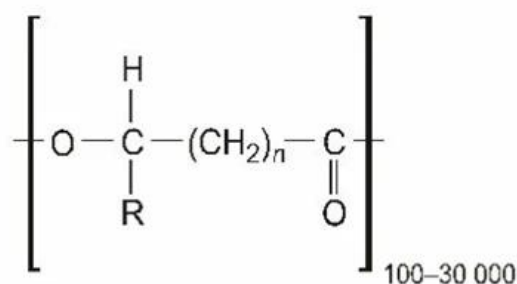


Рис.2. Структура полигидроксиоксаноатов

Большое внимание уделяется разработкам бополимеров на основе крахмала, поскольку это самое доступное сырье, что экономически конкурентно способнее масел. Обычно используют кукурузный крахмал, хотя исследуются и другие источники, такие как картофель, ячмень, рис, свекла.

Доля крахмальных смесей в производстве биополимеров составляет 18 %. Крахмал является природным полимером, гранулы которого состоят из макромолекулярных структур, расположенных слоями. Его гранулы состоят из внешнего слоя амилопектина и амилозы внутри. Пропорции составляющих крахмала варьируются в зависимости от источника получения.

Крахмал условно можно отнести к термопластичным полимерам, поскольку переходить в расплавленное состояние он может только при высоких температурах и в присутствии модифицирующих добавок (пластификаторов). Только при соблюдении данных условий, когда крахмал перейдет в разжиженное состояние, можно использовать оборудование, используемое для биоинертных полимеров. Вместе с тем крахмал имеет ряд недостатков: гидрофильный характер, значительное изменение свойств при переработке, сравнительно плохие механические свойства [7-8].

При этом на свойства изделий из крахмала во многом влияет способ

его обработки. Так, например получение декстрина (продукта деструктуризации картофельного или кукурузного крахмала) и экструзия пшеничного крахмала приводят к снижению полимеризации амилозы и амилопектина. Следует отметить, что механическая прочность биоплёнок, на основе декстрина и экструдированный крахмал ниже, чем у плёнок с амилопектином. Деструктурированный крахмал используют во вспененных листах и как замену полистиролу. [5-8]

Таким образом, технологии и производство биопластиков является важным направлением рационального природопользования. Уровень современной науки позволяет открывать всё большие перспективы для обеспечения способности к биоразложению полимеров с меньшим количеством загрязняющих веществ и выбросов. Однако, из-за дороговизны биологически разлагаемым пластикам пока трудно конкурировать с обычными полимерами. Использование биоразлагающих добавок также приводит к удорожанию изделий из полимера.

Библиографический список:

(журналы) 1. Н.Ш. Валеева Биополимеры- перспективный вектор развития полимерной промышленности / Н.Ш. Валеева, Г.Б. Хасанова // Вестник Казанского технологического университета. 2013. №22. С. 184-187.

2. Н.Г. Васильева Биоразлагаемые полимеры // Вестник Казанского технологического университета. 2013. № 22. С. 156-157.

3. Ф.Ш. Вильданов Биоразлагаемые полимеры - современное состояние и перспективы использования / Ф.Ш. Вильданов, Ф.Н. Латыпова, П.А. Красуцкий, Р.Р. Чанышев // Башкирский химический журнал. 2012. № 1. С. 135-139.

4. В.Ф. Долганюк Исследование качественных характеристик природных биополимеров / В.Ф. Долганюк, Л.К. Асякина, Д.Д. Белова // Вопросы науки и образования. 2018. №21(33). С. 16-20.

5. А.Ш. Закирова Влияние биополимеров на физико-механические свойства пленок / А.Ш. Закирова, А.В. Канарский, Ю.Д. Сидоров // Пищевая промышленность. 2012. №6. С. 18-19.

6. В.В. Колпакова Биоразлагаемые полимеры: составные биокomпоненты и технологические решения производства / В.В. Колпакова, И.С. Усачев, Д.А. Соломин // Пищевая промышленность. 2019. № 12. С. 51-57.

7. П. Никитенко Хитозан – полимер будущего / П.Никитенко, Л. Хрустицкая // Наука и инновации. 2013. №9(127). С. 14-17.

8. Е.Н. Подденежный Прогресс в получении биоразлагаемых композиционных материалов на основе крахмала (обзор) / Е.Н. Подденежный, А.А. Бойко, А.А. Алексеенко, Н.Е. Дробышевская, О.В.

Урецкая // Вестник Гомельского государственного технического университета им. П.О. Сухого. 2015. № 2. С. 31-41.

9. Г.Б. Хасанова Биоразлагаемые полимеры – путь к устойчивому развитию природы и общества // Вестник Казанского технологического университета. 2014. № 18. С. 323-325.

10. L. Jimenez Polylactic Acid (PLA) as a Bioplastic and its Possible Applications in the Food Industry / L. Jimenez, MJ Mena, J. Prendiz, L. Salas, J. Vega-Baudrit // Journal of Food Science & Nutrition. 2019. №5(2).

УДК 678.8

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

Л.А. Дергунова

Студент гр. МТМбд-31

Ульяновский государственных
технический университет

432027, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, 32

e-mail: dergunova.lyuba@inbox.ru

Р.М. Хайруллова

Студент гр. МТМбд-31

Ульяновский государственных
технический университет

432027, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, 32

e-mail: htubyf2508@mail.ru

Е.С. Ваганова

К.х.н., доцент

Ульяновский государственный
технический университет

432027, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, 32

e-mail: katrin_sv@bk.ru

АННОТАЦИЯ: Рассмотрены свойства полимерных наноккомпозитов, в составе которых присутствуют углеродные нанотрубки, и проанализированы факторы, влияющие на них. Приведены примеры использования материалов на основе нанотрубок в различных сферах жизни человека и их свойства.

Ключевые слова: полимеры, наноккомпозиты, углеродные нанотрубки.

ANALYSIS OF FACTORS AFFECTING THE PROPERTIES OF POLYMER NANOCOMPOSITES USING CARBON NANOTUBES

L.A. Dergunova

Student

Ulyanovsk State Technical University

432027, Ulyanovsk, st. Severny Venets, 32

e-mail: dergunova.lyuba@inbox.ru

R.M. Khairullova

Student

Ulyanovsk State Technical University

432027, Ulyanovsk, st. Severny Venets, 32

e-mail: htubyf2508@mail.ru

E.S. Vaganova

Ph.D., Associate Professor

Ulyanovsk State Technical University

432027, Ulyanovsk, Severny Venets str., 32

e-mail: katrin_sv@bk.ru

ABSTRACT: The properties of polymer nanocomposites containing carbon nanotubes are considered and the factors influencing them are analyzed. Examples of the use of CNT-based materials in various spheres of human life and their properties are given.

Keywords: polymers, nanocomposites, carbon nanotubes, properties

На физико-химические свойства полимерных нанокомпозитов, армированных углеродными нанотрубками (УНТ), оказывают влияние как свойства матрицы, так и наполнителя, кроме того, важно учитывать способ получения композиционного материала [1].

Свойства матрицы и наполнителя

Исследования [2] показывают, что введение наноразмерных наполнителей (например, графена и нанотрубок), обладающих высокими значениями теплопроводности, увеличивает теплопроводность полимерных композиционных материалов.

Кроме того, влияние оказывают размер, форма и ориентация вводимых армирующих компонентов [1,2]. Так, материалы, армированные углеродными нанотрубками длиной от 10 мкм, имеют большую теплопроводность (в 7-12 раз выше) по сравнению с образцами, армированными нанотрубками длиной 0,15-12 мкм [1].

Аналогично введение УНТ влияет на электропроводность композита и на электрофизические свойства в целом.

Также на физико-химические свойства оказывает влияние модифицирование углеродных наполнителей. Например, обработка смесью из пероксида водорода, серной и азотной кислот позволяет избежать агрегирования нанотрубок и усилить взаимодействие с матрицей [3].

Способ получения

Способом получения материала определяется распределение армирующих компонентов, которые вместе со своим размером, формой и ориентацией оказывают влияние на свойства нанокompозитов.

Опираясь на работу [4], можно сделать вывод, что на размещение нанотрубок в матрице и на их контактное сопротивление между собой влияет метод получения композитных материалов с наночастицами.

При получении полимерного композита в расплаве материал, матрица которого содержит агрегированные нанотрубки, будет больше подвержен образованию трещин, чем материал, не содержащий их [5].

При изготовлении из растянутого массива вертикально ориентированных нанотрубок композиты обладают высокой электропроводностью [4].

Метод получения, основанный на химическом осаждении из газовой фазы, позволяет создавать прочные полимерные композиционные материалы с высокой электропроводностью [4].

Свойства продукции на основе нанотрубок

Более сбалансированными свойствами и устойчивостью к деформации обладают материалы, сделанные для применения в автомобильной сфере (соединители, детали насоса, трубки, уплотнительные кольца, бамперы, крышки топливных баков и т.д.).

В материалах, которые используются в коммуникации и для связи, в частности выполняя такую функцию, как защита электронной аппаратуры от электромагнитных помех, повышается эффективность экранирования электромагнитных излучений и уменьшается их отражение.

Также в строительстве для защиты человека от загрязнения при электромагнитных излучениях используют экранирующие пленки, краски, покрытия, которые делают из композитного материала с повышенными экранирующими свойствами.

Добавление УНТ в полимерные материалы для создания технологических инструментов, ленты для конвейера и другого оборудования, используемого в электронике, помогает сбалансировать свойства продукта, а также улучшает способность к обработке для отливки тонких частей. Нанотрубки в качестве добавок также увеличивают устойчивость к деформации и контроль удельного сопротивления поверхности.

С развитием медицины и новых технологий в этой сфере обостряется проблема создания более усовершенствованных материалов и конструкций, соответственно, которые должны обладать особыми определенными свойствами, в частности прочность, легкость, устойчивость к деформации и другие. Их можно получить с помощью изготовления составов на основе углеродных нанотрубок. Например, такие имплантаты обладают лучшей биосовместимостью, а фильтрующие и

адсорбирующие материалы – способностью задерживать бактерии и вирусы. Еще один пример – биосенсоры. Благодаря УНТ в их составе чувствительность к веществам и ферментам, которые нужно определить, гораздо повышается.

Таким образом, добавление углеродных нанотрубок в полимерные нанокompозиты существенно улучшает те или иные свойства, которые значительно расширяют и продвигают возможности использования конечной продукции с использованием УНТ.

Библиографический список:

(журналы) 1. Макарова И. А. и др. Особенности получения дисперсных смесей электропроводящих полимеров с углеродными нанотрубками //Вестник Ульяновского государственного технического университета. – 2021. – №. 3 (95). – С. 17-20.

2. Майникова Н. Ф. и др. Исследование влияния углеродных нанонаполнителей на свойства композитов на основе полипропилена //Пластические массы. – 2020. – №. 3-4. – С. 23-25.

3. Макарова И.А. Снижение экологической опасности смазочно-охлаждающих жидкостей стабилизацией углеродными нанотрубками и утилизацией отработанных эмульсий]: дис. ... канд. хим. наук: 03.02.08 / Макарова Ирина Алексеевна. – Ульяновск, 2018. – 122 с.

4. Кондрашов С. В. и др. Перспективные технологии получения функциональных материалов конструкционного назначения на основе нанокompозитов с УНТ (обзор) //Труды ВИАМ. – 2016. – №. 3 (39).

5. Кондрашов С. В. и др. Физико-механические свойства нанокompозитов с УНТ (обзор) //Труды ВИАМ. – 2016. – №. 5 (41). – С. 59-81.

УДК 678

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ДЕСТРУКЦИЮ ПОЛИМЕРОВ

С.Н. Романов

Студент гр. МТМбд-31

Ульяновский государственный
технический университет

432027, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, 32

e-mail: r2s0n01@gmail.com

П.Н. Леушкин

Студент гр. МТМбд-31

Ульяновский государственный
технический университет

432027, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, 32

e-mail: grengo0613@mail.ru

Е.С. Ваганова

К.х.н., доцент

Ульяновский государственный

технический университет

432027, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, 32

e-mail: katrin_sv@bk.ru

АННОТАЦИЯ: Данная статья посвящена влиянию окружающих факторов на деструкцию полимеров. В статье затронут принцип изменения полимеров на молекулярном уровне и рассмотрены типы факторов, инициирующие процесс деструкции, а также описывается польза и вред деструкции для человека.

Ключевые слова: полимеры, деструкция, разрушение, факторы.

INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL FACTORS ON POLYMER DESTRUCTION

S.N. Romanov

Student

Ulyanovsk State Technical University

432027, Ulyanovsk, st. Northern Crown, 32

e-mail: r2s0n01@gmail.com

P.N. Leushkin

Student Ulyanovsk State Technical University

432027, Ulyanovsk, st. Northern Crown, 32

e-mail: grengo0613@mail.ru

E.S. Vaganova

Ph.D., Associate Professor

Ulyanovsk State Technical University

432027, Ulyanovsk, Severny Venets str., 32

e-mail: katrin_sv@bk.ru

ABSTRACT: This article is devoted to the influence of environmental factors on the degradation of polymers. The article touches upon the principle of changing polymers at the molecular level and considers the types of factors that initiate the process of destruction, and also describes the benefits and harms of degradation for humans.

Keywords: polymers, destruction, disruption, factors.

Термином “деструкция” называют процесс разрушения связей между частями молекул полимера под влиянием одного или нескольких факторов окружающей среды. В результате деструкции уменьшается степень полимеризации полимера и его молекулярная масса. Данный процесс подразделяют по месту прохождения: в главной цепи или в боковых разделах макромолекулы. Распад главной цепи в свою очередь происходит

в случайном порядке - с равными шансами разрыва связи в произвольном месте молекул полимеров или по сценарию деполимеризации - последовательного отсоединения звеньев мономера с концов цепи.

Контролировать температуру и другие условия, такие как давление, необходимые для деградации в реальной жизни трудно. По большей части источником деструкции являются окружающие факторы, которые неблагоприятны для существования макромолекул. Теоретически причина может быть одна, но на практике это комплекс одновременно воздействующих на полимер факторов, которые и приводят к деструкции. Влияющий на полимер фактор устанавливает тип деструкции - термическая, фотохимическая, радиационная и химическая.

Термическая деструкция подразумевает собой процесс распада макромолекул полимера в результате влияния повышенной температуры. В отсутствии кислорода, процесс протекает по радикально-цепному сценарию. В результате разрушения полимеров от термической деструкции при определенных условиях формируются небольшие цепи разного строения (к примеру, при деструкции полиэтилена), в оставшихся случаях возникает формирование мономера. В процессе термической деструкции полимера другие вещества, такие как добавки, также могут участвовать в ответной реакции, вызывая сброс загрязняющих веществ в окружающую среду. Данный процесс охватывает ионные, молекулярные и радикальные реакции [1].

Фотохимическая деструкция относится к явлению разрыва цепи, инициированного светочувствительными группами в полимерных цепях (к примеру: карбоксильные, карбонильные и ненасыщенные связи) из-за действия света и присутствия кислорода. Данный метод нередко встречается в повседневной жизни и играет важную роль. Свет, который зачастую является источником энергии для электронов в полимере, осуществляет его возбуждение, что в конечном итоге приводит к реакции разрыва цепи. Нельзя не отметить, что в результате уменьшается молекулярная масса исходного полимера, а также происходит разрыв цепи, который отрицательно влияет на многие свойства. Пик деформации полимера появляется при использовании ультрафиолетовых лучей. К положительным сторонам данной деструкции можно отнести ее экономическую выгоду, так как источники света (основа) легко доступны. Также она популярна на рынке, и к тому же, экологична, что только подстегивает заниматься ее продвижением и развитием [2].

При радиационной деструкции на полимер идет мощная ионизирующая радиация, в том числе процесс происходит из-за влияния ускоренных ионов и электронов. В данном процессе осуществляется отделение водорода и малых боковых групп от макромолекул полимера, и

в тоже время процесс может проводиться вместе с сшиванием макромолекул [3].

Химическая деструкция подразумевает под собой процесс распада макромолекул полимера вследствие химических агентов. Она более свойственна для гетероцепных полимеров, включающие в главной цепи группы, готовые к химическим изменениям. Данную деструкцию подразделяют на группы в соответствии с активным агентом: окислительная, гидролитическая и озонная.

Биодеструкция - крайне сложный процесс. Даже сегодня некоторые ее механизмы изучены не до конца. Это биохимический и биофизический процесс, который принято подразделять на три стадии. На первой стадии происходит непосредственное появление и закрепление определенных бактерий на поверхности полимера. В дальнейшем происходит разрыв цепи инициированный выделяемыми бактериями ферментом. Данный фермент провоцирует реакции гидролиза и окисления. Этим можно охарактеризовать вторую фазу. В заключении происходит поглощение частей цепи с низкой молекулярной массой, дальнейшее их переваривание и выделение в окружающую среду бактериями. Хотя биодеструкция и является перспективным направлением, но ее ощутимые недостатки, такие как дороговизна материалов, узкий спектр применения и отсутствие технологий производства затрудняют ее продвижение и развитие. В перспективе развитие технологий существенно снизит экологическое загрязнение и даст толчок таким отраслям как медицина, энергетики и сельскому хозяйству [4].

Процесс деструкции приводит к ухудшению свойств полимеров, деградации цепи и в конечном итоге разрушению материала. В процессе работы с полимерами, при их обработке и последующего применения, дабы противостоять деструкции используют разного рода способы стабилизации полимерных материалов. Но несмотря на весь вред деструкции, человек научился использовать ее себе во благо, пользуясь ей для образования новых полимеров или придания им новых свойств. Так, контролируемую деструкцию применяют в механосинтезе сополимеров и в пластикации каучуков, для приобретения нужных низкомолекулярных веществ.

Библиографический список:

- (книги)1. Грасси Н., Скотт Дж. Деструкция и стабилизация полимеров. М., Мир, 1988, С. 29-36.
2. А. А. Стрепихеев, В. А. Деревицкая. Основы химии высокомолекулярных соединений. Изд. 3-е, пер. и доп. М., Химия, 1976, С. 290.
3. Новый справочник химика и технолога: электродные процессы. Химическая кинетика и диффузия. Коллоидная химия / ред. С. А. Симанова. -

СПб.: Профессионал, 2004, С. 109.

4. Тугов И.И., Кострыкина Г. И. Химия и физика полимеров. М.: Химия, 1989, С. 192-198.

УДК 678

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФОТОПОЛИМЕРОВ ДЛЯ 3-D ПРИНТЕРА

Т.А. Рябова

Студент гр. МТМбд-21

Ульяновский государственный технический университет

432027, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, 32

e-mail: katrin_sv@bk.ru

М.В. Нагаткина

Студент гр. МТМбд-21

Ульяновский государственный технический университет

432027, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, 32

e-mail: katrin_sv@bk.ru

Е.С. Ваганова

К.х.н., доцент

Ульяновский государственный технический университет

432027, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, 32

e-mail: katrin_sv@bk.ru

АННОТАЦИЯ: Области применения фотополимеров неуклонно растут, охватывая всевозможные области применения. 3-D печать является одним из способов получения трехмерных объектов путем послойного нанесения материала, этот способ обеспечивает уменьшение отходов при производстве. Их свойства являются уникальными и легко изменяемыми. Процесс производства моделей является простым и удобным, что позволяет использовать их не только коммерческим предприятиям, но и обычным потребителям.

Ключевые слова: 3-D печать, принтер, полимер, фотополимер, модель.

USING PHOTOPOLYMERS FOR A 3-D PRINTER

T.A. Ryabova

Student

Ulyanovsk State Technical University

432027, Ulyanovsk, Severny Venets str., 32

e-mail: katrin_sv@bk.ru

M.V. Nagatkina

Student

Ulyanovsk State Technical University

432027, Ulyanovsk, Severny Venets str., 32

e-mail: katrin_sv@bk.ru

E.S. Vaganova
Ph.D., Associate Professor
Ulyanovsk State Technical University
432027, Ulyanovsk, Severny Venets str., 32
e-mail: katrin_sv@bk.ru

ABSTRACT: The fields of application of photopolymers are steadily growing, covering all kinds of applications. 3-D printing is one of the ways to obtain three-dimensional objects by layering the material, this method reduces waste during production. Their properties are unique and easily changeable. The production process of models is simple and convenient, which allows them to be used not only by commercial enterprises, but also by ordinary consumers.

Keywords: 3-D printing, printer, polymer, photopolymer, model.

Быстрый скачок развития науки и техники имеет непосредственное отношение к изменениям во всех областях производства, которые в свою очередь влияют на нашу повседневную жизнь. На сегодняшний день, происходят изменения в процессе проектирования технических средств, создаются новые технологии, которые внедряют в процессы производства современные научные разработки с использованием новейших материалов. С помощью компьютерных технологий, являющиеся неотъемлемой частью нашей жизни, появляются новые возможности, которые позволяют нам стирать грань между реальным и виртуальным миром. Одним из таких технологий является 3-D принтер, он способен не только создавать объемные объекты из любого вида материала, но и изменять производство готовой продукции [1].

Истоки создания 3-D принтера начинаются с Хидео Кодама японского доктора муниципального промышленного исследовательского института. Он подал заявку на регистрацию патента на прибор, который при помощи ультрафиолетового света создавал слоями объект из фотополимерной смолы. Но ввиду неких обстоятельств Хидео Кодама не завершил свой проект [2].

В 1983 году Ален Ле Мехо, Оливье де Витт и Жан-Клод Андре инженеры из французского национального центра научных исследований создали устройство, которое называли «фрактальный объект», это устройство с использованием лазера превращало мономер в полимер. Инженеры так же подали заявку на патент и представили свой первый объект «винтовую лестницу», созданную на своем устройстве, а саму технологию инженеры назвали «стереолитографией». К сожалению, институт не видел перспектив в данном изобретении и патент не был использован для своего дальнейшего использования [2].

В тоже время американец по имени Чак Халл, работавший в компании, которая делала покрытия для мебели при использовании УФ-

свечения, создал прибор, вскоре получивший название «Аппарат для создания трехмерных объектов с помощью стереолитографии». Создание пластмассовых деталей для прототипирования новых конструкций изделий занимало два месяца, так как это был долгий и трудоемкий процесс, Чак искал всевозможные выходы, которые ускорили бы процесс. Вскоре ему пришла идея совместить УФ-свечение и размещение тонкого пластика послойно. Компания выделила для него лабораторию, в которой он днями и ночами воссоздавал свою идею. В качестве основного материала Халл использовал фотополимеры на акриловой основе, которые под воздействием ультрафиолетового света затвердевали.

После долгих исследований Чак смог удачно напечатать свой первый объект, которым стала чашка для промывки глаз. Именно эта чашка считается первой официальной 3-D-печатной моделью в мире, которая до сих пор хранится в семье Халл. 8 августа 1984 года Чак подал заявку на патент и после одобрения 11 марта 1988 года, он создал свою компанию «3-D Systems» и выпустил на рынок первый 3-D принтер – модель SL1 [3]. В это же время молодой студент техасского университета Карл Декард и его преподаватель профессор Джо Биман, создали новый способ 3-D печати. Это было селективное лазерное спекание SLS, при котором лазер превращает сыпучий порошок в твердый материал. Стоит отметить, что именно Карлу принадлежала эта идея. В 1987 году они основали свою корпорацию Desk Top Manufacturing (DTM) Corp, но в то время была коммерчески недоступна SLS 3-D печать и в 2001 году Чак Халл выкупил их компанию. Также в 1989 году авиационный инженер Скотт Крамп создал самый просто и дешевый способ 3-D печати - FDM (Fused Deposition Modelling).

Идеей создания данного способа была игрушечная лягушка, Крамп искал способ создать игрушку для своей дочери и использовал горячий клеевой пистолет, он расплавил пластик и разлил его по слоям. На сегодняшний день 3-D печать стала доступна каждому потребителю, цены на принтеры стали меньше, а их использование стало удобнее и проще. 3-D печать стала популярна в таких отраслях как литейное производство, архитектура, машиностроении, ювелирное дело и т.д. Перспективы 3-D печати нескончаемы – от строительства домов до нейрохирургии, от печати шоколадом до печати металлом [2].

Почему же именно полимеры являются основой для создания материалов для 3-D печати? Полимеры – это современные материалы, которые используются для изготовления большого количества предметов, используемых в нашей повседневной жизни. Полимеры являются синтезированными синтетическими веществами с заданными свойствами, позволяя применять их в различных отраслях производства. Главным отличием полимеров от других веществ является размер молекул, которые

называются макромолекулами. Каждая молекула состоит из цепочки мономерных звеньев, которые связаны между собой, чем больше звеньев, тем больше молекулярный вес, который играет главную роль в степени полимеризации. Именно из-за этих качеств полимеры обладают механическими свойствами, которые наиболее подходят для 3-D печати. На сегодняшний день, наиболее передовым материалом являются фотополимеры – это вещества, которые изменяют свои свойства и агрегатное состояние при попадании на них УФ-лучей. В зависимости от сферы применения фотополимеры делятся на две группы:

1) стереолитография (SLA/DLP/LCD), в этом случае материал находится в специальной ванне принтера и засвечивается лазером или ультрафиолетовой матрицей;

2) многоструйная печать (MJP), в этом случае жидкий фотополимер, подаваемый в аддитивную установку, накладывается тонкими слоями и приобретает прочность под действием УФ-света.

Многообразие механических свойств фотополимеров делает их универсальным материалом, они могут иметь различные цвета, эластичность, жесткость, матовость, термостойкость и обладать другими многими характеристиками [4]. Фотополимеры по сравнению с другими материалами имеют высокую детализацию, возможность выращивать геометрически сложные изделия, превосходные физико-химические свойства. Эти свойства позволяют развивать трехмерную печать, и вскоре 3-D принтеры будут присутствовать на большей части производственных учреждений.

Библиографический список:

(журналы) 1. Дожделев А. М., Лаврентьев А. Ю. Обзор фотополимерных материалов для 3D-печати методом стереолитографии // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2020. № 9-2 (48). С. 99–101.

2. Александр Корнвейц // Краткая история появления 3-D печати. [Электронный ресурс], 2021.

3. Как Чак Халл изобрел 3D-печать. [Электронный ресурс], 2018.

4. Алексей Чехович // 5 преимуществ фотополимеров. [Электронный ресурс], 2019.

УДК 628.316+628.351

ВЛИЯНИЕ ПРОБИОТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ НА КАЧЕСТВО ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Е.В. Чаукова

Сотрудник

Ульяновский государственный
технический университет

432027, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, 32

e-mail: e.chaukova@ulstu.ru

И.А.Макарова

Доцент

Ульяновский государственный

технический университет

432027, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, 32

e-mail: gorlovskaya.irin@bk.ru

АННОТАЦИЯ: в статье рассматривается влияние пробиотических средств на качество очистки сточных вод. Изучены результаты работ разных исследователей. Выявлены преимущества использования пробиотических средств в исследуемой теме.

Ключевые слова: сточная вода, очистка, пробиотик, пробиотическое средство.

INFLUENCE OF PROBIOTIC PRODUCTS ON THE QUALITY OF WASTE WATER TREATMENT

E.V.Chaukova

Employee

Ulyanovsk State Technical University

432027, Ulyanovsk, st. Severnyj Venec, 32

e-mail: e.chaukova@ulstu.ru

I.A.Makarova

Assistant professor

Ulyanovsk State Technical University

432027, Ulyanovsk, st. Severnyj Venec, 32

e-mail: gorlovskaya.irin@bk.ru

ABSTRACT: the article discusses the effect of probiotic agents on the quality of wastewater treatment. The results of the work of various researchers have been studied. The benefits of using probiotics are revealed in the research topic.

Keywords: wastewater, cleaning, probiotics, probiotic agent.

В последние годы проблема чистой воды на нашей планете стала настолько напряженной, что зачастую именно недостаточное количество водных ресурсов лимитирует рост городов и развитие промышленности. Несмотря на то, что очистке хозяйственно-бытовых и промышленных стоков уделяется большое внимание, все еще имеются случаи, когда происходит сброс недостаточно очищенных или вовсе неочищенных сточных вод, наносящих большой вред экологическим системам и в конечном итоге жизням людей. Поэтому изучение и применение современных способов очистки сточных вод, одним из которых является использование пробиотических средств, становится все более актуальными.

Очистка сточных вод (СВ) предполагает по собой широкий комплекс мероприятий по удалению загрязняющих веществ, содержащихся в промышленных и бытовых стоках, перед их сбросом в места скопления или хранения воды. Это сложный и трудоёмкий процесс, одним из этапов которого может стать применение пробиотических средств для интенсификации очистки СВ.

Пробиотики – это благотворные (полезные) бактерии, применяемые в сложных системах или средах. Многие виды микроорганизмов используются при разработке пробиотических препаратов, и изучение новых видов для использования в производстве пробиотических средств продолжается многими исследователями. Однако чаще всего в исследованиях используют группу пробиотических препаратов на основе бактерий рода *Bacillus*.

Спорообразующие аэробные микроорганизмы рода *Bacillus* являются автотрофами, синтезирующими биологически активные вещества. Как объект изучения возможностей использования живых организмов они являются наиболее перспективной группой микроорганизмов и представляют большой интерес для практиков и исследователей различного профиля, разрабатывающих, производящих и применяющих препараты на основе пробиотиков. Стабильность спор при хранении, во многом определяющая эффективность препаратов, является важным фактором для практического применения.

Использование пробиотиков позволяет реализовать рентабельные проекты по очистке СВ в различных отраслях промышленности, включая биологическую очистку воздуха и воды. Применение пробиотиков включает в себя: очистку хозяйственно-бытовых и промышленных СВ, очистку загрязненных мест скопления или хранения воды, рекультивацию почвы, загрязненной токсичными отходами, обработку органических и твердых отходов, устранение запаха, удаление жира/масел, органическое садоводство и земледелие, аквакультуру и многое другое.

Суть механизма применения пробиотических средств в очистке СВ заключается в увеличении эффективности работы микроорганизмов в биологических реакциях, результатом которых является разложение сложных веществ на простые, что создает условия к уменьшению содержания загрязнений, имеющих органическое происхождение, и более интенсивному окислению, которое приводит к повышению качества очистки СВ.

Использование пробиотиков в очистке СВ демонстрируют свою перспективность для достижения следующих целей: увеличения эффективности процессов очистки сточных вод; уменьшения объема образующихся осадков, увеличения содержания растворенного кислорода в иловой смеси, протекающей в аэротенках, благодаря чему возможно

сокращение расхода воздуха на аэрацию. Также благодаря применению пробиотических средств возможно снижение уровня выделения веществ, оказывающих отрицательное влияние на организм человека и окружающую среду, из сточной жидкости и, следовательно, сокращения уровня запаха.

Перспективность применения пробиотических средств в процессе очистки сточных вод отмечают многие исследователи. Так, в своей работе В.В.Маркин отмечает благотворное влияние пробиотических препаратов на процессы очистки СВ: происходит интенсификация процессов очистки, сокращается уровень запаха, исходящий от стоков, и в целом повышается экологическая безопасность очистных сооружений. В то же время, по сравнению с применением биоцидов, при использовании которых у микроорганизмов-загрязнителей развивается резистентность и становится все более необходимым их применение и повышение концентрации, особенностью применения пробиотических препаратов для очистки СВ является введение пробиотиков от изначально высокой дозы и постепенного снижения дозировки до определенного минимального значения [1]. Н.В.Санникова в своей исследовательской работе также отмечает, что использование пробиотиков благоприятно воздействует на увеличение эффективности процессов биологической очистки СВ, сокращение концентраций загрязняющих веществ по всем исследуемым показателям: рН, взвешенные вещества, ХПК, БПК₅, нитраты, нитриты, фосфаты, жиры, аммонийный азот, позволяет значительно снизить степень окраски и интенсивность запаха сточных вод [2].

Таким образом, в связи с многочисленными преимуществами использования пробиотиков в различных отраслях промышленности, разработка новых технологий производства и применения пробиотиков является одной из перспективных задач развития биотехнологии.

Библиографический список:

(журналы) 1. Маркин В.В. Повышение экологической безопасности и эффективности работы канализационных очистных сооружений с помощью пробиотических препаратов // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2016. – № 3 (119). – С. 109-114.

2. Санникова Н.В. Актуальность использования пробиотических препаратов при очистке сточных вод сельскохозяйственных предприятий/ Н.В. Санникова, О.В. Шулепова, О.В. Ковалева //Агропродовольственная политика России. – 2019. – № 1 (85). – С. 13-17.

УДК 579.66

ПРОТАТРАНЫ – БИОСТИМУЛЯТОРЫ ПРОТЕОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ ДРОЖЖЕЙ *CANDIDA ETHANOLICA*

А.С. Кирюхина

Аспирант гр. аТХП-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

Е.А. Привалова

К.х.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: epriv@istu.edu

С.Н. Адамович

Д.х.н., с.н.с.

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

664033, г. Иркутск, ул. Фаворского, 1

e-mail: mir@iriioch.irk.ru

АННОТАЦИЯ. Целью исследования являлось изучение возможности применения биологически активных соединений – протатранов – для увеличения протеолитической активности дрожжей *Candida ethanolica*. Протатраны вносили в состав питательной среды в концентрациях от $1 \cdot 10^{-6}$ до $1 \cdot 10^{-8}$ % масс, по отдельности и совместно. Данные исследований показали, что наиболее перспективным является совместное внесение данных веществ в питательную среду в концентрации $1 \cdot 10^{-6}$ % масс. Это привело к увеличению протеолитической активности дрожжей *Candida ethanolica* в 1,4-2,0 раза.

Ключевые слова: протеазы, протатраны, *Candida ethanolica*, стимуляторы.

PROTATRANS AS BIOSTIMULATORS OF PROTEOLYTIC ENZYMES IN YEAST *CANDIDA ETHANOLICA*

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

E.A. Privalova

PhD of Chemistry, Associated Professor

Irkutsk National Research Technical University

83, Lermontov St., Irkutsk, 664074, Russia

e-mail: epriv@istu.edu

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: Biologically active compounds (protatrans) were used to increase the yeast proteolytic activity. Two different protatrans were introduced into the nutrient medium in ultra-low concentrations (from $1 \cdot 10^{-6}$ to $1 \cdot 10^{-8}$ % mass), separately and in combination. The simultaneous presence of these substances (at a concentration of $1 \cdot 10^{-6}$ % mass), was found to be the most effective. This provided an increase in the *Candida ethanolica* enzyme activity by 1.4-2.0 times.

Keywords: proteases, protatrans, *Candida ethanolica*, stimulants.

Протеазы представляют собой гидролитические ферменты, способные расщеплять белки до более низкомолекулярных соединений: пептидов и аминокислот. На долю протеаз приходится почти 60% всего рынка промышленных ферментов. Протеолитические ферменты микробного происхождения широко используются в самых разнообразных производственных технологиях [1,2,3].

В пищевой промышленности микробные протеазы применяют для получения гидролизатов белка [4,5] и продуктов с высоким содержанием пептидов; как аналог химозина (*B. subtilis*, *Endothia parasitica*, *Asp. niger*) [6,7]; для улучшения качества соусов [8]. В виноделии протеазы применяют для удаления белковых помутнений и ускорения фильтрационных процессов [9].

В медицинской практике протеолитические ферменты используют для лечения ожоговых инфекций, заболеваний желудочно-кишечного тракта, а также при лечении ран и послеоперационных осложнений в составе противовоспалительных средств [10,11], в наномедицине [12], для создания биосенсоров [13], в составе растворов для чистки контактных линз [14] и др.

Протеазы также находят применение в иных областях, например, для получения моющих средств (*B. licheniformis*, *Bacillus spp.*) [10,15]; при производстве шелка для удаления серицина (*Bacillus spp.*) [16], в кожевенном производстве (*Bacillus spp.*) [17], для очистки воды, удаления биопленок и обрастаний [17,18].

При получении микробиологических продуктов основной проблемой является повышение и сохранение высокой продуктивности микроорганизмов [19]. Известно, что секреция целевых продуктов различается у микроорганизмов и зависит от таких факторов окружающей среды, как температура, pH, количество и состав источников питания [20], использование стимуляторов роста [21].

Одним из способов повышения ферментативной активности продуцентов протеаз могло бы стать проведение стадии ферментации в присутствии протатранов (далее – Пр). Протатраны – это химические вещества, состоящие из биогенных аминов и биологически активных аналогов фитогормонов. За счет особенностей своего химического состава и строения протатраны способны стимулировать биологические процессы [22-25].

В связи с этим, целью работы было изучение влияния протатранов на протеолитическую активность дрожжей *Candida ethanolica* ВКМ У-2300 Т.

Культивирование дрожжей проводили в присутствии протатранов 1 и 2 (см. таблицу 1) в концентрации $1 \cdot 10^{-6}$ – $1 \cdot 10^{-8}$ % масс. Растворы данных химических соединений стерилизовали методом вакуумной мембранной фильтрации (диаметр пор мембраны 0,1 мкм). Условия культивирования дрожжей: питательная среда 9М, содержащая 1,5% этилового спирта; интенсивность аэрации – 200 об/мин (в шейкере CERTOMAT BS-1); температура – 37 °С; продолжительность – 40 ч. Ферментативную активность определяли по модифицированному методу [26]. Результаты представлены на рисунке 1.

Таблица 1

Структура протатранов

Обозначение	Соединение	Структурная формула
Пр 1	Трис(2-гидроксиэтил)аммоний-4-хлорфенил-сульфанилацетат	<chem>Clc1ccc(cc1)S(=O)(=O)O[N+](C1CCO)CC1</chem>

Пр 2	Трис(2-гидроксиэтил)аммоний-4-хлор-фенил-сульфонилацетат	<chem>Clc1ccc(cc1)S(=O)(=O)CC([O-])[NH+](CCO)CCO</chem>
------	--	---

При культивировании дрожжей без протатранов максимальная протеолитическая активность была отмечена через 8 ч культивирования и держалась на этом уровне в течение 19 ч. Она составляла $86,8-92,4 \pm 4$ Ед/мл к.ж., что превосходит ферментативную активность других активных продуцентов в 3–15 раз [27, 28, 29] (см. рисунок 1), и уступает ферментативной активности протеаз активных продуцентов в 2,5 раза [30] и на 40% [31].

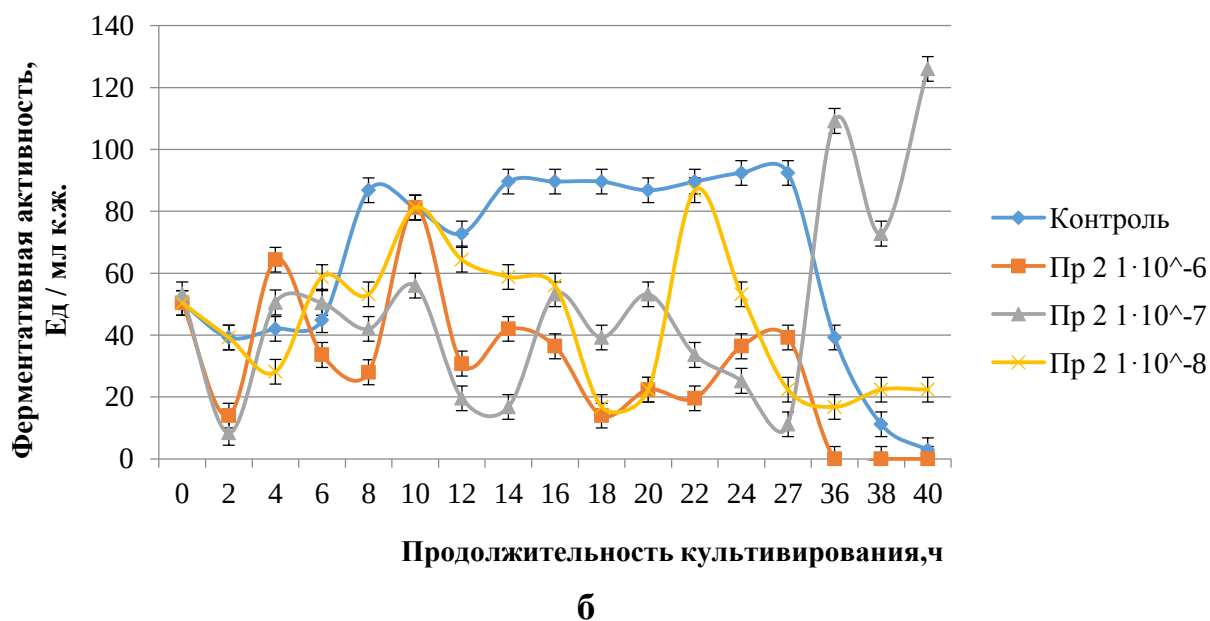
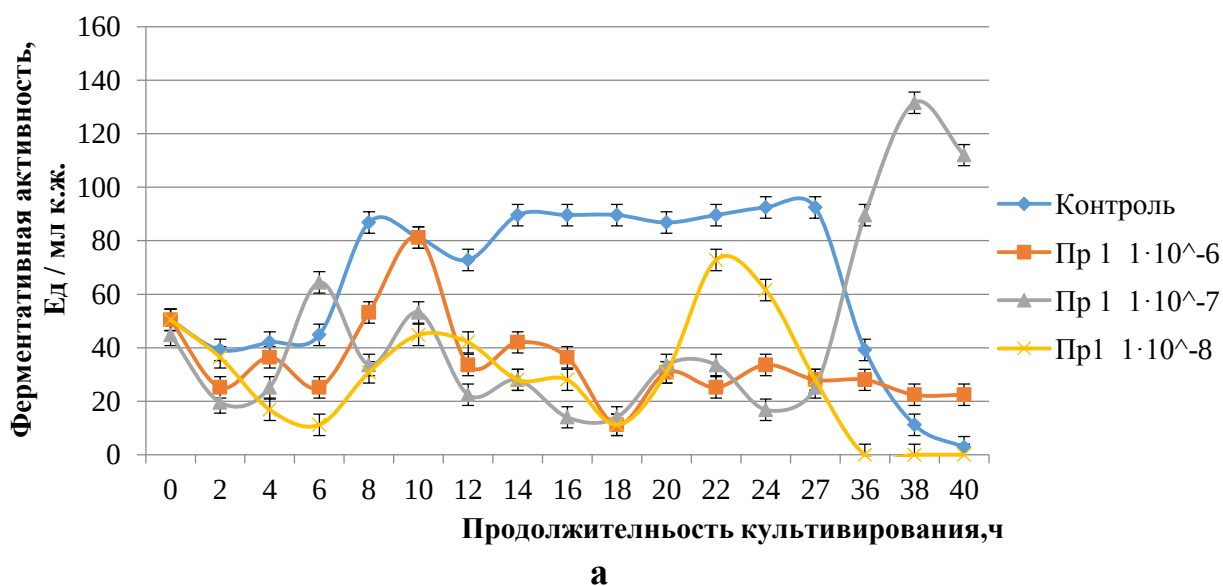


Рисунок 1. Влияние протатранов 1 (а) и 2 (б) на активность протеолитических ферментов

В присутствии как протатрана 1, так и протатрана 2 накопление протеаз в культуральной жидкости было неравномерным и имело несколько пиков в течение всего процесса; при этом лишь 1-2 раза уровень активности фермента достигал уровня контроля (см. рисунок 1). Исключение составила концентрация протатранов, равная $1 \cdot 10^{-7}$ % масс., т.к. активность протеаз при данной концентрации была на 18,4-42,4% выше максимального уровня протеаз в контроле. Однако такой уровень ферментативной активности был непродолжительным и отмечался лишь в самом конце культивирования дрожжей.

Далее было проведено культивирование дрожжей в условиях одновременного присутствия исследуемых протатранов в питательной среде (см. рисунок 2).

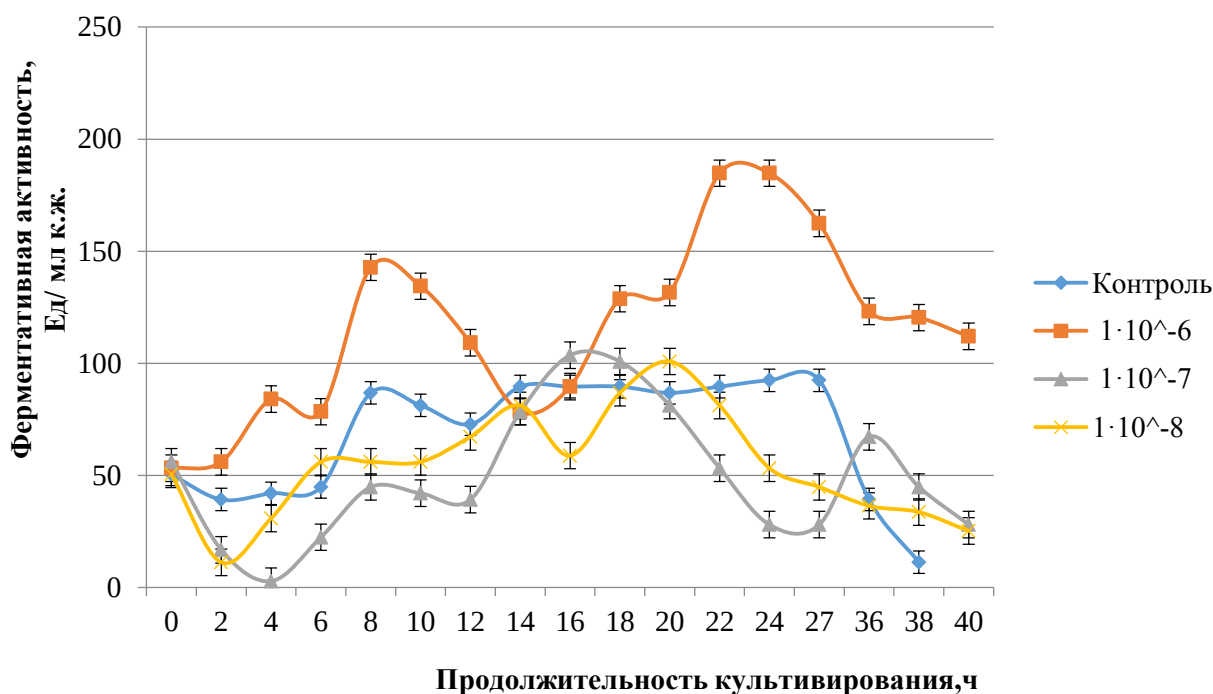


Рисунок 2. Влияние совместного применения протатранов на активность протеаз

В данных условиях при концентрации $1 \cdot 10^{-6}$ % масс. величина протеолитической активности была выше контрольного уровня на 42,8-206,2% (или в 1,4-2,0 раза). Это прослеживалось на протяжении почти всего процесса роста дрожжей, за исключением периода с 14 до 16 ч.

Остальные концентрации протатранов такого эффекта не вызвали, хотя количество подъемов и спадов уменьшилось, кривые стали более сглаженными, а уровни протеолитической активности гораздо чаще были близки или равны контролю.

Таким образом, проведенные исследования показали, что

протатраны 1 и 2 могут быть использованы для повышения уровня внеклеточных протеаз *Candida ethanolica*. Наиболее перспективным является совместное внесение данных соединений в питательную среду в концентрации $1 \cdot 10^{-6}$ % масс.

Библиографический список:

1. Sharma KM, Kumar R, Panwar S, Kumar A. Microbial alkaline proteases: Optimization of production parameters and their properties. J Genet Eng Biotechnol. 2017 Jun; 15(1):115-126 P.
2. Балабан, Н. П. Практическое применение бациллярных протеаз / Н. П. Балабан, М. Р. Шарипова // Ученые записки Казанского университета. Серия: Естественные науки. 2011. Т. 153. № 2. С. 29-40.
3. Balachandran C, Vishali A, Nagendran NA, Baskar K, Hashem A, Abd Allah EF. Optimization of protease production from *Bacillus halodurans* under solid state fermentation using agrowastes. Saudi J Biol Sci. 2021 Aug;28(8): P. 4263-4269.
4. Chen Y, Liao X, Zhang C, Kong X, Hua Y. Hydrolyzing behaviors of endogenous proteases on proteins in sesame milk and application for producing low-phytate sesame protein hydrolysate. Food Chem. 2022 Mar 4.
5. Dos Santos Aguilar JG, Sato HH. Microbial proteases: Production and application in obtaining protein hydrolysates. Food Res Int. 2018 Jan; P.253-262
6. Chitpinyol, S. Chymosin and aspartic proteinases / S. Chitpinyol, M. J. C. Crabbe // Food Chemistry. 1998. Vol. 61. No 4. P. 395-418.
7. Ozturkoglu-Budak S, Wiebenga A, Bron PA, de Vries RP. Protease and lipase activities of fungal and bacterial strains derived from an artisanal raw ewe's milk cheese. Int J Food Microbiol. 2016 Nov. P 17-27
8. FitzGerald R.J., Cuinn G.O. Enzymatic debittering of food protein hydrolysates // Biotechnol. Adv. 2006 V. 24, No 2 P. 234–237
9. Перелыгин В.В. Протеазы как вероятные факторы регуляции конкурентных отношений среди микроорганизмов // Перелыгин В.В., Похиленко В.Д., Левчук В.П., Калмантаев Т.А., Светоч Э.А. / Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2018 № 12 (часть 1). С.98-102.
10. Gupta R., Beg Q.K., Lorenz P. Bacterial alkaline proteases: molecular approaches and industrial applications // Appl. Microbiol. Biotechnol. 2002. V. 59, No 1 P. 15–32
11. Rosenberg L, Lapid O, Bogdanov-Berezovsky A, Glesinger R, Krieger Y, Silberstein E, Sagi A, Judkins K, Singer AJ. Safety and efficacy of a proteolytic enzyme for enzymatic burn debridement: a preliminary report. Burns. 2004 No 8. P. 43-50
12. Cogo F, Williams R, Burden RE, Scott CJ. Application of

nanotechnology to target and exploit tumour associated proteases. Biochimie. 2019 Nov;166. P. 112-131.

13. Gräwe A, Ranglack J, Weber W, Stein V. Engineering artificial signalling functions with proteases. Curr Opin Biotechnol. 2020 Jun. P.1-7

14. Barzkar N. Marine microbial alkaline protease: An efficient and essential tool for various industrial applications. Int J Biol Macromol. 2020 Oct 15. P. 1216-1229

15. Gupta R., Ramnani P. Microbial keratinases and their prospective applications: an over-view // Appl. Microbiol. Biotechnol. 2006 V. 70, No 1. P. 21–33

16. Puri S., Beg Q.K., Gupta R. Optimization of alkaline protease production from *Bacillus sp.* using response surface methodology // Curr. Microbiol. 2002 . V. 44. No 4 P. 286–290

17. Cao S, Song J, Li H, Wang K, Li Y, Li Y, Lu F, Liu B. Improving characteristics of biochar produced from collagen-containing solid wastes based on protease application in leather production. Waste Manag. 2020 Mar 15; P. 531-539

18. Barzkar N. Marine microbial alkaline protease: An efficient and essential tool for various industrial applications. Int J Biol Macromol. 2020 Oct 15; P. 1216-1229

19. Mohedano MT, Konzock O, Chen Y. Strategies to increase tolerance and robustness of industrial microorganisms. Synth Syst Biotechnol. 2021 Dec 24;7(1)P. 533-540

20. Lario LD, Pillaca-Pullo OS, Durães Sette L, Converti A, Casati P, Spampinato C, Pessoa A. Optimization of protease production and sequence analysis of the purified enzyme from the cold adapted yeast *Rhodotorula mucilaginosa* CBMAI 1528. Biotechnol Rep (Amst). 2020 Oct 22;28:e00546

21. Chen Y, Wang L, Dai F, Tao M, Li X, Tan Z. Biostimulants application for bacterial metabolic activity promotion and sodium dodecyl sulfate degradation under copper stress. Chemosphere. 2019 Jul;226 P.736-743

22. Мирскова А.Н. Алканоламмониевые соли органилсульфанил(сульфонил) уксусных кислот – новые стимуляторы биологических процессов // Мирскова А.Н., Левковская Г.Г., Мирсков Р.Г., Воронков М.Г. / Журнал органической химии. 2008. Т. 44. Вып. 10. С. 1501-1508.

23. Мирскова А.Н. Направленный синтез и иммуноактивные свойства 2(гидроксиэтил)аммониевых солей 1-*R*-индол-3-илсульфанил(сульфонил)алканкарбоновых кислот // Мирскова А.Н., Левковская Г.Г., Колесникова О.П., Перминова О.М. и др. / Известия АН. Серия «Химия». 2010. №12. С. 2181-2190.

25. Мирскова А.Н. Синтез и фармакологическая активность 2-гидроксиэтиламмониевых солей органилсульфанил(сульфонил)уксусных

кислот – новых фармакологически активных соединений// Мирскова А.Н., Мирсков Р.Г., Адамович С.Н., Воронков М.Г. / Химия в интересах устойчивого развития. 2011. Т. 19. №5. С. 467-478.

26. Молокова К.В., Привалова Е.А., Адамович С.Н., Мирскова А.Н., Мирсков Р.Г. Влияние протонных ионных жидкостей на бродильную активность спиртовых дрожжей // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2014. N 1 (6). С. 70-73.

27. Карпенко Д.В. Влияние нанопрепаратов на активность протеаз // Карпенко Д. В., Житков В. В., Карязин С. А. / Пиво и напитки. 2016. № 4. С. 46-49

28. Патент № 2208633 С1 Российская Федерация, МПК С12N 1/20, С12N 9/56, С12R 1/125. ШТАММ *Bacillus subtilis* P-1 - ПРОДУЦЕНТ ПРОТЕАЗЫ : № 2001130859/13 : заявл. 14.11.2001 : опубл. 20.07.2003 / Т. Н. Кузнецова, Р. С. Нафиков, М. М. Алсынбаев, В. Ф. Кулагин ; заявитель Государственное унитарное предприятие «Иммунопрепарат».

29. Патент № 2272838 С1 Российская Федерация, МПК С12N 1/20, С12N 9/14, С12R 1/07. Штамм бактерии *Bacillus macerans* BS-04 - продуцент пектиназы, протеазы, ксиланазы и амилазы: № 2004118612/13: заявл. 21.06.2004: опубл. 27.03.2006 / Г. Б. Бравова, Э. А. Шишкова, Т. Е. Смирнова [и др.]; заявитель Некоммерческое партнерство Научно-технический центр "Лекарства и биотехнология" (НТЦ "Лекбиотех").

30. Хазиев А.Ф. Получение и изучение свойств протеазы, синтезируемой *Bacillus subtilis*: автореф. дис. канд. биол. наук. М., 2004. 24 с.

31. Патент № 2303066 С1 Российская Федерация, МПК С12N 9/56, С12N 1/20, С12R 1/66. Штамм бактерий *Bacillus licheniformis* – продуцент щелочной протеазы: № 2005135019/13: заявл. 14.11.2005: опубл. 20.07.2007 / Н. В. Цурикова, Л. И. Нефедова, О. Н. Окунев [и др.]; заявитель Общество с ограниченной ответственностью Научно-производственная компания "Фермтек".

32. Биомасса мицелиальных грибов – субстрат для создания биологически активных добавок / Е. М. Серба, Л. В. Римарева, Н. С. Погоржельская [и др.] // Известия Уфимского научного центра РАН. 2016. № 3-1. С. 163-165.

УДК 665.6

ВОЗМОЖНОСТИ НЕФТЕСЫРЬЯ ТАРАСОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

А.А. Спиридонов

студент гр. НДДб-20-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: as.tema2002s@gmail.com

О.В. Белозерова

к.х.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: ovbelozerovalist.ru

АННОТАЦИЯ: В статье приведены результаты исследования углеводородного состава бензиновой фракции, о влиянии химического состава на эксплуатационные показатели.

Ключевые слова: нефть, бензиновая фракция, углеводороды, алканы, нафтенены, арены.

FEATURES OF THE TARASOVSKY OILFIELD

A.A. Spiridonov

Student Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: as.tema2002s@gmail.com

O.V. Belozerovalist.ru

Assistant professor

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: ovbelozerovalist.ru

ABSTRACT: The article presents the results of a study of the hydrocarbon composition of the gasoline fraction, on the influence of chemical composition on operational performance.

Keywords: oil, gasoline fraction, hydrocarbons, alkanes, naphthenes, arenas.

Нефть и нефтепродукты являются одной из важнейшей составляющей топливно-энергетического комплекса нашей страны. Качеству нефтесырья и продуктам его переработки уделяется огромное внимание. В настоящее время повышение эффективности управления качеством нефти и нефтепродуктов, основанно на глубоком изучении углеводородного состава нефтяных систем, приобрело особое значение с тех пор как были установлены зависимости эксплуатационных свойств нефтяных продуктов от их химического состава.

Бензиновые фракции, выделенные из нефтей прямой перегонкой, в зависимости от состава исходной нефти, содержат в различных соотношениях арены, алканы, циклоалканы, а также гетероатомные соединения [1]. По содержанию ароматических углеводородов бензины делятся на три группы: с малым содержанием до 9 %, со средним 10-16 % и с высоким содержанием аренов в пределах 23-46 %. Бензины

парафинового типа содержат примерно 50-70 % парафинов и 20-30 % нафтенов, а бензины нафтенового типа – от 50 % до 70% нафтенов и 25-30 % парафинов. Бензиновые фракции Доссорской и Сураханской нефтей богаты нафтенами, обладают высокими октановыми числами (ОЧ), данные представлены в таблице 1 [2].

Таблица 1

Групповой химический состав прямогонных бензинов

Нефть	ОЧ	Содержание углеводородов, вес. %		
		арены	нафтены	алканы
Сураханская	74	2	72	26
Доссорская	71	4	65	31
Верхнечусовская	72	46	24	30
Вознесенская легкая	80	2	41	57

Высокое октановое число имеет бензин Верхнечусовской нефти, почти наполовину состоящей из аренов. Однако богатый парафиновыми углеводородами бензин легкой Вознесенской нефти отличается высоким октановым числом. С высоким содержанием парафинов характеризуется нефть Ичëдинского месторождения, тем не менее октановое число составляет около 54 единиц [3].

Алканы нормального строения отличаются низкими октановыми числами. У изо-алканов октановое число изменяется не только в зависимости от их молекулярного веса, но и от строения. С увеличением молекулярной массы октановые числа всех парафинов одинакового строения уменьшается. При одном и том же молекулярном весе октановые числа больше у углеводородов, имеющих более высокую степень разветвленности. При наличии одной метильной группы в боковой цепи только изо-алканы C_5 и C_6 являются высокооктановыми. При наличии двух алкильных групп, высокие октановые числа имеют изо-алканы $C_5 - C_8$ и т.д.

В качестве объекта исследования использовали нефть Тарасовского месторождения. По административному положению месторождение находится на территории Пуровского района Ямало-Ненецкого автономного округа Тюменской области. Ближайшими месторождениями являются: Комсомольское, Губкинское, Вынгахинское, Восточно-Таркосалинское. В орографическом отношении месторождение располагается в междуречье по берегам Пякопур и его левого притока. Тарасовское месторождение относится к распределённому фонду недр. По размерам запасов относится к классу крупных. Лицензия зарегистрирована ОАО НК «Роснефть-Пурнефтегаз» в 1993 году. В настоящее время разрабатывается нефтяной компанией ООО «РН-Пурнефтегаз». Физико-

химические свойства нефти приведены в таблице 2. Фракционный состав, определяли в соответствии с ГОСТ 2177-99.

Таблица 2

Физико-химические свойства нефти

Показатели	Значения
Плотность при 20 °С, кг/м ³	825
Температура застывания, °С	-12
Содержание общей серы, % мас.	0,17

Получение прямогонной бензиновой фракции проводили с фракционирования и определения группового химического состава. Углеводородный состав изучали на газовом хроматографе Agilent 7820A фирмы Agilent Technologies с селективным масс-спектрометром и детектором HP 5975. Энергия ионизации – 70 эВ. Кварцевая колонка длиной 30 м и диаметром 0,25 мм со стационарной фазой (95 % диметил – 5 % дифенилполисилоксан). Идентификацию соединений осуществляли с использованием библиотеки масс-спектров «NIST11».

Характеристики широкой бензиновой фракции н.к – 200 °С показаны в таблице 3.

Таблица 3

Физико-химические и эксплуатационные характеристики бензиновой фракции

Показатели	Значения
Выход на нефть, % мас.	36
Плотность при 20 °С, кг/м ³	745
Октановое число:	
моторным методом	67,9
исследовательским методом	70,9
Содержание общей серы, % мас.	0
Групповой углеводородный состав, % отн.	
парафины	44
нафтены	36
арены	20

Октановое число исследовательским методом установлено 70,9 единиц, это значительно выше, чем в среднем для прямогонных бензинов [4]. В смеси углеводородов октановые числа парафинов и нафтенных подчиняются правилу аддитивности, что и привело к высоким значениям показателя характеризующего детонационную стойкость.

Полученные результаты по физико-химическим и эксплуатационным характеристикам широкой бензиновой фракции н.к. – 200 °С позволяют рекомендовать в качестве сырья для каталитического риформинга, изомеризации, с целью получения топлив с повышенными экологическими свойствами.

Исследование химического состава нефти и её фракции имеет большое значение так как позволяет научно подойти к решению вопроса о наиболее рациональном подходе переработки нефти.

Библиографический список:

1. Дияров И.Н. и др. Химия нефти. Л.: Химия, 1990. 240 с.
2. Исагулянц В.И., Егорова Г.М. Химия нефти. М.: Химия. 1965. 517с.
3. Белозерова О.В., Коваленко В.В., Шакирова Э.В. Исследование состава и свойств нефти Ичёдинского месторождения // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2020.Т. 10 № 3(34). С. 522-528.
4. Иванова И.К. Индивидуальный состав бензиновых и дизельных фракций нефтей и газовых конденсатов как основной фактор качества моторных топлив // Сб. "Науч. иссл. аспирантов и молодых ученых." - Якутск: Изд-во Якутского ун-та. 2001. - С. 95-99.

УДК 665.256.15

**РАЗРАБОТКА БИФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПРИСАДКИ
ДЛЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ НА ОСНОВЕ
ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

Т.В. Раскулова

д.х.н., доцент,
заведующий кафедрой «Химическая технология топлива»
Ангарский государственный технический университет,
665835, г. Ангарск, ул. Чайковского, 60
e-mail: raskulova@list.ru

Н.П. Гоненко

аспирант гр. аХТз-19-1,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет»,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
e-mail: kolya.gonenko@yandex.ru

Ю.Н. Пожидаев

д.х.н., профессор,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет»,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
e-mail: pozhid@istu.edu

АННОТАЦИЯ: рассмотрена возможность получения бифункциональной присадки к дизельным топливам на основе высокомолекулярных соединений и отходов производств нефтехимической отрасли.

Ключевые слова: бифункциональная присадка, низкомолекулярный полиэтилен, стирол, кубовый остаток ректификации бутиловых спиртов.

DEVELOPMENT OF A BIFUNCTIONAL ADDITIVE FOR DIESEL FUEL BASED OF HIGH MOLECULAR COMPOUNDS

T.V. Raskulova,

Head of the Department of Chemical Technology of Fuel,
Angarsk State Technical University»,
665835, Angarsk, st. Tchaikovsky, 60
e-mail: raskulova@list.ru

N.P. Gonenko,

Graduate student,
Irkutsk National Research Technical University,
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83,
e-mail: kolya.gonenko@yandex.ru

Yu.N. Pozhidaev,

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

ANNOTATION: The possibility of obtaining a bifunctional additive to diesel fuels based on macromolecular compounds and waste products from the petrochemical industry has been considered.

Key words: bifunctional additive, low molecular weight polyethylene, styrene, distillation residue of distillation of butyl alcohols.

В процессе эксплуатации двигателей внутреннего сгорания под действием высокой температуры, давления, кислорода воздуха и других факторов с компонентами горюче-смазочных материалов происходят химические изменения. Они могут приводить к значительному уменьшению ресурса работы двигателя. Для борьбы с этими факторами и снижения их вредного воздействия применяют присадки различного спектра действия. Наибольшее распространение получили присадки для дизельных топлив (ДТ) и масел.

К коммерческим присадкам для ДТ предъявляется ряд требований: они должны хорошо растворяться в топливе, не кристаллизоваться при его хранении, не задерживаться на фильтрах в процессе работы и т.д. В промышленных условиях сейчас применяются не индивидуальные

компоненты, а так называемые пакеты присадок, позволяющие корректировать несколько товарных характеристик ДТ [1].

Целью представленной работы являлось получение бифункциональной присадки к ДТ на основе крупнотоннажных промышленных продуктов и отходов нефтехимических производств. В качестве исходных компонентов для получения присадки использовали низкомолекулярный полиэтилен (НМПЭ) – отход промышленного производства полиэтилена высокого давления, стирол и кубовый остаток ректификации бутиловых спиртов (КОРБС).

Синтезированная присадка содержит два основных компонента: бинарный сополимер стирола и НМПЭ и КОРБС в различных соотношениях. Добавка сополимера стирола и НМПЭ позволяет скорректировать низкотемпературные свойства ДТ: предельную температуру фильтруемости (ПТФ) и температуру застывания (Тз). Кубовый остаток ректификации бутиловых спиртов за счет содержания кислородсодержащих соединений может улучшить антикоррозионные свойства ДТ.

Сополимеризацию стирола и НМПЭ проводили в течении двух часов при температуре 80 °С в растворе толуола. В качестве инициатора использовали перекись бензоила. В ходе работы варьировали содержание НМПЭ и стирола в составе полученных сополимеров. Факт протекания сополимеризации подтверждали методом турбидиметрического титрования, строение полученных сополимеров устанавливали методами ИК спектроскопии, спектроскопии ЯМР. Определение низкотемпературных и антикоррозионных свойств ДТ с разработанной присадкой проводили согласно ГОСТ Р 52368-2005 и ГОСТ 6321-92.

Синтезированная нами бифункциональная присадка содержит до 50 % масс. КОРБС и до 50 % масс. бинарного сополимера НМПЭ со стиролом. Количество присадки в ДТ при проведении исследований составило 0,1 % масс. Результаты проведенных исследований представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Значение предельной температуры фильтруемости (ПТФ) и температуры застывания (Тз) ДТ в присутствии разработанной присадки

Наименование образца*	ПТФ, °С	Δ ПТФ, °С	Тз, °С	Δ Тз, °С
ДТ	5,4	–	-3,2	–
НМПЭ-95	-0,1	5,5	-11,3	8,1
НМПЭ-75	-12,9	18,3	-29,7	26,5
НМПЭ-50	-15,3	20,7	-32,5	29,3
НМПЭ-25	-15,3	20,7	-33,7	30,5

Таблица 2

Антикоррозионные свойства ДТ в присутствии присадки

Наименование образца	50 °С	100 °С
ДТ	выдерживает	не выдерживает
НМПЭ-95	выдерживает	выдерживает
НМПЭ-75	выдерживает	выдерживает
НМПЭ-50	выдерживает	выдерживает
НМПЭ-25	выдерживает	выдерживает

* – содержание НМПЭ в высокомолекулярной части присадки, % мол.

Добавка присадки к ДТ позволяет снизить температуру застывания образцов на 26-30 °С вплоть до минус 34. При этом предельная температура фильтруемости (ПТФ) топлива составила до минус 21 °С, что позволяет использовать летнее дизельное топливо в качестве топлива для умеренного климата. Испытание на медной пластинке, проведенное при температурах 50 и 100 °С, показало, что все исследованные образцы дизельных топлив выдерживают испытание без признаков коррозионного воздействия.

Таким образом, проведенные исследования показали принципиальную возможность получения бифункциональных присадок к дизельным топливам на основе крупнотоннажных промышленных продуктов и отходов нефтехимических производств, а также перспективность ее применения.

Библиографический список:

1. Хавкин, В.А. Энергетика и механика – Текст: электронный ресурс/ URL: <http://geyz.ru> дата обращения: 18.12.2021.

УДК 539.217

ПОЛУЧЕНИЕ, МОДИФИЦИРОВАНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОРИСТОГО НИКЕЛЯ

Е.В. Карпухина

Студент гр. МТМбд-21

Ульяновский государственный
технический университет

432027 ул. Северный Венец, 32,

Ульяновск, Ульяновская обл.

eliz.karpuhina02@gmail.com

Е.Д. Попова

Студент гр. МТМбд-21
Ульяновский государственный
технический университет
432027 ул. Северный Венец, 32,
Ульяновск, Ульяновская обл.
popovaket2002@mail.ru

М.В. Бузаева

Профессор
Ульяновский государственный
технический университет
432027 ул. Северный Венец, 32,
Ульяновск, Ульяновская обл.

АННОТАЦИЯ: в данной статье разбираются технологии получения пористого никеля, перспективы его использования и способы его модифицирования для улучшения его качеств и производительности. Также в статье рассматриваются области применения наноструктурного пористого никеля.

Ключевые слова: пористый никель, катализаторы, модифицирование

OBTAINING, MODIFICATION AND USE OF POROUS NICKEL

E.V. Karpukhina

Student gr. MTMbd-21
Ulyanovsk State Technical University
432027, Ulyanovsk, Severny Venets str., 32
eliz.karpuhina02@gmail.com

E.D. Popova

Student gr. MTMbd-21
Ulyanovsk State Technical University
432027, Ulyanovsk, Severny Venets str., 32
popovaket2002@mail.ru

M.V. Buzaeva

Professor
Ulyanovsk State Technical University
432027, Ulyanovsk, Severny Venets str., 32

ABSTRACT: this article examines the technologies for obtaining porous nickel, the prospects for its use and ways to modify it to improve its qualities and performance. The article also discusses the applications of nanostructured porous nickel.

Key words: porous nickel, catalysts, modification

Пористые металлы в последнее десятилетие привлекают особое

внимание в научных исследованиях и промышленности благодаря их уникальному сочетанию химической природы и структурных характеристик, включая большую площадь поверхности, хорошую каталитическую способность, высокую проницаемость, малый вес, хорошие механические свойства. Пористые металлы с открытыми порами считаются отличными электродными материалами для производства и хранения энергии [1].

Среди пористых материалов наибольшее распространение получил пористый никель. Пористый никель применяется во многих технических процессах, таких как гетерогенный катализ в пористых мембранных реакторах, при каталитическом выделении водорода, в теплообменных аппаратах, твердотельных топливных элементах. В ряде публикаций описано получение пористых никелевых материалов методами репликации литьем, самораспространяющегося высокотемпературного синтеза, химического осаждения в растворах и др. [2].

В промышленности, во время производственного процесса, инженеры могут столкнуться с множеством различных проблем. Одними из таких проблем являются проблемы, связанные с теплопередачей и поддержанием однородной температуры в промышленных катализаторах на оксидных носителях с низкой теплопроводностью. При протекании реакций, характеризующихся значительным тепловым эффектом, возникает существенный градиент температур в катализаторе, что может негативно повлиять на стабильность процесса.

Носители катализатора, такие как диоксид кремния и оксид алюминия, имеют низкую теплопроводность, так что температурные градиенты внутри частиц катализатора возникают во всех случаях, кроме использования их в виде тонкоизмельченных порошков при внутренних кинетических исследованиях. Также в таких процессах наблюдается сопротивление пленки для переноса массы на внешнюю поверхность катализатора. Таким образом, внутренние температуры в таблетке катализатора могут существенно отличаться от температуры газа в объеме. Определение коэффициента эффективности катализатора в целом в реакционной среде может быть рассчитано, но экзотермическая реакция может проходить с большей скоростью внутри гранулы (по сравнению с теоретическим значением при расчете на основе использования температуры газа). При отсутствии диффузионного ограничения для экзотермической реакции можно ожидать в ходе экзотермических реакций в катализаторе образования нежелательных «горячих точек», для устранения которых нужен эффективный теплоотвод, а для осуществления эндотермических реакций, наоборот, затруднен перенос тепла от внешнего источника в зону реакции. Решением таких проблем может стать пористый наноструктурированный никель в качестве катализатора.

Создание носителей катализаторов на основе проницаемых металлических материалов с высокой теплопроводностью является эффективным подходом к решению проблемы теплопередачи.

Существует множество разных способов производства и модифицирования пористого никеля, в данной статье мы разберём некоторые из них. ПНН получают по технологии самораспространяющегося высокотемпературного синтеза из промышленных материалов. ПНН сразу после синтеза представляет собой высокопористый материал, структура которого - взаимосвязанные рыхло упакованные пористые пленки. Каждая пленка имеет нанокристаллическую структуру со средним размером отдельных кристаллитов 75 нм [4]. При дальнейшем холодном прессовании ПНН уплотняется, образуя конструктивный материал, сохраняющий наноструктуру и легко поддающийся механической обработке.

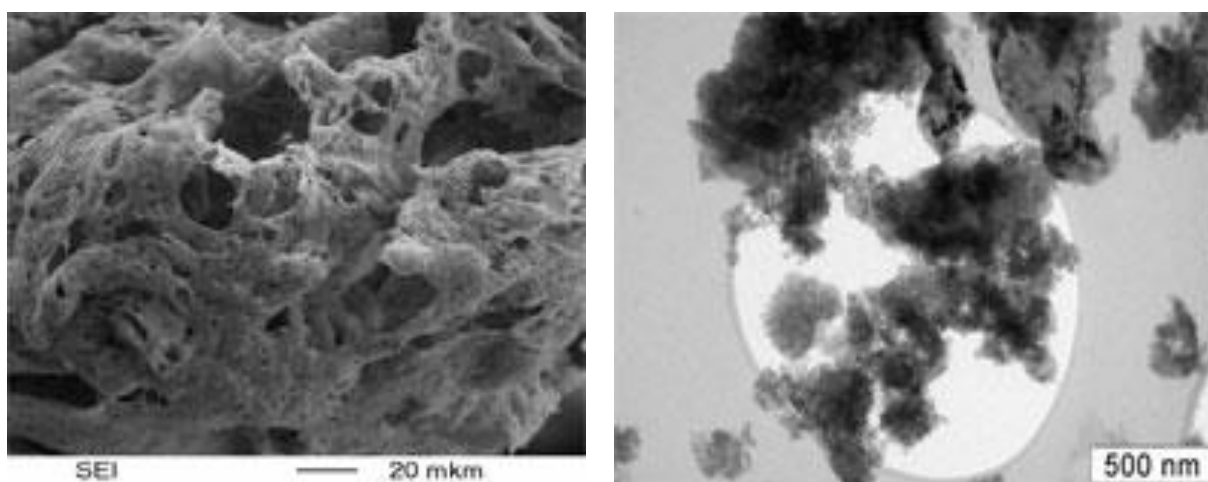


Рисунок 1. Микроструктура пористого наноструктурированного никеля [4].

Также есть способ получения пористого наноструктурного никеля, включающий подготовку никельсодержащей шихты с термически неустойчивым компонентом и проведение реакции самораспространяющегося высокотемпературного синтеза под воздействием кратковременного теплового импульса, отличающийся тем, что готовят шихту из порошков фенолоформальдегидной смолы и нитрата никеля в качестве термически неустойчивого компонента с размером частиц не более 200 мкм, причем порошки смешивают в следующем соотношении: на 100 мас.ч. порошка фенолоформальдегидной смолы - 380-420 мас.ч. порошка нитрата никеля, после чего смесь помещают в ячейку из термостойкого материала, характеризующегося низкой теплопроводностью, и проводят локальное инициирование процесса

горения смеси кратковременным тепловым импульсом при постоянном отводе образующихся в результате горения газообразных продуктов. Первоначально для получения пористого наноструктурного чистого никеля отдельно измельчают в индивидуальных емкостях высушенный нитрат никеля и фенолоформальдегидную смолу до состояния порошка. Сушка нитрата никеля необходима для удаления из него кристаллизационной воды, которая отрицательно влияет на проведение в дальнейшем процесса СВС. Раздельное измельчение исходных веществ предотвращает возможность начала процесса СВС, которое может произойти при их совместном измельчении. Размер частиц порошкообразных компонентов шихты, обеспечивающий равномерно протекающий процесс СВС и требуемый параметр наноструктуры готового материала, должен быть не более 200 мкм. При меньшем измельчении исходных материалов не обеспечивается полнота взаимодействия компонентов шихты. Более тонкое измельчение нецелесообразно, так как приводит к необоснованному увеличению энергетических затрат при подготовке компонентов. Новый технический результат, достигаемый при использовании предлагаемого способа, заключается в получении пористого наноструктурного чистого никеля, имеющего высокую степень пространственного разрешения структуры готового материала, представляющего собой взаимосвязанные субмикронные нити, состоящие из слабо спеченных между собой микрочастиц металла с нанопористой структурой, за счет повышения степени его пористости и удельной поверхности [4].

Есть способ создания проницаемого монолитного нанопорошкового никеля, модифицированного наноструктурированным покрытием из низкотемпературной фазы оксида алюминия на поверхности взаимосвязанных макропор. Пористые нанопорошковые никелевые носители были получены нами в результате проведения процесса спекания-растворения (ПСР, или SDP — sintering-dissolution process) с применением вымываемого водой порообразователя. В качестве основы берется нанопорошок никеля со средним размером сферических частиц 68 нм, полученный методом электрического взрыва проволоки в атмосфере аргона. В качестве порообразователя использовался порошок хлорида натрия, из которого отсеивалась фракция 315–400 мкм. материалы, полученные спеканием нанопорошков никеля с использованием порообразователей, обладают ярко выраженной иерархической структурой. Пористость при таком способе получения достигает 79%. Процесс нанесения оксидного слоя на поверхность пор включал три этапа: 1) пропитку предварительно вакуумированного образца пористого никеля 0,5 М раствором азотнокислого алюминия $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$; 2) сушку пропитанного образца; 3) отжиг при температуре 450 °С в потоке аргона

(60 мин) с последующей сменой атмосферы аргона на водород (60 мин). Оксид алюминия Al_2O_3 инертен по отношению к водороду при отжиге и в итоге составляет материал синтезированного покрытия. Таким образом, данным методом пропитки пористого никеля раствором нитрата алюминия с последующим низкотемпературным отжигом на поверхности сообщающихся макропор синтезировано наноструктурированное алюмооксидное покрытие, состоящее из островков и микрошипов. Получившаяся в результате рассмотренного метода создания нанопорошкового никеля иерархическая структура содержит четыре типа пор. Установлено, что первичным структурным элементом покрытия являются гексагональные нанопластины оксида алюминия. Полученные проницаемые монолитные порошковые материалы с модифицированной поверхностью пор найдут практическое применение в области гетерогенного катализа [3].

Пористый никель применяется во многих технических приложениях, таких как гетерогенный катализ, в теплообменных аппаратах, твердотельных топливных элементах. Также пористый никель применяется в таких областях как:

- 1) Фильтрующий материал различного назначения;
- 2) Дренажный материал для тонкослойных водородных палладиевых фильтров;
- 3) Катализатор или основа для каталитического слоя;
- 4) Объемно-пористые электроды;
- 5) Насадка для нейтрализаторов выхлопных газов;
- 6) Токопроводящие клеевые композиции (в виде порошка) [5].

Библиографический список:

1. Adv. Eng. Mater.2017,19, 1700392, DOI: 10.1002/adem.201700392
2. Creation of Highly Porous Material with a Hierarchical Structure by Sintering of Nickel Nanopowder Using Ammonium Bicarbonate as Space Holder. Inorganic Materials: Applied Research, 10(2), pp.451-458. DOI: 10.1134/S2075113319020126
3. [Электронный ресурс] // URL: https://www.researchgate.net/publication/335578334_Synthesis_of_nanostructured_island_alumina_coatings_on_the_surface_of_macropores_of_hierarchically_porous_nickel (Режим доступа: 04.04.2022)
4. [Электронный ресурс] // URL: http://www.vniief.ru/unvisible_aria/products/matandtech/razr/c6af5a004a171a8f9233fe6afc5c9f87 (Режим доступа: 04.04.2022)
5. [Электронный ресурс] // URL: <https://www.freepatent.ru/patents/-2320456> (Режим доступа: 04.04.2022)

СЕКЦИЯ 5. СФЕРА УСЛУГ: ОБЩЕСТВЕННОЕ ПИТАНИЕ, ТОРГОВЛЯ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 663.81

РЫНОК СПОРТИВНОГО ПИТАНИЯ В РОССИИ

А.А. Амракулова

Студент гр.ТПб-21-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: acelasevan@mail.ru

Г.С. Гусакова

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: gusakova58@mail.ru

АННОТАЦИЯ: в данной статье представлен анализ рынка спортивного питания в России и рассмотрены тенденции его развития, связанные с -постепенным уходом импортной продукции с прилавков магазинов и общим увеличением числа вовлеченных в спорт людей.

Ключевые слова: спортивное питание, рынок спортивного питания, российские бренды спортивного питания, потенциал.

MARKET OF SPORTS NUTRITION IN RUSSIA

A.A. Amrakulova

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: acelasevan@mail.ru

G.S. Gusakova

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: gusakova58@mail.ru

ABSTRACT: this article presents an analysis of the sports nutrition market in Russia and discusses its development trends associated with the gradual withdrawal of imported products from store shelves and a general increase in the number of people involved in sports.

Keywords: sports nutrition, sports nutrition market, Russian brands of sports nutrition, potential.

Введение

История спортивного питания начинается в США и связана с бурным развитием в этой стране в 50-ых годах такого вида спорта как культуризм (или его еще называют бодибилдинг). Родина этого спорта охватывает большую долю географии рынка спортивного питания, а именно на долю Северной Америки приходится 52 % мирового рынка спортивного питания. США выделяются не только объемом производимой продукции, но и ее разнообразием, а самое главное, американское спортивное питание считается эталоном в данной сфере. Например, самым продаваемым продуктом американской компании Optimum Nutrition (доход которой за 2021 год составил 1,3 млрд. €), которая является и наиболее крупным и известным производителем спортивного питания в мире, является протеин (содержится более 5 граммов натуральных незаменимых аминокислот ВСАА, 4 грамма глютамина в каждой порции, если употреблять после занятий силовыми упражнениями при продолжительном приеме, то в результате улучшится белковый мышечный баланс) Gold Standard Whey (был разработан в 1980-ых гг.), который за свою полувековую историю приобрел репутацию эталона [1,2,3,9].

Таким образом, США имеют самый крупный и развитый рынок спортивного питания в мире. Следующим по размеру и значимости следует европейский рынок. На его долю приходится 32 % мирового рынка. Среди европейских брендов главным соперником США, рынок которых представлен в лице Optimum Nutrition, Universal Nutrition, American Body Building, Dymatize и других американских брендов, является немецкий бренд спортивного питания - Weider Global Nutrition. Он отличается высоким качеством, объемом выпускаемой продукции и своими размерами [1,2,4].

Также быстрыми темпами развивается рынок спортивного питания в Азиатско-Тихоокеанском регионе (особенно в Японии, Китае, Южной Корее). Наблюдается также рост употребления продуктов спортивного питания в таких странах Южной Америки как Бразилия, Перу и Колумбия [2].

Целью проведенного исследования является оценка перспективы развития российского рынка спортивного питания.

Российский рынок спортивного питания начал активно развиваться сравнительно недавно, только в 2014 году. Как показал проведенный опрос, к сожалению, предложение от российских производителей пока не удовлетворяют отечественного потребителя. Это связано с рядом факторов, таких как использование сырья низкого качества, соответственно и готовая продукция получается низкого качества, а также нелегальная продажа и покупка. Поэтому российские спортсмены выбирают американские и европейские бренды, несмотря на их более высокую стоимость [1].

Однако Всемирная Федерация индустрии спортивных товаров (WFSGI) отмечает, что российский рынок продуктов спортивного питания обладает потенциалом к росту и развитию. К примеру, в 2015-2019 гг. предложение продуктов спортивного питания на отечественном рынке увеличилось на 1,6-4,2 % в год, а в 2020-2024 гг. ожидается прирост объемов предложения на 3,7-5,1 % в год. К 2024 г. Предполагают, что объем предложения будет равен 14,4 тыс.т.[5].

Развитию рынка способствует политика государства, направленная на популяризацию спорта. Так по данным Министерства Спорта РФ 46 % россиян систематически занимаются спортом, преобладающей является доля мужчин [5]. К 2024 году данный показатель планируется повысить до 55 %, а благодаря инициативе В.В. Путина к 2030 году, показатель должен достигнуть отметку 70% вовлеченности населения в спорт [6]. При этом особое внимание будет уделяться спортивной инфраструктуре, а также тому, чтобы привлечь к занятиям спортом как можно больше людей, в том числе и пожилого возраста.

Также следует отметить, что в России с каждым годом растет общее число спортивных объектов. Например, только в Иркутской области за последний год было открыто пять спортивных объектов: плавательный бассейн в Усть-Куте, физкультурно-оздоровительный комплекс в Усть-Куде и спортивно-оздоровительный комплекс в селе Казачинское, ФОКи в селе Урик Иркутского района и в поселке Большой Луг Шелеховского района. А также в городах растет число спортивных площадок, так, например, в самом Иркутске в 2021 году были обустроены 27 новых спортивных площадок, а также отремонтировано пять существующих площадок [7,8].

Сам же отечественный рынок спортивного питания представляет собой совокупность разных американских (Optimum Nutrition, MuscleTech, Universal Nutrition, Dymatize, Anabolic Science Labs и др.), европейских (Weider Global Nutrition, Power System, Multipower и др.) и российских брендов. Российское спортивное питание представлено такими марками как Pure Protein, IronMan, R-Line, Rower Gym Product, Geneticlab Nutrition, aTech Nutrition, Академия-T, Geon, Be First, Fit-Rx, Skills и др. [10].

Так, например, в Иркутской области в розничных магазинах спортивного питания а также через Интернет-магазины можно приобрести продукцию таких фирм как BSN, Dymatize Nutrition, Optimum Nutrition, SAN (США); GeneticLab, Be First, R-Line, Binasport, IronMan (Россия); MAXLER, (Германия) и другие [11,12,13].

В настоящее время остро стоит вопрос импортозамещения, поскольку на рынке спортивного питания в России доля импортных товаров спортивного питания составляет более 50%. Благодаря сложившейся мировой ситуации и повышения цен зарубежными производителями (цена выросла уже в полтора-два раза на Optimum Nutrition, Maxler и другие продаваемые

бренды), а также ввиду санкций и дополнительных требований по маркировке продуктов спортивного питания, импортная продукция начнет постепенно исчезать с прилавков магазинов. Это даст перспективы отечественным производителям для скорого развития и увеличения объемов продаж, так как многие потребители импортного спортивного питания останутся без своих продуктов [14,15].

Заключение

Поэтому мы можем сделать вывод о том, что рынок спортивного питания в России будет иметь высокий спрос на продукцию отечественного производства, что позволит российским компаниям расширить свое производство, увеличить объемы продаж и в связи с этим, данная область имеет потенциал к развитию.

Библиографический список:

1. Николаева М.А. Состояние и перспективы развития рынка продуктов спортивного питания в России и за рубежом / М.А. Николаева, М.С. Худяков, О.Д. Худякова // Российский внешнеэкономический вестник. 2019. № 6. С. 65–78.

2. Пакен П. (ред.-сост.) Функциональные напитки и напитки специального назначения / П. Пакен (ред.-сост.). – Пер. с англ. – СПб.: Профессия, 2010. – 496 с.

3. «Просто добавь воды: как устроена индустрия спортивного питания» [сайт]. URL: <https://style.rbc.ru/beauty/5bc84bb39a79470798668920> (дата обращения: 01.04.2022).

4. «Спортивное питание как залог здоровья» [сайт]. URL: <https://corp.wtcmoscow.ru/services/international-partnership/actual/sportivnoe-pitanie-kak-zalog-zdorovya/> (дата обращения: 01.04.2022).

5. «Федеральная служба государственной статистики» [сайт]. URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 01.04.2022).

6. «Министерство спорта Российской Федерации» [сайт]. URL: <https://minsport.gov.ru/press-centre/news/36725/> (дата обращения: 01.04.2022).

7. «ИркСиб - 27 спортивных площадок открыли в Иркутске в 2021 году» [сайт]. URL: <https://irksib.ru/articles/57-important/27830-27-sportivnykh-ploshchadok-otkryli-v-irkutske-v-2021-godu> (дата обращения: 01.04.2022).

8. «Сибирские новости. Пять спортивных объектов откроют в этом году в Иркутской области» [сайт]. URL: <https://snews.ru/news/pyat-sportivnyh-obektov-otkroyut-v-etom-godu-v-irkutskoy-oblasti> (дата обращения: 01.04.2022).

9. «Гланбия» [сайт]. URL: <https://www.glanbia.com/> (дата обращения: 01.04.2022).

10. «ПРОДЭКСПО 2023» [сайт]. URL: <https://www.prod-expo.ru/ru/ui/17039/> (дата обращения: 01.04.2022).
11. «Интернет магазин спортивного питания BBSHOP»[сайт]. URL: <https://irk.bb-shop.ru/brands/> (дата обращения: 01.04.2022).
12. «Интернет магазин спортивного питания MarketDo4a» [сайт]. URL: <https://marketdo4a.com/catalog/brands/> (дата обращения: 01.04.2022).
13. «Спортивное питание и гейнеры L-fit» [сайт]. URL: <http://www.lfit38.ru/> (дата обращения: 01.04.2022).
14. «BusinesStat. Санкции - новая реальность для российской экономики» [сайт]. URL: <https://businessstat.ru/> (дата обращения: 01.04.2022).
15. «МАГАЗИН ИССЛЕДОВАНИЙ. Анализа рынка спортивного питания в России» [сайт]. URL: <https://marketing.rbc.ru/articles/10699/> (дата обращения: 01.04.2022).

УДК 651.4/9

СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА

Е.В. Волков

Студент гр. СУЗ-20-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

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: описана актуальность применения систем управления документооборотом предприятия, рассмотрено понятие системы электронного документооборота, приведено сравнение систем электронного документооборота и ЕСМ-систем, описаны причины необходимости внедрения данных систем; представлены объем российского рынка СЭД/ ЕСМ-систем в денежном выражении за 2005-2019 гг., доли проектов по отраслям, наиболее часто используемые ЕСМ-системы в России, приведены тенденции развития рынка данных систем.

Ключевые слова: система электронного документооборота, ЕСМ-система, управление контентом, управление документами, автоматизация бизнес-процессов.

MODERN ELECTRONIC DOCUMENT MANAGEMENT SYSTEMS

E.V. Volkov

Student

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

E.O. Pokhomchikova

Assistant professor

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

ABSTRACT: the relevance of the use of enterprise document management systems is described, the concept of an electronic document management system is considered, a comparison of electronic document management systems and ECM systems is given, the reasons for the need to implement these systems are described; the volume of the Russian market of EDMS / ECM systems in monetary terms for 2005-2019, the share of projects by industry, the most commonly used ECM systems in Russia, the trends in the development of the market for these systems are presented.

Keywords: electronic document management system, ECM system, content management, document management, business process automation.

В условиях современного бизнеса эффективность работы во многом зависит от эффективности и скорости управления информацией. Надежность хранения информации и легкий доступ для тех, кто в ней нуждается, является залогом успешной совместной работы. Системы электронного документооборота позволяют решить эту задачу, значительно повысив эффективность и качество совместной деятельности сотрудников.

Системы электронного документооборота (Electronic Document Management System) представляют собой взаимосвязанную систему организационного, технического и программного обеспечения для управления различными видами документов и информацией. Эти системы позволяют управлять документами на протяжении всего жизненного цикла: от создания, до их уничтожения.[1].

Управление документацией, информацией, различного рода данными и записями, является одним из сложных процессов в работе организации. Системы электронного документооборота дают возможность автоматизировать этот процесс. Автоматизация процесса документооборота помогает организации значительно повысить скорость работы, сократить потери, связанные с информационным обменом, и повысить качество системы управления в целом.

За рубежом для задач управления контентом предприятия используют термин ЕСМ-систем. Для российского рынка систем электронного документооборота есть ярко выраженная особенность — слияние понятий

СЭД и ЕСМ. На самом деле возможности ЕСМ-систем шире.

По заявлениям исследовательской компании Gartner, к ЕСМ могут быть отнесены системы, поддерживающие не менее трех из шести функций:

- управление документами (выписка/возврат, контроль версий, безопасность, группировка документов и т.д.);
- совместная работа над общими документами и поддержка проектных команд;
- сканирование документов и управление образами бумажных документов;
- управление записями для долгосрочного архивного хранения, автоматизации правил и нормативов хранения, гарантирование соответствия записей законодательству и регулирующим правилам;
- workflow для поддержки бизнес-процессов, маршрутизации контента, назначение рабочих задач и состояний, трассировка маршрутов и контроль исполнения;
- управление веб-контентом для автоматизации публикаций, управление динамическим контентом и взаимодействием пользователей для этих задач [3].

Основной элемент в работе СЭД — это документ, который в системе имеет две обязательные составляющие: информационную и реквизитную. В СЭД выполняются функции учета, регистрации и контроля над организационно-распорядительной деятельностью. По мере развития в системах электронного документооборота появлялись отдельные функции для работы с договорами, счетами, обращениями и пр. Перечисленный спектр возможностей есть и в ЕСМ-системах, но глобальная цель при этом другая — этот класс систем позволяет сформировать единое информационное пространство компании. Если СЭД работает только со структурированными документами, то ЕСМ — со всем корпоративным контентом (документы, медиафайлы, записи справочников, письма и т.д.). Более того, появляются полноценный механизм workflow и функция управления бизнес-процессами, возможности совместного редактирования документов и полноценное управление доступом к данным. Современные системы электронного документооборота на российском рынке фактически являются ЕСМ-системами, просто термин СЭД более привычен.

Затраты на внедрение ЕСМ-систем могут оказаться существенными. Специалисты считают такие затраты оправданными, если при ответе на следующие вопросы руководство компании отвечает отрицательно как минимум трижды:

- вы можете сразу найти нужный документ, разговаривая по телефону с важным партнером?
- вы можете точно сказать, какие из выданных вами поручений на

текущий момент не выполнены, какие просрочены?

- вы уверены, что существующая скорость согласования документов создает положительный имидж вашей организации?
- вас устраивает объем бумаг, которые лежат на вашем столе?
- вы можете уверенно сказать, где в данный момент находится документ, выпущенный вами на согласование?

По состоянию на 2019 г. объем российского рынка оценивался в 52,4 млрд. рублей, фиксируется активный ежегодный прирост в среднем на 8 % (см. рисунок 1).

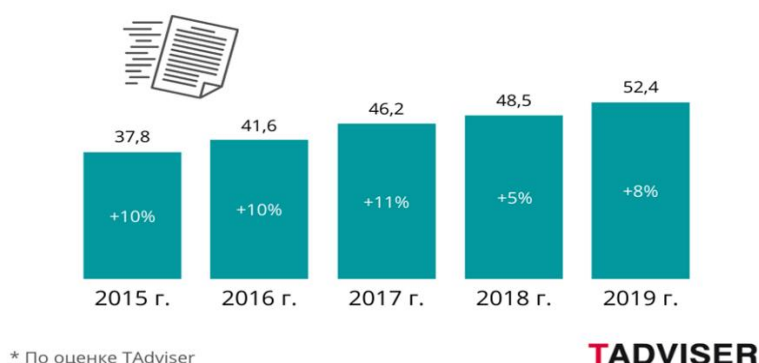


Рисунок 1. Объем российского рынка СЭД/ ЕСМ-систем, млрд.р. [3]

Среди основным заказчиков ЕСМ-систем лидируют учреждения гос-сектора, финансовых услуг и строительства (см. рисунок 2).

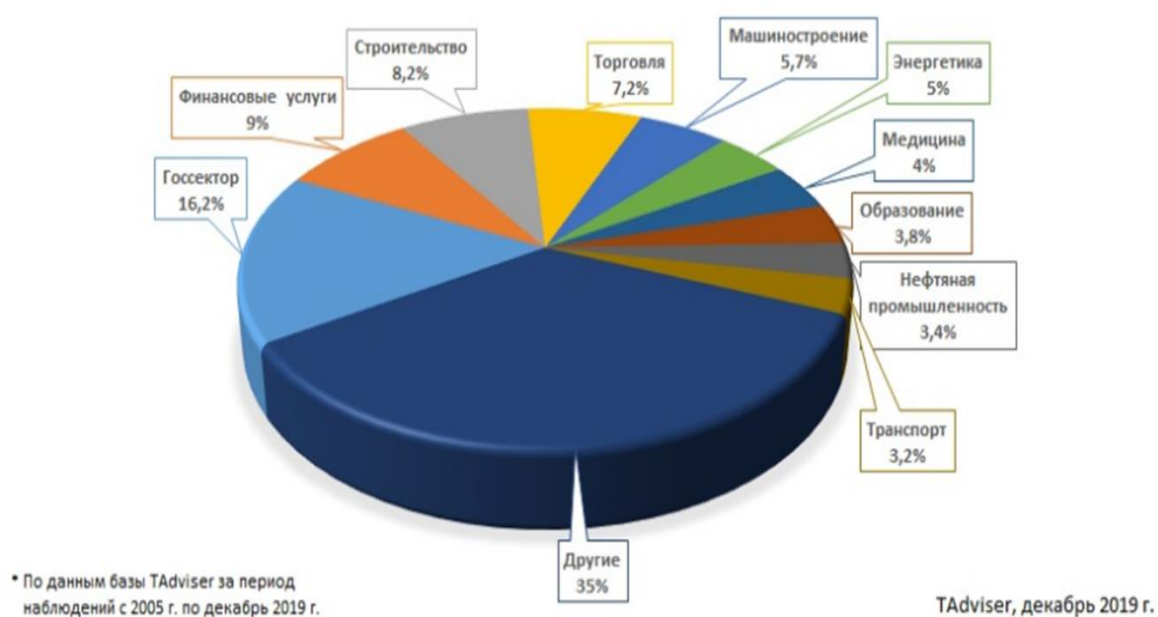


Рисунок 2. Доли проектов СЭД/ ЕСМ-систем по отраслям [3]

К числу наиболее часто внедряемых в России СЭД и ЕСМ относятся системы отечественной разработки: Directum, Docsvision, Elma ECM+, Дело, Тезис, 1С:Документооборот (см. рисунок 3).

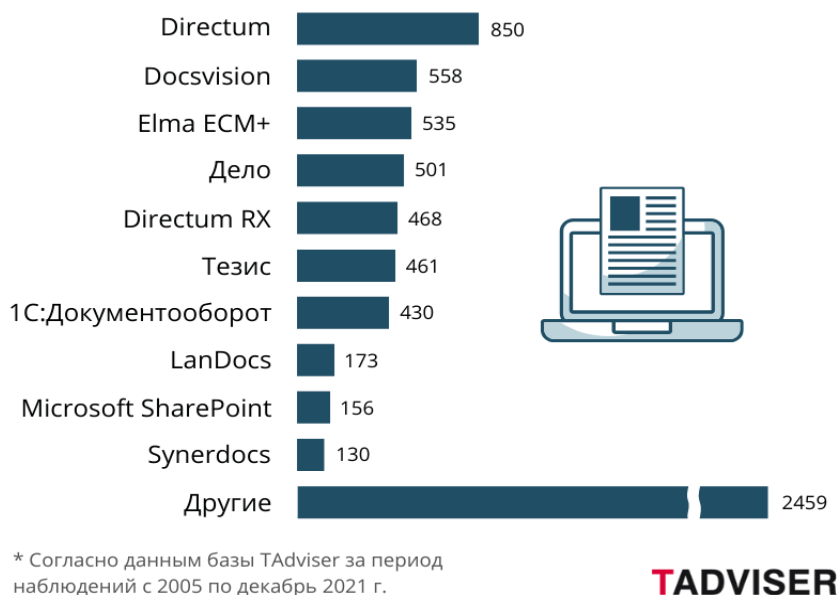


Рисунок 3. Наиболее часто используемые СЭД/ ЕСМ-системы в России [3]

К числу основных трендов развития рынка СЭД и ЕСМ- систем можно отнести:

- переход к концепции Content Services Platform (CSP);
- приоритет импортонезависимости;
- развитие юридически значимого документооборота;
- усиление интереса к автоматизации кадрового документооборота;
- более активное проникновение искусственного интеллекта;
- распространение инструментов Low-code;
- востребованность мобильных и веб-приложений;
- управления контентом, рождающимся в процессе совместной работы.

ТЫ.

Библиографический список:

1. Что такое система электронного документооборота? www.directum.ru
2. Система Электронного Документооборота (СЭД) <https://docsvision.com>
3. Самые популярные СЭД/ЕСМ-системы <https://www.tadviser.ru>

УДК 004.4: 37.01

ОБЛАЧНЫЕ СЕРВИСЫ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ

М.К. Мирин

Студент гр. СУЗ-20-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

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: приведено определение понятия «облачный сервис», перечислены их достоинства и факторы эффективности их использования в учебном процессе, перечислены образовательные возможности для построения информационно-образовательной среды в контексте смешанного обучения, представлена последовательность этапов процесса построения системы управления обучением на основе облачных сервисов, сделан вывод, что при планировании использования облачных сервисов в образовательной деятельности необходимо исходить из специфики самой дисциплины и особенностей студента.

Ключевые слова: облачный сервис, облачные технологии, информационно-образовательная среда, смешанное обучение, система управления обучением.

CLOUD SERVICES FOR BUILDING INFORMATION AND EDUCATIONAL ENVIRONMENT

M.K. Mirin

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

E.O. Pokhomchikova

Assistant professor

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: elena.isea@mail.ru

ABSTRACT: the definition of the concept of "cloud service" is given, their advantages and factors of effectiveness of their use in the educational process are listed, the educational opportunities for building an information and educational environment in the context of blended learning are listed, the sequence

of stages in the process of building a learning management system based on cloud services is presented, the conclusion is made, that when planning the use of cloud services in educational activities, it is necessary to proceed from the specifics of the discipline itself and the characteristics of the student.

Keywords: cloud service, cloud technologies, information and educational environment, blended learning, learning management system.

Под «облачными сервисами» будем понимать функционально законченный набор услуг, предоставляемый поставщиком облачных технологий, имеющий собственный интерфейс и возможность доработки в процессе функционирования без остановки работы пользователей [1].

Облачные сервисы предлагают пользователям через сеть Интернет доступ к своим ресурсам посредством бесплатных или условно бесплатных облачных приложений, программные и аппаратные требования которых не предполагают наличия у клиентов высокопроизводительных и ресурсопотребляемых компьютеров. Существенным достоинством облачных сервисов является тот факт, что они предоставляются на бесплатной основе для образовательных организаций. Опыт развитых зарубежных стран демонстрирует успешное внедрение облачных технологий в образовательный процесс.

Несмотря на такие достоинства облачных технологий, как надежность, доступность, легкая масштабируемость, существенная экономия средств образовательного учреждения (исчезает необходимость содержания и поддержки собственной ИТ-инфраструктуры), недостаток сведений о методологии их применения, дидактических возможностях, замедляет их внедрение в практику российских вузов. Тем не менее, использование облачных технологий открывает новые образовательные возможности для построения информационно-образовательной среды (ИОС) в контексте смешанного обучения:

- поддержка облачных сервисов разными по классу устройствами (персональными компьютерами, планшетами, мобильными телефонами) увеличивает степень доступности образовательного контента;
- возможность оперативного обновления образовательного контента и предоставления обучающимся информации в различном формате;
- постоянный контакт с обучающимися на протяжении всего обучения;
- свобода выбора при построении индивидуальной образовательной траектории оптимизирует неформальное обучение, повышает внутреннюю мотивацию, совершенствует навыки критического мышления и коммуникативную готовность [2].

Можно выделить следующие функциональные особенности построения ИОС на базе облачных сервисов:

– среда строится преподавателем путем выбора тех сервисов, которые, с его точки зрения, необходимы для освоения дисциплины (таким образом, он создает собственную ИОС, ресурсное и инструментальное обеспечение учебной деятельности студентов);

– как правило, среда строится на основе базового набора облачных сервисов, относящихся к одной группе («OneDrive», «Google», «Yandex» или др.);

– сервисы реализованы и поддерживаются их владельцами, что избавляет вуз и преподавателя от необходимости их технического и технологического сопровождения;

– студент получает авторизованный доступ к построенной таким образом ИОС – ее ресурсам, инструментарию, средствам коммуникации;

– студент имеет возможность создать персональный сегмент среды, в котором он будет осуществлять свою учебную деятельность, а также взаимодействовать с другими участниками учебного процесса;

– среда строится с целью обеспечения коммуникации и совместной деятельности преподавателя и студентов, по этой причине в ней не предусматривается модуль взаимодействия с административными структурами – эту функцию выполняют другие сетевые средства (например, сайт учебного подразделения) [1].

Процесс построения системы управления обучением (LMS) на основе облачных сервисов можно представить в виде следующей последовательности этапов (см. рисунок 1).



Рисунок 1. Алгоритм построения системы управления обучением на основе облачных сервисов

Поскольку выбор сетевых облачных сервисов весьма обширен, при создании ИОС на их основе преподавателю необходимо отобрать те из них, которые обеспечивают решение поставленных учебных задач. При моделировании облачно ориентированной ИОС преподавателю необходимо учесть специфику предметного содержания и особенности учебной деятельности студента. Индивидуальную образовательную среду преподавателя при этом составят электронные конспекты лекций (созданные в том числе с помощью систем видео-конференцсвязи), видеотека лектора (размещенная на «YouTube», «Univer.tv»), система заданий для самостоятельной деятельности студентов (в том числе с документами «Google Docs», «Prezi.com» и т. д.), карта знаний (создаваемая, например, с помощью «MindMeister»), средства мониторинга учебного процесса («QuizMaker», «TestServer» и др.), профессиональное сообщество (созданное, например, с помощью веб-сервиса «Ning») и т. д.

Библиографический список:

1. Слепухин А.В. Моделирование компонентов информационной образовательной среды на основе облачных сервисов / Слепухин А.В., Стариченко Б.Е. // Педагогическое образование в России. - 2014. - №8. – С. 128-138.
2. Ступина М. В. Облачные технологии как основа формирования информационно-образовательной среды вуза в контексте смешанного обучения / М. В. Ступина // Казанский педагогический журнал. – 2015. – № 5. – С. 290-294.
3. Сейдаметова З.С., Абляимова Э.И., Меджитова Л.М., Сейтвелиева С.Н., Темненко В.А. Облачные технологии и образование: под общ. ред. З.С. Сейдаметовой. – Симферополь: «ДИАЙПИ», 2012. – 204 с.

УДК 004.021

РАЗРАБОТКА КОНФИГУРАЦИИ В СИСТЕМЕ 1С:ПРЕДПРИЯТИЕ ДЛЯ УЧЕТА РАБОТЫ СТУДЕНТОВ НА ЗАНЯТИЯХ

А.Е. Жунда

Студент гр. ФКб-19-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

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: описано задание для разработки конфигурации в системе 1С:Предприятие для учета работы студентов на занятиях, представлено дерево используемых в информационной системе объектов конфигурации, среди которых: справочники, документ, регистр накопления, отчет; представлен отчет по выводу результата успеваемости.

Ключевые слова: технологическая платформа 1С:Предприятие, справочник, документ, регистр накопления, отчет, условное форматирование.

CONFIGURATION IN THE SYSTEM OF 1C: ENTERPRISE FOR RECORDING THE WORK OF STUDENTS IN THE CLASSES DEVELOPMENT

A.E. Junda

Student

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

E.O. Pokhomchikova

Assistant professor

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

e-mail: elena.isea@mail.ru

ABSTRACT: the task for developing a configuration in the 1C:Enterprise system for accounting for the work of students in the classroom is described, a tree of configuration objects used in the information system is presented, including: directories, a document, an accumulation register, a report; presented a report on the conclusion of the result of academic performance.

Keywords: technological platform 1C: Enterprise, directory, document, accumulation register, report, conditional formatting.

Система программ «1С:Предприятие» состоит из технологической платформы (ядра) и разработанных на ее основе прикладных решений («конфигураций»). Такая архитектура системы принесла ей высокую популярность, поскольку обеспечивает открытость прикладных решений, их функциональность и гибкость, короткие сроки внедрения, высокую производительность, масштабируемость от одного до десятков тысяч рабочих мест, работу в режиме «облачного» сервиса и на мобильных устройствах [1]. В рамках формирования профессиональных компетенций важное место занимает модуль профессионально-ориентированных дисциплин. На таких дисциплинах студентам предлагается по сформированному техническому заданию разработать прикладные решения. Примером реализации таких проектов может быть отраслевое решение на платформе 1С: Предприятие 8.3.

В процессе обучения студенты знакомятся с требованиями к программным продуктам, изучают интерфейс и принципы его построения,

алгоритмы обработки данных и выходные документы. В качестве задания студенту было предложено разработать конфигурацию для учета успеваемости студентов на занятиях по дисциплинам учебного плана. В системе необходимо фиксировать занятия студентов. Предполагается, что в конце занятия преподаватель должен выбрать дисциплину из предлагаемого списка и выставить оценки студентам. По результатам успеваемости преподаватель должен иметь возможность в любой момент построить отчет с выводом среднего балла студентов по дисциплине. Для наиболее наглядного представления данных в отчете успеваемость студентов дифференцируется с использованием механизма условного форматирования по цветам: отличники – зеленый, ударники- оранжевый, троечники – желтый, двоечники – красный.

На рисунке 1 представлены созданные экземпляры объектов конфигурации, а именно: справочники, документ с табличной частью (для хранения списка студентов), регистр накопления вида оборотов, отчет с отбором по дисциплине и настройкой условного форматирования.

На рисунках 2 и 3 отображен результат разработки.

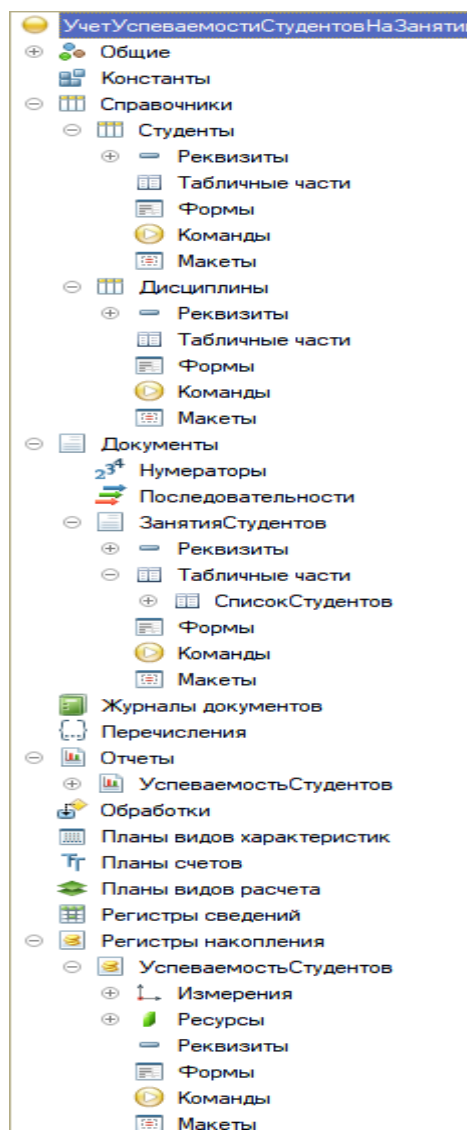


Рисунок 1. - Дерево объектов конфигурации

N	Студент	Оценка
1	Супрунова	5,00
2	Никошкин	3,00
3	Петрова	4,00
4	Жунда	5,00
5	Ковальский	5,00
6	Жгунова	2,00

Рисунок 2. Результат заполнения документа

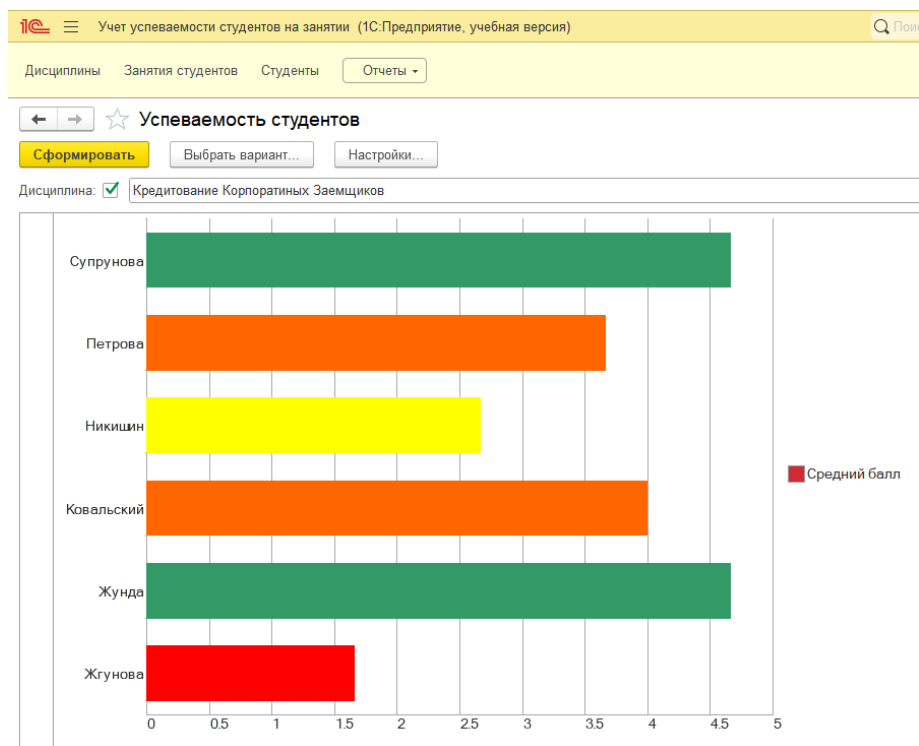


Рисунок 3. Результат отображения отчета

Библиографический список:

1. Обзор системы 1С:Предприятие <https://v8.1c.ru>

УДК 004:339.18 (045)

ОБЗОР РЫНКА КОРПОРАТИВНЫХ СИСТЕМ В РОССИИ

Е.В. Волков

Студент гр. СУЗ-20-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

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: описана актуальность применения корпоративных информационных систем (ERP-систем), рассмотрено понятие корпоративной информационной системы, выделено 3 сегмента российского рынка корпоративных информационных систем, проанализированы наиболее часто внедряемые ERP-решения, описаны факторы роста рынка, среди кото-

рых основное место занимает импортозамещение.

Ключевые слова: корпоративная информационная система, сегменты рынка ERP, 1С, Галактика, SAP, Oracle, импортозамещение.

OVERVIEW OF THE CORPORATE SYSTEMS MARKET IN RUSSIA

E.V. Volkov

Student

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

E.O. Pokhomchikova

Assistant professor

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

ABSTRACT: the relevance of the use of corporate information systems (ERP systems) is described, the concept of a corporate information system is considered, 3 segments of the Russian market of corporate information systems are identified, the most frequently implemented ERP solutions are analyzed, market growth factors are described, among which import substitution occupies the main place.

Keywords: corporate information system, market segments ERP, 1С, Galaktika, SAP, Oracle, Russian import substitution.

Современные предприятия представляют собой сложные динамические системы. Они развиваются во времени и включают большое число элементов, реализующих различные производные и управленческие функции. Такие экономические объекты имеют многоуровневую структуру, а также обширные внешние и внутренние информационные связи. В России понимают необходимость комплексного подхода к автоматизации информационных процессов на предприятиях и в организациях, поэтому в последнее время наметилась тенденция построения корпоративных информационных систем (КИС) применительно не только к крупным, территориально-распределительным информационным системам, но и к любым предприятиям, вне зависимости от их масштаба и формы собственности [1].

Корпоративные информационные системы (КИС) - это интегрированные системы управления территориально распределенной корпорацией, основанные на углубленном анализе данных, широком использовании систем информационной поддержки принятия решений, электронных документообороте и делопроизводстве. КИС призваны объединить стратегию управления и передовые информационные технологии. Главная задача КИС состоит в поддержке функционирования и развития предприятия, в

повышении прибыли компании за счет наиболее эффективного использования всех ресурсов компании и повышения качества принимаемых управленческих решений. Все чаще в литературе встречается термин ERP-система (англ. Enterprise Resource Planning, планирование ресурсов предприятия).

Российский рынок корпоративных информационных систем условно можно разделить на 3 сегмента:

1) Финансово-управленческие системы - для непроизводственных предприятий (небольшие торговые компании). К числу таких можно отнести: HansaWorld Enterprise, Maconomy ERP, Компас, ERP Монолит, Система управления Парус, Система Alfa, КИС Флагман.

2) Средние интегрированные системы - для управления производственными (торговыми) предприятиями среднего и крупного масштаба, к числу которых можно отнести: 1С:Управление производственным предприятием, Галактика ERP, КАС «Бизнес Люкс», IFS Applications, Infor ERP SyteLine, Infor ERP COM, Epicor iScala, Epicor 9, Microsoft Dynamics AX, Microsoft Dynamics NAV, Microsoft Dynamics 365

3) Крупные интегрированные системы, среди которых: Infor ERP LN (Baan), Oracle E-Business Suite, SAP ERP, SAP S/4HANA.

Российский рынок ERP в настоящее время является крайне насыщенным и диверсифицированным. По мнению экспертов, в последние годы наблюдается значительный рост интереса отечественных предприятий к российским ERP-системам. Объяснить такую тенденцию можно, в первую очередь, санкциями и повышением цен на лицензии для иностранного ПО. Другой важной причиной стало то, что в конце 2016-го года сфера IT уже на государственном уровне была названа приоритетным направлением развития, что стало мощным катализатором процесса импортозамещения.

Среди крупнейших поставщиков ERP-систем на российском рынке первое место также занимает фирма 1С, доля которой на этом рынке составляет около 45 %. Второе место в рейтинге отводится Microsoft с долей 14,5 %, а это 983 проекта из всех реализованных. На третьем месте расположилась Корпорация «Галактика» с долей рынка 12 % – 794 проекта. А некогда популярная SAP, доля которой на рынке в начале 2010-х годов достигала 48 %, не вошла даже в тройку лидеров с 11 %, уступив Microsoft (14,5 %) (см. рисунок 1) [4].

Пандемия, режим локдауна и переход на удаленный режим работы заставили бизнес-лидеров быстрее проводить проекты цифровой трансформации. Так, по итогам 2020 г. высокие позиции в сегменте корпоративного ПО в стране заняли компании SAP и «1С» – ключевые вендоры ERP-решений на отечественном рынке [3].

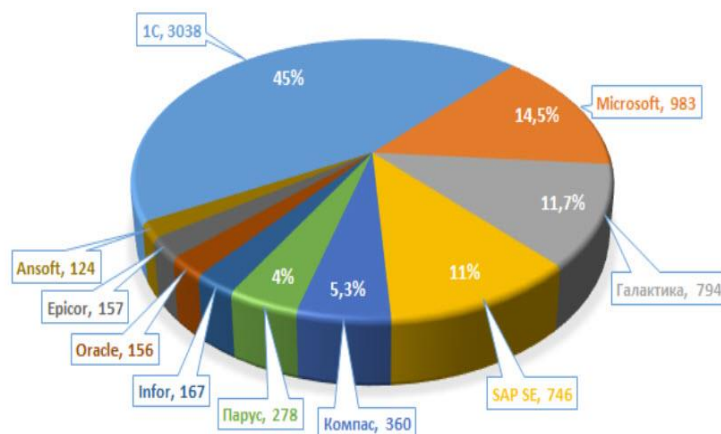


Рисунок 1. Наиболее часто внедряемые ERP-решения
(по количеству реализованных проектов)

ERP-системы по-прежнему наиболее востребованы в сфере производства – российские производители обеспечивают более трети всех внедрений. ERP также популярны в сегментах информационных технологий, профессиональных и финансовых услуг, оптовой и розничной торговли. Причем большинство компаний уже внедрило ERP в том или ином виде, а на июль 2021 года занимается масштабированием, обновлением систем, миграцией в облака и заменой зарубежных систем на российское ПО. Последний тренд связан с действующей политикой импортозамещения. Кроме того, многие заказчики стараются увеличить функциональность уже работающей ИТ-инфраструктуры без ее полноценной переустановки. Для этого они интегрируют установленные в компании ERP с инструментами управления бизнес-процессами, роботизации и анализа большими данными. Это позволяет бизнесу сэкономить на дорогостоящих и длительных проектах модернизации ERP-систем [3].

Итак, рынок корпоративных информационных систем в современных условиях постоянно развивается. Это связано с быстрыми изменениями внешней среды, с всё более возрастающими потребностями организаций и предприятий в планировании их деятельности, в осуществлении анализа и контроля качества деятельности. Правильно подобранная и разработанная корпоративная информационная система, отвечающая целям и потребностям предприятия или организации позволяет хранить, обрабатывать и экспортировать информацию, нуждающимся в ней подразделениям, а также является эффективным инструментом управления бизнеса, что создаст конкурентное преимущество для предприятия в будущем.

Библиографический список:

1. Исследование рынка корпоративных информационных систем
<https://scienceforum.ru/2015/article/2015011167>

2. Что такое ERP и зачем это нужно?
<https://dynamics.microsoft.com/ru-ru/erp/what-is-erp/>

3. Системы управления предприятием (ERP) рынок России
<https://www.tadviser.ru>

4. Обзор российского рынка ERP-систем <https://wiseadvice-it.ru>

УДК 004.4: 37.01

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ОБУЧЕНИЕМ (LMS)

М.К. Мирин

Студент гр. СУЗ-20-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

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: приведено определение понятия «система управления обучением» (LMS), представлена схема взаимодействия субъектов образовательного процесса средствами информационной системы, перечислены основные функции и принципы построения LMS, описана функциональная возможность реализации концепции смешанного обучения в LMS, возможность поддержки курсов от сторонних производителей выделена в качестве одной из важнейших особенностей LMS.

Ключевые слова: система управления обучением, смешанное обучение, образовательный процесс, стандарты интероперабельности, образовательная траектория.

BASIC PRINCIPLES FOR BUILDING LEARNING MANAGEMENT SYSTEMS (LMS)

M.K. Mirin

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

E.O. Pokhomchikova

Assistant professor

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: elena.isea@mail.ru

ABSTRACT: the definition of the concept of "learning management system" (LMS) is given, the scheme of interaction between the subjects of the educational process by means of the information system is presented, the main functions and principles of constructing the LMS are listed, the functionality of implementing the concept of blended learning in the LMS is described, the possibility of supporting courses from third-party manufacturers is singled out as one of the most important features of LMS.

Keywords: learning management system, blended learning, educational process, interoperability standards, educational trajectory.

В настоящее время большинство вузов использует системы управления обучением (LMS - Learning Management System), функционирующие на базе клиент-серверных решений («Moodle», «WebTutor», «Прометей», «Sakai», «eLearning Server» и др.).

Система управления обучением (LMS) – это информационная система, создающая условия для всестороннего и полного информационного коммуникационного обеспечения всех субъектов учебного процесса, направленная на достижение поставленных образовательных целей, с реализацией функций документооборота.

Под информационной системой в данном случае понимается совокупность аппаратного и программного обеспечения, методов работы и конкретных пользователей, используемая для хранения, обработки и представления информации в соответствии с поставленной образовательной целью (см. рисунок 1). Реализация функций документооборота предполагает централизованное структурированное хранение документов, обеспечение регламентированного доступа, версионность (сохранение различных версий), поиск, совместное редактирование, интеграция с электронной почтой [1].

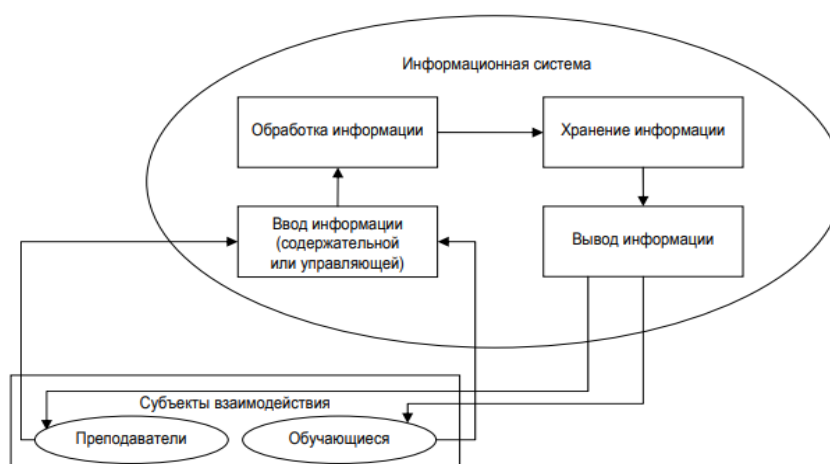


Рисунок 1. Схема взаимодействия субъектов образовательного процесса средствами информационной системы

LMS должна предоставлять каждому обучающемуся персональные возможности для наиболее эффективного изучения материала, а менеджеру учебного процесса – необходимые инструменты для администрирования этого процесса: регистрацию и контроль доступа пользователей к системе и к учебному контенту, организацию обучающихся в учебные группы для предоставления им общих курсов и составления отчетности, управление аудиторными и преподавательскими ресурсами. В общем виде основные принципы построения LMS можно свести к следующим (см. таблицу 1).

К основным функциям LMS относятся: интеграция элементов учебного процесса (практические занятия, лабораторные работы, тестирование, средства совместной работы обучающихся и др), а также распределение и использование учебного контента.

Таблица 1

Принципы построения LMS

Принцип	Содержание принципа
модульность, расширяемость	возможность варьировать подключаемые сервисы
функциональная полнота	обеспечение всех необходимых функций
минимальной достаточность	подключение и использование только необходимых инструментов
метапредметность	независимость системы от специфики контента
кросс-платформенность	функционирование системы на разных аппаратных платформах и/или операционных системах
интегрируемость	возможность подключения инструментария и контактов из сторонних сервисов
оперативность и мобильность	возможность использовать различные цифровые, в том числе портативные, устройства в удобное время для информационного взаимодействия при наличии подключения к глобальной сети Интернет, своевременно получать оповещения о предстоящих событиях и различных изменениях в учебном процессе
интернет-сообщества	возможностью информационного взаимодействия субъектов образовательного процесса в общем сегменте информационных пространств

Например, организация каталогов курсов, удобных для поиска, выделение групп курсов для обязательного изучения и изучения «по желанию», разработка индивидуальных учебных траекторий (например, на базе заданных функциональных ролей обучающихся), другие механизмы целевого предоставления учебного контента, поддержка синхронных и асинхронных режимов взаимодействия с преподавателем. В LMS включены механизмы контроля и составления отчетов о продвижении обучающихся

по образовательной траектории, а также система дает возможность составлять учебное расписание.

LMS предоставляет возможности для реализации так называемого «смешанного обучения», в котором аудиторное (традиционное) образование (занятия очно в аудиториях) объединено с виртуальным (дистанционным, электронным). Благодаря синхронизации LMS с единой информационной системой вуза, возможно подключать к системе обучающихся, профессорско-преподавательский состав и менеджеров учебного процесса.

Одной из важнейших характеристик LMS является возможность поддержки курсов от сторонних производителей. Совместимость с инструментами разработки только собственного производства является существенным недостатком современной LMS, тогда как поддержка прочих – достоинством. Для обеспечения возможности «проигрывания» разных готовых курсов применяются стандарты интероперабельности. Наиболее распространенным является разработанный в рамках программы Advanced Distributed Learning Министерства обороны США стандарт SCORM (Sharable Content Object Reference Model), представляющий собой совокупность технических спецификаций для создания учебного Web-контента. Помимо SCORM существуют также другие стандарты: AICC, TinCanAPI, IMS. Поддержка стандартов означает, что LMS может импортировать и управлять контентом и курсами, которые скомпилированы в соответствии со стандартами, вне зависимости от средств разработки, которые были использованы. Если поставщик не сертифицирует контент, то неизбежны дополнительные расходы на его сертификацию [2].

Библиографический список:

1. Сардак Л.В. Построение модульной системы управления обучением в высшей школе средствами облачных сервисов / Л.В.Сардак, Л.Н. Старкова // Педагогическое образование в России. - 2014. - № 8. – С. 120-127
2. Карпенко О.М. Обзор средств организации электронного обучения и перспективы их развития / О.М.Карпенко, А.В. Абрамова, М.Е. Широкова, В.А. Басов // Дистанционное и виртуальное обучение. - 2015. - № 2. – С. 4-24.

УДК 641.01

ЯГОДНО-ОВОЩНОЙ «СИБИРСКИЙ» СОУС НА ОСНОВЕ ПЕКТИНА ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ

М.М. Казакова

Студент гр. ТПб-19-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83
e-mail: marina.kazakova25@yandex.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 статье рассмотрена актуальная тема приготовления соуса на основе сырья Иркутской области. Разработана новая рецептура ягодно-овощного соуса. Важной особенностью является исключение добавления консервантов. Обоснован выбор местного растительного сырья с повышенным содержанием витаминов и биологически активных веществ. Приведены органолептические показатели товара.

Ключевые слова: витаминизированные соусы, функциональные продукты, соус, загустители.

BERRY-VEGETABLE "SIBERIAN" SAUCE BASED ON BLACKCURRANT PECTIN

M.M. Kazakova

Student

Irkutsk National Research

Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: marina.kazakova25@yandex.ru

G.S. Gusakova

Associate Professor

Irkutsk National Research

Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: gusakova58@mail.ru

ABSTRACT: The article deals with the actual topic of preparing sauce based on raw materials from the Irkutsk region. A new recipe for berry-vegetable sauce has been developed. An important feature is the exclusion of the addition of preservatives. The choice of local vegetable raw materials with a high content of vitamins and biologically active substances is substantiated. The organoleptic characteristics of the goods are given.

Keywords: fortified sauces, functional foods, sauce, thickeners.

Холодный климат, загрязнение воздуха, воды и почв промышленными выбросами, тяжелыми металлами, пестицидами неизбежно отражается на здоровье современного человека. Для устранения данной проблемы необходимо увеличить ассортимент продуктов функционального назначе-

ния. Одним из примеров могут являться соусы, сбалансированные по составу по требованию различных групп населения [1–6].

Потребление соусов составляет значительную долю в общем рынке приправ. Но ассортимент такого продукта в России все еще уступает западным странам. Кроме того, недостатком является добавление в основу продукта загустителей без учета функциональности. Следовательно, они не могут быть отнесены к продуктам здорового питания [5,7–10].

Целесообразно включение в рацион человека витаминизированных соусов, содержащих спектр биологически активных компонентов с выраженными антиоксидантными и иммуномодулирующими свойствами [2,3,8,10,11].

Для загущения таких продуктов часто используют пектин, который обладает желирующими и сорбционными способностями. Известно, что он выводит из организма тяжелые металлы, продукты метаболизма, биологически вредные вещества. Таким образом, разработка новых рецептур и технологий соусов с применением в качестве загустителя пектина, является актуальной. [2,3,6,9,12].

Стоит отметить, что данный полисахарид также эффективен при заболеваниях, связанных с нарушением обмена веществ. Он понижает уровень глюкозы и инсулина, улучшая периферическое кровообращение и ускоряя чувство насыщения благодаря связыванию воды в желудке. Как любой продукт, пектин имеет противопоказания и в больших дозах вреден для организма: при беременности или острых формах язвы, детям до 6 лет, людям пожилого возраста [1,4,5,7].

Цель исследования: разработка рецептуры соуса функционального назначения.

Задачи работы:

- обзор научной литературы и патентов;
- обоснование выбора сырья;
- разработка рецептуры;
- получение и оценка лабораторного образца.

На основе литературных данных в качестве сырья для соуса выбрана брусника. Данная ягода отличается повышенным содержанием витаминов, углеводов, органических кислот и минералов [13].

Также решено использовать черную смородину, пектиновые вещества которой являются природными антиоксидантами [12,14]. Они связывают и выводят из организма «вредный» холестерин, препятствуют воспалительным процессам в слизистой оболочке кишечника [10,15].

Главное достоинство ягод черной смородины - высокое содержание в ней аскорбиновой кислоты при низком содержании разрушающих ее ферментов. Благоприятное сочетание витаминов С и Р очень важно для человека, организм которого не может синтезировать данные соединения.

Активность свободных радикалов, повреждающих генетический аппарат, будет способна подавляться [14].

Для понижения кислотности соуса, создаваемой ягодами, использованы плоды тыквы, в которых содержится β -каротин и витамины группы В [16,17].

Таким образом, плоды и ягоды с высокими биохимическими показателями служат наиболее ценным сырьем для производства натуральных продуктов питания функционального назначения. Заложенный в большом разнообразии ягодных и плодовых культур потенциал естественной витаминной активности необходимо развивать. Также важно обогащать рацион населения новыми продуктами питания, которые способны повысить защитные функции организма от прессинга неблагоприятных факторов окружающей среды [1,10].

На основе предложенной рецептуры, описанной в таблице 1, получен новый функциональный ягодно-овощной соус под названием «Сибирский».

Таблица 1

Рецептура ягодно-овощного соуса «Сибирский»

Ингредиент, г	Расход на 1000 г
Вода	200,00
Тыква	385,50
Брусника	264,50
Черная смородина	108,26
Корица	0,70
Соль	1,20
Мускатный орех	0,76
Грецкий орех	25,00
Пектин черной смородины	10,00
Фруктоза	4,08

Характеристика компонентов описана в таблице 2 [18].

Таблица 2

Структура, назначение и применение компонентов рецептуры «Сибирского» соуса

Компонент	Целевое назначение
Тыква	Источник каротина, витамина В1, рибофлавина
Смородина черная	Источник пектиновых веществ, витаминов С и Р, каротина, органических кислот
Брусника	Источник витаминов А, В и С, флавоноидов, кверцетина
Соль	Источник натрия и хлорид ионов, участие в водно-солевом обмене. Увеличивает срок хранения

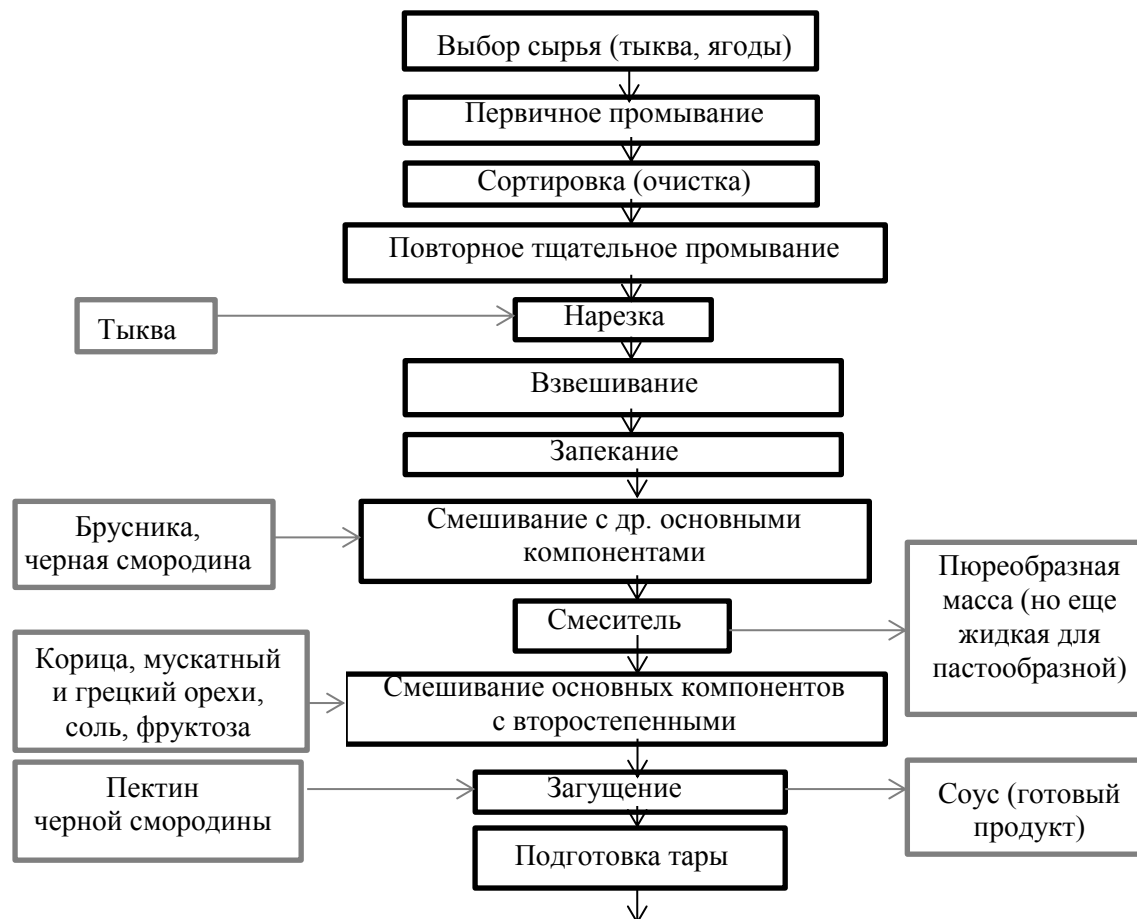
Характеристика продукта с органолептической точки зрения демонстрируется в таблице 3 [19].

Таблица 3

Органолептическая характеристика соуса «Сибирский»

Наименование показателя	Полученные результаты	Требования ГОСТ 17471-2013
Внешний вид и консистенция	Однородная гомогенная структура. Допускается наличие незначительного количества мелкоизмельченных частиц ягод и пряностей	Однородная протертая масса с наличием измельченных овощей, пряностей, без включения семян, частиц кожицы, семенной камеры, грубых кусочков сердцевины. Допускается: незначительное потемнение верхнего слоя
Цвет	Однородный. От красного до темно-красного	Красный, оранжево-красный/малиново-красный, однородный по всей массе. Допускается слабо-коричневый оттенок
Запах	Ярко выраженный, тыквенный с ягодными нотами, характерный для входящих компонентов	Кисло-сладкий с хорошо выраженным ароматом овощей и пряностей. Не допускаются посторонние привкус и запах
Вкус	Кисло-сладкий, ощущаются ягоды и тыква	

Технологическая инструкция приготовления «Сибирского» соуса представлена на схеме 1.



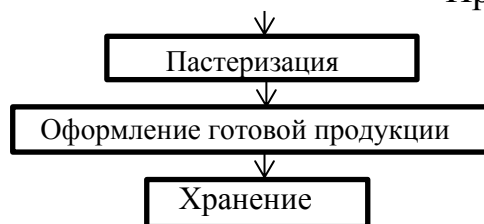


Схема 1. Технологическая инструкция приготовления «Сибирского» соуса

Результатом проведенного исследования является обоснование выбора сырья на основе литературных данных, составление рецептуры соуса, разработка технологической схемы его приготовления, проведение органолептической оценки.

Производство новых ягодно-овощных соусов с повышенной пищевой ценностью, целью которого является увеличение количества продуктов здорового питания и расширение ассортимента, является весьма актуальным [2,3].

Полученный соус на основе местного растительного сырья Иркутской области обладает высокими органолептическими показателями, является перспективным источником необходимых для организма функциональных ингредиентов, например, антиоксидантов и минеральных веществ.

Рецептуру соуса «Сибирский» можно рекомендовать к применению не только в традиционном питании, но и в детском и диетическом как полезное и эффективное дополнение функционального назначения.

Библиографический список:

1. И. Э. Бражная, А. С. Чернявская, С. Н. Судак, А. Е. Быкова. Разработка технологии соуса из регионального сырья с добавлением пектина // Вестник МГТУ. 2018. С. 434-435.
2. Н.А. Величко, Я.В. Смольникова. Соусы-дрессинги на основе дикорастущего ягодного сырья Сибири // Вестник КрасГАУ. 2014. №1. С. 165-166.
3. Н.К. Романова, Д.В. Хрундин. Сорбционная способность плодово-ягодных пектинов // Статья. С. 211.
4. Е.С. Добрынина, И.В. Мацейчик, О.И. Ломовский, Н.Ф. Бейзель. Разработка новых рецептов соусов и дрессингов функционального назначения // Статья. 2010г, г. Новосибирск. С. 12-13.
5. О.В. Вакуленко, Е.В. Челяпов, О.С. Воронцова, М.Р. Тугуз, К.Е. Ильинова. Анализ рынка и оценка потребительских мотиваций при выборе соусов // Статья. г. Кубань. С. 4-6.
6. О.В. Масягина. Формирование и оценка потребительских свойств

эмульсионных соусов специализированного назначения // Автореферат диссертации. г. Краснодар, 2014г. С. 8.

7. В.Н. Макаров, Л.Н. Влазнева; А.М. Миронов, Т.А. Черенкова. Пектинсодержащие желе и витаминизированные соусы на основе натурального плодовоовощного сырья // Статья. г. Мичуринск. С. 56.

8. И.О. Орлов, Е.С. Землякова. Обоснование технологии производства соуса на основе пектиносодержащего сырья повышенной пищевой ценности // Научный журнал «Известия КГТУ», №5, 2019 г. С. 134, 138.

9. И.В. Мацейчик, Е.С. Добрыдина. Разработка новых рецептур и технологий продуктов функционального назначения на основе пектинсодержащего сырья // Статья. Технология переработки. С. 208.

10. З.В. Василенко, П.А. Ромашихин, И.В. Милкова-Томова, Т.Н. Болашенко, О.В. Мацикова, Д.В. Бухалова. Разработка ассортимента десертных соусов оздоравливающего действия // Статья. г. Могилев, 2014г. С. 867-868.

11. Е.С. Бычкова. Разработка новых видов соусов функционального назначения на основе местного растительного сырья // Автореферат диссертации. Кемерово. 2011г. С. 3.

12. И.Ю. Сергеева, О.В. Голуб, М.В. Севостьянова, В.Е. Калегова. Исследование качественных характеристик новых плодовых соусов // Статья. Качество и безопасность. г. Кемерово, 2020г. С. 7, 10.

13. Е. В. Аверьянова, А. С. Копылова. Научно-практические подходы к разработке десертного соуса из ягод брусники обыкновенной // Ежеквартальный научно-практический журнал. г. Бийск. С 2.

14. С.А. Стрельцина, О.А. Тихонова. Питательные и биологические активные вещества ягод и листьев смородины черной // Ж. Аграрная Россия, 2010г, №1. С. 1.

15. С.А. Тихонова, О.А. Стрельцина . Пектиновые вещества ягод черной смородины // Сборник научных трудов ГНБС. 2017. С. 239.

16. А.А. Емельянов, Е.А. Кузнецова. Составляющие мякоти тыквы // Статья. Сырье и материалы. С. 41.

17. И.Г. Костко. Разработка рецептуры соуса на основе тыквы // Статья. ФГБОУ ВО СПбГАУ. С. 61.

18. И.О. Орлов, Е.С. Землякова. Совершенствование рецептуры соуса функционального назначения // Статья в сборнике трудов конференции. Калининград. 2018г. С. 109-110.

19. ГОСТ 17471-2013 Соусы овощные. Общие технические условия // Дата введения 2015-07-01.

УДК 663.81

ПРИГОТОВЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ДОБАВКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ СФЕРИФИКАЦИИ

Д.В. Никитенко
студент гр.ТПб-19-1
Иркутский национальный исследовательский
технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83
e-mail: ndv-10@yandex.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 обоснован выбор техники приготовления биологически активной добавки. На основе литературных данных изучены полезные свойства выбранного сырья и описаны преимущества и недостатки использования сферификации. Разработана и экспериментально опробована схема производства БАД с использованием технологии обратной сферификации.

Ключевые слова: молекулярная кухня, сферификация, капсулирование, биологически активная добавка.

PREPARATION OF BIOLOGICALLY ACTIVE ADDITIVE USING SPHERIFICATION TECHNOLOGY

D.V. Nikitenko
Student
Irkutsk National Research Technical University
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83
e-mail: ndv-10@yandex.ru

G. S. Gusakova
Cand. Sci. (Agriculture), Associate professor
Irkutsk National Research Technical University
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83
e-mail: gusakova58@mail.ru

ABSTRACT: The paper substantiates the choice of technology for the preparation of biologically active additives. Based on the literature data, the useful properties of the selected raw materials are studied and the advantages and disadvantages of using spherification are described. A scheme for the production of a biologically active additive using reverse spherification technology has been developed and experimentally tested.

Keywords: molecular cuisine, spherification, capsulation, biologically active additive.

Молекулярная кухня - это современное направление приготовления

пищи, которое непрерывно совершенствуется и стремится найти свежие, оригинальные методы насыщения организма [1]. С помощью различных новейших технологических разработок, знаний в области химии и физики и использования специального оборудования возможно приготовление блюд исключительно из натуральных ингредиентов, таких как: апельсиновые спагетти, медовая икра, морковное масло и многое другое [2,3]. Возможности молекулярной кухни настолько безграничны, что она продолжает постигать малоизвестные способы и технологии за счет заинтересованности и проявления инициатив учёных и кулинаров с разных частей света [1].

Одной из самых популярных технологий в молекулярной кухне считается сферификация (капсулирование), в результате которой жидкости приобретают форму сфер (капсул) [4]. Помимо оригинальной подачи съедобных жидких масс, метод сферификации используют в медицине в качестве одного из способов получения пищевых добавок и биологически активных добавок (БАД) в виде капсул [5].

На сегодняшний день у населения России, а также многих других стран, образовался дефицитный рацион питания: нехватка некоторых групп витаминов, макро- и микроэлементов и других составляющих [6]. В сложившейся ситуации самым популярным методом улучшения питания человека является применение биологически активных добавок, которые не только восполняют недостаток жизненно необходимых компонентов, но и будут способствовать укреплению здоровья [7,8]. Известные публикации [7,9,10] описывают технологию капсулирования БАД в желатиновую оболочку. В связи с этим является актуальным исследование возможности производства БАД на основе местного сырья без использования желатина.

Целью проведения исследования является приготовление БАД с использованием технологии сферификации.

Поставленная цель определила задачи исследования:

- выбор сырья;
- изучение органолептических и физико-химических характеристик выбранного сырья с учетом медико-биологических требований;
- выбор способа сферификации;
- разработка рецептуры на основе пробных купажей;
- разработка принципиальной технологической блок-схемы производства БАД с использованием технологии сферификации;
- получение образцов и проведение органолептической оценки готового продукта.

Наиболее эффективно достигнуть цели возможно с помощью использования для производства именно местного сырья, поскольку кроме биохимических достоинств оно имеет ряд технологических. Во-первых, это поможет снизить материальные затраты; во-вторых, решает проблемы постоянного снабжения сырьём.

В качестве основы были выбраны: морковь, как функциональный ингредиент и яблочный сок, как один из самых популярных соков среди жителей Иркутской области и России в целом [11,12]. Обогащающим компонентом БАД является соевый лецитин. Морковь содержит большое количество микро- и макроэлементов, витаминов, сахаров, органических кислот и многих других веществ, необходимых организму. Провитамин А (каротин) моркови, который в организме преобразуется в витамин А, улучшает работу пищеварения, а соответственно благоприятно влияет на желудочно-кишечный тракт. Особенностью данного химического соединения является то, что при термической обработке корнеплода он лучше усваивается. Морковь рекомендуют для укрепления и нормализации работы сердечно-сосудистой системы, а также для поддержания устойчивости иммунитета против различных инфекций [13-15]. Выбор соевого лецитина в качестве обогащающей добавки обусловлен его особенностью способствовать усвоению витамина А, способностью оказывать улучшение показателей мозговой активности, а также благоприятным действием на работу центральной нервной системы, благодаря содержанию в своём составе фосфатидилхолина – важнейшего элемента клеточных мембран [16].

Органолептические и физико-химические характеристики выбранного сырья представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Органолептические и физико-химические характеристики
выбранного сырья [13,14,16,17]**

Сырье	Органолептические характеристики	Физико-химические характеристики
Морковь	Цвет ярко-оранжевый, запах свойственный сырью, вкус кисло-сладкий	Сахара - от 2,5 до 9%; Каротин - от 4 до 37 мг/100 г (суточная потребность взрослого человека 1,5-2,5 мг); Пектиновые вещества - от 0,37 до 2,93%; Органические кислоты – яблочная, лимонная, фумаровая, янтарная; Витамины – В ₁ , В ₂ , В ₉ , С, D, Е и РР; Макро- и микроэлементы - К, Са, Mg, Mn, Na, P, Fe, I
Яблочный сок	Цвет желтый, прозрачный, яркий аромат яблок, вкус кисло-сладкий	Глюкоза – 15-35 г/дм ³ ; Фруктоза - 45-35 г/дм ³ ; Сахароза - 5-30 г/дм ³ ; Яблочная кислота – не менее 3 г/дм ³ ; Макроэлементы – К, Mg
Соевый лецитин	Цвет светло-желтый, запах и вкус отсутствуют	Фосфолипидный комплекс – до 96%; Фосфатидилхолин - до 20-23%

Проанализировав литературные данные [4,18,19], был выбран метод холодной обратной сферификации. Технология заключается в погружении замороженного капсулируемого раствора с кальцием в раствор альгината натрия. По сравнению с прямой (базовой) холодная обратная сферификация имеет ряд преимуществ:

1. Сферы имеют более длительный срок хранения;
2. Форма отличается повышенной устойчивостью;
3. Сферы можно готовить практически из любых жидких продуктов, но с соблюдением пропорций кальция. При недостатке его можно добавить;
4. Альгинат натрия не проникает внутрь сферы, что позволяет создавать капсулы с жидким наполнителем. Сферификация протекает на поверхности сферы;
5. Использование заморозки капсулируемого раствора снижает риск получения сфер разных форм;
6. Процесс легко прекращается при извлечении сферы из раствора альгината натрия и промывке водой.

Однако существует и ряд недостатков:

1. Сферы покрываются толстой оболочкой, что приводит к ухудшению органолептических показателей;
2. Для хранения требуется жидкая среда, т.к. при высыхании оболочка сферы становится хрупкой;
3. Необходимы дополнительное время и затраты на высвобождение воздуха из альгинатной ванны.

На основе сбора пробных купажей была разработана рецептура со следующим соотношением компонентов: на 100 мл морковного пюре используется 50 мл яблочного сока, 5 г сахара и 2 г соевого лецитина (1/3 часть от суточной дозы дополнительного лецитина для взрослого [20]).

Этапы производства:

- 1) Приготовление морковного пюре:

Морковь моют, очищают и отправляют вариться до готовности. После термической обработки корнеплод взбивают с помощью смесителя-измельчителя до однородного пюре.

- 2) Купажирование:

Охлажденное пюре, яблочный сок и сахар поступают на купажирование.

- 3) Приготовление сока для сфер:

В полученную после купажирования жидкость вносят 3г лактата кальция и для его полного растворения всё тщательно перемешивают.

- 4) Заморозка:

Силиконовые формы в виде полусфер наполняют соком и ставят в морозильную камеру до полного замерзания.

- 5) Приготовление альгинатной ванны:

С помощью смесителя в 200 г дистиллированной воды растворяют 1 г альгината натрия.

6) Охлаждение:

Емкость с готовым раствором накрывают пищевой пленкой и ставят в холодильник для удаления воздуха.

7) Сферификация:

Приготовленную альгинатную ванну нагревают до 65 °С. Небольшое количество замороженных сфер на 2 минуты погружают в подогретый раствор так, чтобы они не соприкасались между собой и не касались дна. Для этого раствор аккуратно помешивают. После образования плотной оболочки готовый продукт извлекают на сетку-стекатель и промывают в теплой воде. Слипшиеся и деформированные сферы являются браком.

8) Хранение:

Готовую БАД в виде сфер помещают в яблочный сок и хранят в холодильнике.

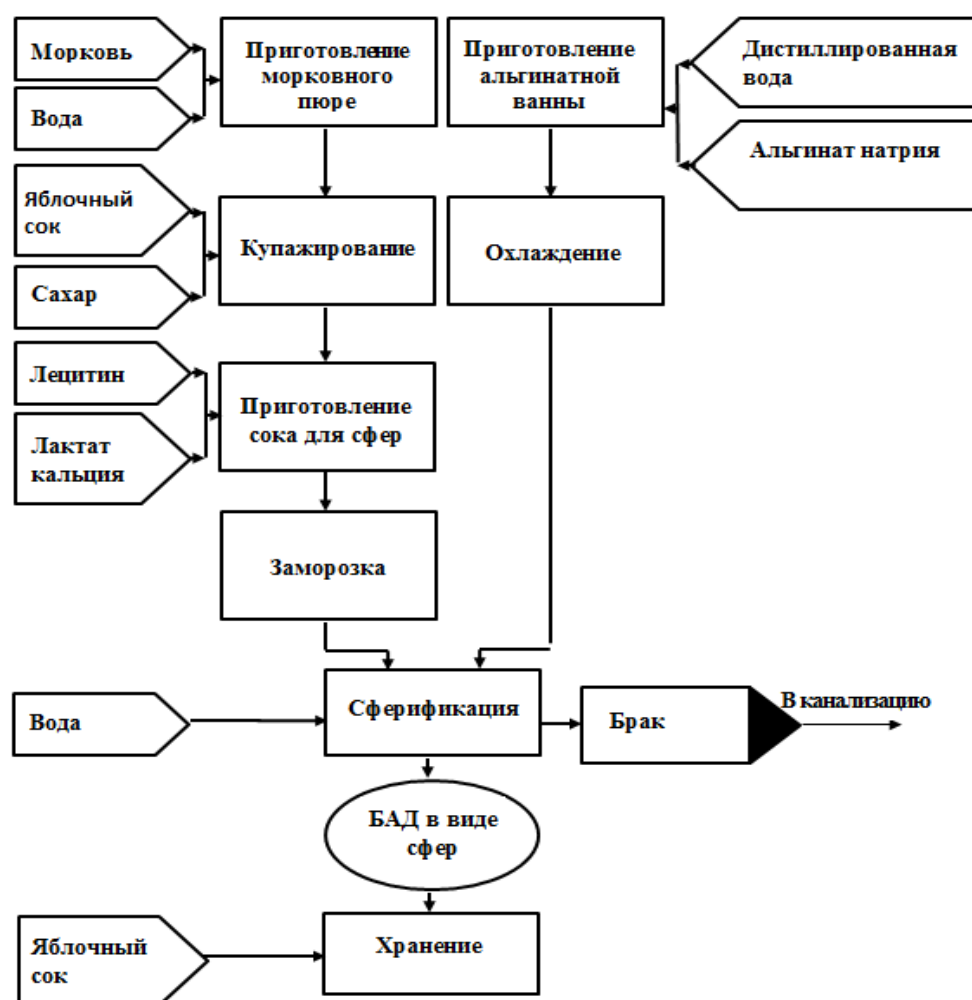


Рисунок 1 Принципиальная технологическая блок-схема производства БАД с использованием технологии сферификации

Длительное хранение биологически активной добавки существенно не влияет на органолептические показатели качества (таблица 2). Наблюдаемый незначительный осадок можно объяснить наличием в продукте пектиновых веществ, что является подтверждением натуральности состава БАД.

Таблица 2

Органолептические показатели качества

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид	Оболочка плотная, гладкая, глянцевая, содержимое однородное
Цвет	Ярко-оранжевый, равномерный по всему содержимому сферы
Аромат	Свойственный сырью, без посторонних запахов
Вкус	Кисло-сладкий

В ходе проведенного исследования был обоснован выбор сырья и изучены его органолептические и физико-химические характеристики с учетом медико-биологических требований. На основе анализа литературных данных и выявления достоинств и недостатков различных техник выбран способ сферификации. Подобраны купажи и создана рецептура. Разработана и экспериментально отработана принципиальная технологическая схема производства БАД с использованием технологии сферификации. В результате получен готовый образец и проведена его органолептическая оценка.

Библиографический список:

1. Силина Т.Ю. Молекулярная кухня //Научная статья, 2017. С.327-331.
2. Чуйкин В.А., Чистякова Е.П. Молекулярная кухня //Научная статья, 2016. С.122-127.
3. Комкова О.Г., Абраменко Е.Г. Молекулярная кулинария - высокие технологии в пищевой индустрии //Научная статья, 2020. С.377-380.
4. Шелементьев А.А., Цыганова А.В. Сферификация как одна из техник молекулярной кухни //Научная статья, 2016. С.174-177.
5. Кролевец А.А., Тырсин Ю.А., Быковская Е.Е. Применение нано и микрокапсулирования в фармацевтике и пищевой промышленности часть 2. Характеристика инкапсулирования //Научная статья, 2013. С.123-127.
6. Шерстобитова Т.И., Сморгачева Е.Д. Тенденции развития российского фармацевтического рынка //Научная статья, 2018. С.1200-1210.
7. Михалев В.Ю., Михалева М.А., Чеботарева Т. И. Биологически активная добавка к пище из концентрированного экстракта грецкого ореха, которую капсулируют и получают в виде мягких желатиновых капсул //Патент на изобретение, 2012.
8. Квачахия Л.Л. Тенденции формирования рынка биологически активных добавок в России //Научная статья, 2021. С.170-172.
9. Тохириён Б., Вялых Е.В., Австриевских А.Н., Позняковский В.М.

Инновационная технология липосомирования в производстве БАД полифункционального действия //Научная статья, 2018. С.52-56.

10. Фомичева Т.И. Исследование возможности получения биологически активной добавки пустырник в виде капсул //Научная статья, 2020. С.168-169.

11. Немчинова А.И., Евстафьев С.Н., Гусакова Г.С. Анализ конкуренции соковой продукции, реализуемой на рынке города Иркутска //Научная статья, 2017. С.23-25.

12. Белокурова Е.С., Панкина И.А. Экспериментальное исследование фруктовых соков //Научная статья, 2016. С.70-72.

13. Буренин В.И., Соловьева А.Е., Хмелинская Т.В. Химический состав корнеплодов моркови: задачи селекции и исходный материал //Научная статья, 2019. С.27-29.

14. Максимов И.В., Попов И.А., Веселева И.Д. Корнеплоды моркови как источник сырья для пищевой промышленности //Научная статья, 2014. С.86-88.

15. Трофимов А.В., Воронина М.С. Исследование полезных свойств и разработка блюда на основе моркови и апельсинов //Научная статья, 2018. С.176-181.

16. Могильный М.П., Могильный А.М. Соевые продукты - перспективное сырье для пищевых продуктов //Научная статья, 2017. С.39-43.

17. ГОСТ Р 702.1.003-2020 Российская система качества. Сок яблочный. Потребительские испытания.

18. Арпуль О.В., Усатюк Е.М., Пономаренко Ю.О., Самчук Б.Б., Протченко А.С. Применение метода сферификации в технологии безалкогольных смешанных напитков повышенной пищевой ценности //Научная статья, 2015. С.83-91

19. Журавлев Р. А. Разработка технологии и оценка потребительских свойств сладких блюд с использованием полисахаридов растительного происхождения //Диссертация, 2018.

20. Зайцева Ю.А., Терещук Л.В. Использование лецитинов в технологии производства эмульсионных продуктов //Научная статья, 2019. С.29-31.

УДК 66.02

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ УДАЛЕНИЯ ГИПСОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В НЕФТЕПРОМЫСЛОВОМ ОБОРУДОВАНИИ

Д.С. Федоренко

Магистрант гр. ХТМ-20

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: darya211998f@mail.ru

А.В. Анциферова

К.т.н, доцент

Иркутский национальный исследовательский

технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: a-anciferova@list.ru

АННОТАЦИЯ: При разработке нефтяных месторождений серьезной проблемой являются отложения солей в нефтепромысловом оборудовании. Актуальность проблемы образования отложений двухводного сульфата кальция связана с ростом объемов добываемой пластовой жидкости и увеличения обводненности добываемой продукции. В статье рассмотрены существующие реагентные и безреагентные методы предотвращения образования отложений гипса, предложен метод их удаления насыщенным раствором сульфата аммония, определены свойства раствора.

Ключевые слова: гипс, сульфат кальция, сульфат аммония, двойная соль, отложения.

STUDY OF METHODS FOR REMOVING GYPSUM DEPOSITS IN OILFIELD EQUIPMENT

D.C. Fedorenko

Graduate student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: darya211998f@mail.ru

A.V. Antsiferova

Assistant professor

Irkutsk National Research

Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: a-anciferova@list.ru

ABSTRACT: When developing oil fields, salt deposits in oilfield equipment are a serious problem. The urgency of the problem of the formation of deposits of two-water calcium sulfate is associated with an increase in the volume of produced reservoir fluid and an increase in the water cut of the produced product. The article discusses the existing reagent and non-reagent methods for preventing the formation of gypsum deposits, a method for their removal with a saturated solution of ammonium sulfate, and the properties of the solution are determined.

Keywords: gypsum, calcium sulfate, ammonium sulfate, double salt, deposits.

Изменение ионного состава воды, давления, температуры, увеличение концентрации химического вещества нарушает химическое равновесие

раствора, что приводит к выпадению солей в осадок. Образование отложений двухводного сульфата кальция происходит на всех этапах нефтепромысла. Отложения гипса обнаруживают в призабойной зоне пласта, в насосно-компрессорных трубах, в установках электроприводных центробежных насосов, в трубопроводах систем сбора нефти, в оборудовании, предназначенных для подготовки нефти, в трубопроводах, транспортирующих нефть от дожимных насосных станций и центральных пунктов сбора до товарных парков [1].

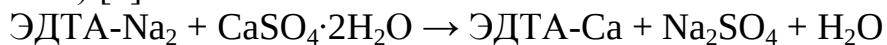
В настоящее время в нефтедобывающих компаниях борьба с образованием минеральных отложений ведётся в двух направлениях – предотвращение солеобразования и удаление уже образовавшихся отложений [2].

Для защиты нефтепромыслового оборудования от солеотложений применяют безреагентные и реагентные методы, основанные на использовании для закачки в пласт высокоминерализованных вод, совместимых с пластовыми и ингибиторов, предотвращающих или значительно снижающих выделение осадков солей из растворов [3].

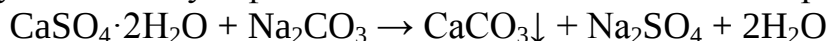
Нефтепромысловая практика показывает, что на предотвращение образования солеотложений экономические затраты в десятки раз меньше, чем финансовые потери, вытекающие при устранении последствий отложения солей в нефтепромысловом оборудовании [2].

Методы удаления гипсовых отложений из скважин подразделяются на механические и химические. Когда применение механических методов затруднено, экономически невыгодно, удаление двухводного сульфата кальция химическим путем является наиболее эффективным методом [4, 5].

Этилендиаминтетрауксусная кислота (ЭДТА) является одним из первых реагентов, предназначенных для удаления гипса [5]. Наибольшей эффективностью обладают 30-50 % водные растворы тетранатриевой соли этилендиаминтетрауксусной кислоты $\text{Na}_4\text{ЭДТА}$ и 10-20 % водные растворы динатриевой соли этилендиаминтетрауксусной кислоты $\text{Na}_2\text{ЭДТА}$ (Трилон Б) [1]:



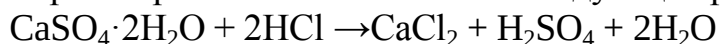
Также применяют метод очистки нефтепромыслового оборудования от двухводного сульфата кальция с помощью кальцинированной соды [3]:



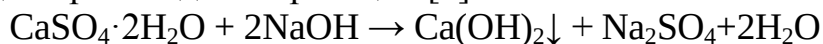
Полученный осадок карбоната кальция растворяют раствором соляной кислоты, с образованием хлорида кальция.

Удовлетворительные результаты могут быть получены при обработке гипсовых отложений 10-15 % раствором соляной кислоты.

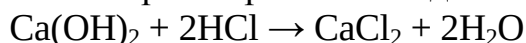
При добавлении 3–4 % раствора хлористого аммония или 5–10% раствора хлорида натрия отложения сульфата кальция могут быть растворены в 10-15 % растворе соляной кислоты по следующей реакции [1]:



Для удаления отложений гипса также применяют 20% раствор гидроксида натрия NaOH. Взаимодействие реагента с двухводным сульфатом кальция происходит по реакции [1]:



В результате реакции образуется неплотная аморфная масса гидроксида кальция Ca(OH)_2 . При необходимости образующийся хлопьевидный осадок Ca(OH)_2 удаляют 10–15% водным раствором соляной кислоты HCl с образованием растворимого в воде хлорида кальция CaCl_2 по реакции [1,3]:



В качестве решения проблемы удаления гипсовых отложений нами предложен способ взаимодействия двухводного сульфата кальция с насыщенным раствором сульфата аммония.

Сульфат аммония широко применяется в сельском хозяйстве как основное удобрение под различные виды культуры, а также признаётся безопасным для человека и используется в качестве пищевой добавки E517.

Для исследований был приготовлен насыщенный раствор сульфата аммония прозрачного цвета, плотностью $1,246 \text{ г/см}^3$, водородный показатель pH равен 7. Токсичность сернокислого аммония очень низкая.

Исследована скорость коррозии применяемого на нефтепромысле 20 % раствора гидроксида натрия и предлагаемого насыщенного раствора сульфата аммония $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. С ростом температуры скорость коррозии Ст20 в растворах возрастает. При этом скорость коррозии стали в насыщенном растворе $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ в 3 раза ниже, чем в 20% растворе NaOH. Зависимости скорости коррозии Ст20 в 20% растворе гидроксида натрия и в насыщенном растворе сульфата аммония от температуры приведены на рис. 1.

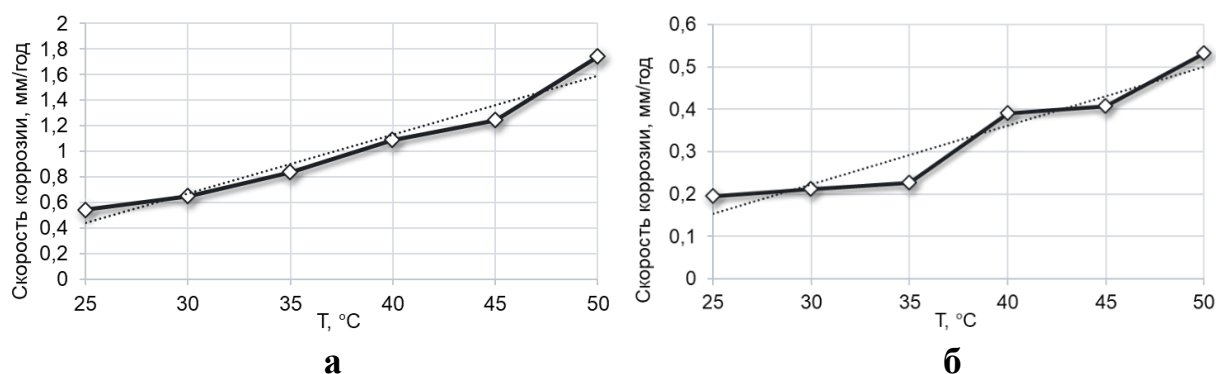


Рисунок 1. Влияние температуры на скорость коррозии Ст20:
а) в 20 % растворе NaOH; б) в насыщенном растворе $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

Для исследования были взяты образцы отложений гипса, отобранные из нефтесборного коллектора (рис. 2). Взятые образцы имеют окраску от бурой до светло-серой.



Рисунок 2. Образцы гипса

Методом рентгенофазового анализа изучен вещественный состав гипсовых отложений. Исследуемый образец состоит на 95 % в основном из двухводного сульфата кальция ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) и меньшую часть 5 % составляют NaOH, KOH. Рентгенофазовый спектр гипсового отложения приведен на рис. 3.

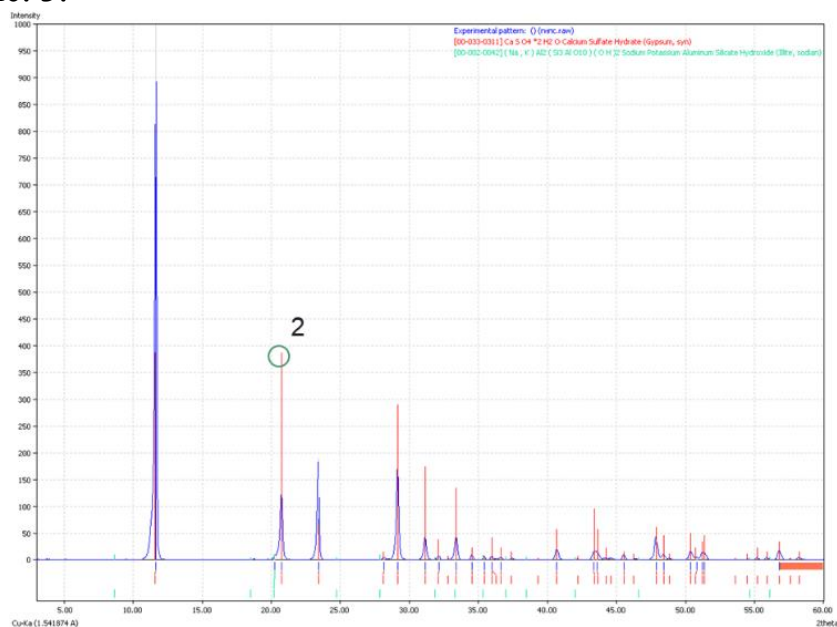


Рисунок 3. Рентгенофазовый спектр гипсового отложения

Изучено взаимодействие двухводного сульфата кальция с насыщенным раствором сульфата аммония. С ростом температуры раствора и соотношения растворителя к гипсу, уменьшается время протекания реакции и увеличивается скорость гетерогенной реакции. В связи с этим целесообразно будет проводить дальнейшие лабораторные исследования при температуре раствора 40°C, максимально приближенной к внутрискважинной.

Раствор сульфата аммония и гипса нагревали до заданной температуры при постоянном перемешивании в течение 6 часов в разном соотношении (масс.) – 1:10, 1:15, 1:25 и 1:40. Раствор помутнел за 15 минут. Полученные данные о влиянии соотношения Т:Ж на растворимость двухводного сульфата кальция приведены на рис. 4.

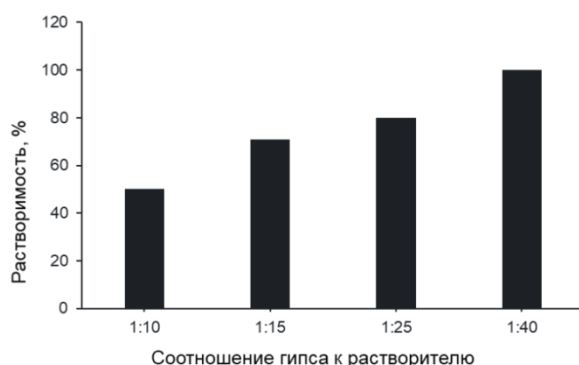
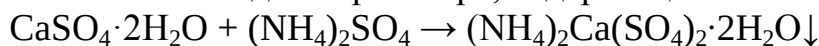


Рисунок 4. Влияние соотношения Т:Ж на растворимость гипса

Из рисунка видно, что при соотношении 1:40 гипс полностью растворился с образованием двойной соли в течение 1,5 часа. В результате проведения реакции растворения гипса образовалась суспензия, состоящая из двойной соли и водного раствора, содержащего ионы кальция:



Полученную суспензию отфильтровали, она представляла собой белую аморфную массу. Затем осадок двойной соли высушили на фильтровальной бумаге, окраска осадка при этом изменилась на белую. Высушенный осадок проанализировали рентгенофазовым методом (рис. 5).

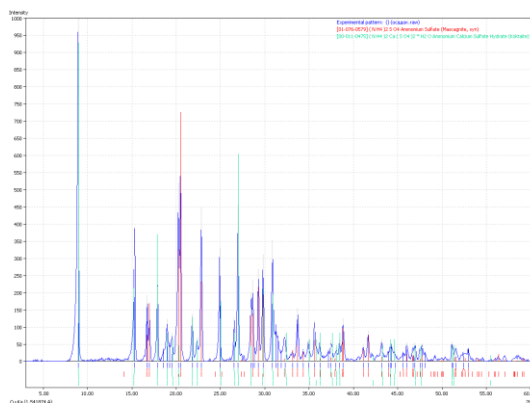


Рисунок 5. Рентгенофазовый спектр $(\text{NH}_4)_2\text{Ca}(\text{SO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

Данные рентгенофазового анализа подтверждают образование двойной соли $(\text{NH}_4)_2\text{Ca}(\text{SO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

Предложенный способ растворения гипса насыщенным раствором сульфата аммония может использоваться на предприятиях нефтедобычи при непосредственной циркуляции реагента в нефтепромысловом оборудовании.

Библиографический список:

1. Бриков А.В. Нефтепромысловая химия: Практическое руководство по борьбе с образованием солей. М. : Де`Либри, 2018. 335 с.
2. Пучина Г.Р., Рагулин В.В., Телин А.Г., Алимбекова С.Р. и др. Современная практика предупреждения и удаления отложений // Нефтегазовое дело. 2020. Т.2. № 2. С. 72-80.
3. Самойлов А.С., Иолчуев А.М. Анализ причин и совершенствование методов предотвращения и борьбы с солеотложениями солей при добыче нефти на примере Арланского месторождения // Наука. Техника. Технологии. 2018. № 3. С. 193-222.
4. Крабтри М., Эслингер Д., Флетчер Ф. и др. Борьба с солеотложениями – удаление и предотвращение их образования // Нефтегазовое обозрение. 2002. Т.7. № 2. С. 52-73.
5. А.М. Иолчуев, О.В. Савенок. Анализ метода борьбы с солеотложениями путем периодической закачки ингибитора солеотложений в призабойную зону пласта // Наука. Техника. Технологии. 2018. № 4. С. 53-71.

УДК 543.572

АНАЛИЗ КИНЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ БИОМАССЫ МЕТОДОМ ASTM E698

И.К. Сосновский

Студент гр. МНТм-20-1
Иркутский национальный исследовательский
технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83
e-mail: sosnovsky71@gmail.com

В.В. Баденко

Студент гр. МНТм-20-1
Иркутский национальный исследовательский
технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83
e-mail: vladislavbadenko@gmail.com

АННОТАЦИЯ: Важной частью прикладной химии является оценка кинетических коэффициентов различных материалов, а так же понимание

протекающих реакций. Распространенными методами этой области являются: дифференциальный метод Фридмана, метод Киссинджера.

Существует проблема анализа кинетических коэффициентов. Предложен метод анализа ASTM E698 данных, позволяющий оценить кинетические параметры материалов.

Ключевые слова: термический анализ, дифференциальная сканирующая калориметрия, кинетические коэффициенты, метод ASTM E698.

ANALYSIS OF KINETIC PARAMETERS OF DIFFERENT TYPES OF BIOMASS BY ASTM E698 METHOD

I.K. Sosnnovsky

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: sosnovsky71@gmail.com

V.V. Badenko

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: vladislavbadenko@gmail.com

ABSTRACT: An important part of applied chemistry is the estimation of the kinetic coefficients of various materials, as well as the understanding of the reactions taking place. Common methods in this area are: Friedman differential method, Kissinger method. There is a problem of analysis of kinetic coefficients. A method of ASTM E698 data analysis is proposed, which allows to estimate kinetic parameters of materials.

Keywords: thermal analysis, differential scanning calorimetry, kinetic coefficients, ASTM E698 method.

Дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК) используется для измерения теплового потока в образец или из него при контролируемом тепловом воздействии. ДСК предоставляет качественную и количественную информацию о таких переходах материала, как стеклование, кристаллизация, затвердевание, плавление и разложение. Для некоторых из этих переходов ДСК может предоставить не только температуру, при которой происходит переход (реакция), и количество общего тепла, но и ценную информацию о скорости (кинетики) реакции.

Наиболее интересными кинетическими коэффициентами для изучения являются энергия активации E_a и предэкспоненциальный множитель A , уравнения Аррениуса. Для данных ТГ или ДСК эти параметры рассчитываются с помощью таких методов, как ASTM E698, дифференциальный

метод Фридмана, интегральный метод Киссинджера и другие. Поставленная задача заключалась в расчете энергии активации по методу ASTM E698, который предполагает построение графика.

Для анализа кинетических параметров по методу ASTM E698 использовались образцы сосны трех типов с различным размером зерен: 0,1-0,2 мм, 0,315-0,4 мм, 2-3 мм.

Исследование проводилось с использованием прибора синхронного термического анализа STA 449F1 (NETZSH, Германия). Образцы сосны нагревали от 40°C до 1000°C со скоростью 15, 30, 50°C/мин. Исследование проводилось в окислительной среде (скорость потока воздуха 70 мл/мин, скорость потока защитного газа 20 мл/мин) в корундовых тиглях для дифференциальной сканирующей калориметрии. В ходе эксперимента проводился мониторинг качественного и количественного состава газовых продуктов термолитиза с помощью квадрупольного масс-спектрометра QMS 403 C Aeolos с энергией электронного удара 70 эВ.

Кинетический подход ASTM E698 основан на методе переменной скорости программы Озавы, который требует проведения трех или более экспериментов при различных скоростях нагрева.

Этот подход предполагает поведение Аррениуса и кинетику реакции первого порядка, что дает уравнение:

$$d\alpha/dt = Z \cdot \exp(E_a/RT)(1-\alpha) \quad (1)$$

где: $d\alpha/dt$ = скорость реакции (1/с), α = дробное преобразование, Z = предэкспоненциальный коэффициент (1/с), E_a = энергия активации (Дж/моль), R = газовая постоянная = 8,314 Дж/моль·К

Так как $\beta = dT/dt$, где β = скорость нагрева, то уравнение (1) может иметь форму:

$$\beta \cdot d\alpha/dT = Z \cdot \exp(E_a/RT)(1-\alpha) \quad (2)$$

Метод также предполагает, что степень реакции на пике экзотермы, α_p , является постоянной и не зависит от скорости нагрева.

График зависимости натурального логарифма скорости программы от температуры пика дает информацию, необходимую для расчета энергии активации (E_a), предэкспоненциального коэффициента (Z), константы скорости (k). Уточнение приближенной энергии активации (E_a) достигается путем повторения с использованием полинома четвертой степени.

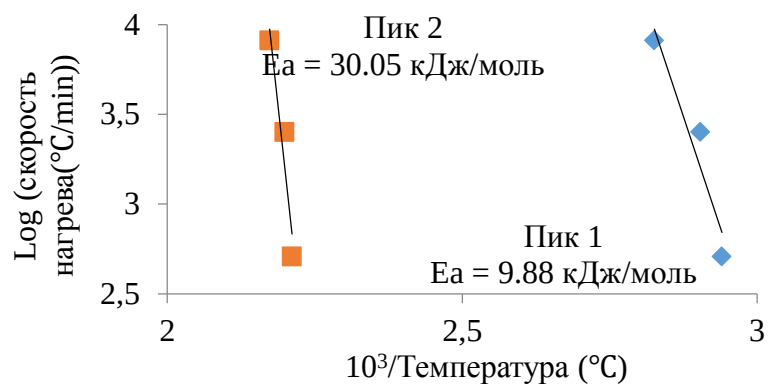


Рисунок 1. Образец сосны с размером зерна 2-3 мм.

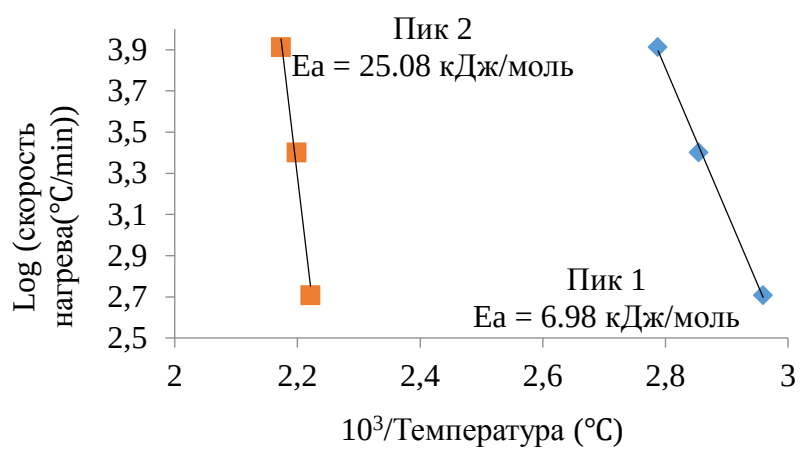


Рисунок 2. Образец сосны с размером зерна 0,315-0,4 мм.

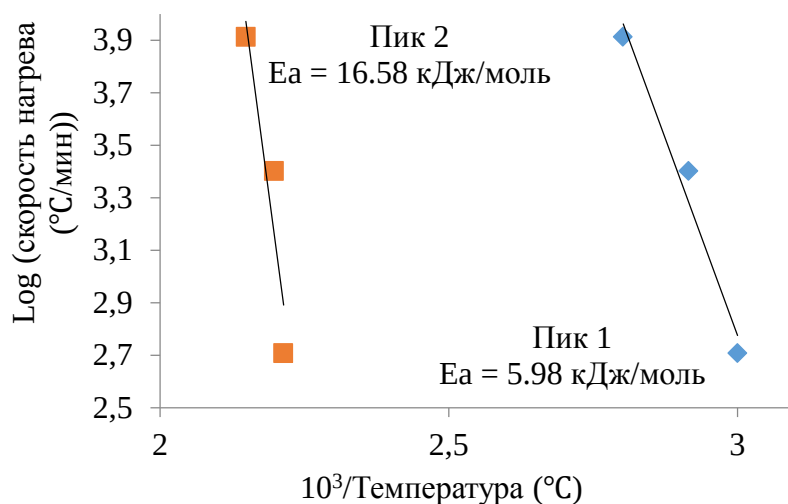


Рисунок 3. Образец сосны с размером зерна 0,1-0,2 мм.

Данные приведены в соотношении логарифма скорости нагрева от обратной температуры. Сравнение рисунков 1,2 и 3 позволяет делать вывод о некоторой зависимости энергии активации от размера образца.

Библиографический список:

1. Егунов В. П. Введение в термический анализ: монография. Самара, 1996. 270 с.
2. Г. С. Яблонский, В. И. Быков, А. Н. Горбань. Кинетические модели каталитических реакций, Новосибирск: Наука (Сиб. отделение), 1983. 255 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

СЕКЦИЯ № 1 ПРИКЛАДНАЯ И ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ ХИМИЯ	
Вахрушев Н.Е., Михаленко И.И. Сорбция ионов Никеля, кобальта, меди из водной среды алюмоциркониевым композитом	3
Бадырова Н.М., Рыжов И.Я., Горюнова В.Д., Страхов В.О., Ниндакова Л.О. Каталитическое асимметрическое гидрирование с переносом водорода водной среде	7
Хайрутдинов Д.Н, Лебедева. О.В., Вахитов А.Р., Раскулова Т.В. Синтез гибридных композитов золь-гель методом	11
Качимская Е.М., Рыбарчук О.В., Дударев В.И. Получение углеродных адсорбентов на основе антрацитов	16
Николаев А.В., Скорникова С.А. Исследование цеолитных структур с помощью автоматизированной минералогии на базе СЭМ	19
Копылов В.В., Дударев В.И Изучение кинетики растворения лекарственных средств.....	23
Баденко В.В., Сосновский И.К. Количественная оценка состава летучих веществ на основе данных масс-спектрометрии	27
Шишкина Е.С., Филатова Е.Г., Субботина Е.В. Исследование влияния температуры на плотность нефтяных эмульсий	30
Вострикова Н.И., Халбаев В.В., Садловский С.В., Яковлева А.А. Анализ методов исследования коррозии при защите стали неметаллическими покрытиями	33
Поселкина А.О., Лебедева О.В., Пожидаев Ю.Н., Вахитов А.Р., Раскулова Т.В. Квантово-химический подход к объяснению механизма удельной электропроводности гибридных мембран	37
Мишарина Д.И., Сипкина Е.И. Сорбционная активность гибридных композитов	42
Устюжанин А.О., Львов А.Г., Бегунова Л.А. Исследование фотохимических превращений ансамблей стильбен / имидазопиридин ...	44
Бакшеева Е.С., Анищенко Е.К., Закарчевский С.А., Чеснокова А.Н. Синтез и исследование композитных протопроводящих мембран	47
Карасева Е. Н., Дроков В. Г. Обоснование рекомендаций по выбору диагностических признаков при оценке технического состояния узлов смазки гтд по результатам атомно-эмиссионных свч плазменных измерений	51

Яковлева А.А., Нгуен Ч.Т., Нгуен Т.Н.Й. Определение удельной поверхности песков	54
--	----

СЕКЦИЯ 2. ПРИКЛАДНАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ И ХИМИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

Белых О.А. Сапонинсодержащее растительное сырье перспективный корм для аквакультуры	59
Ушакова Д.М., Темникова О.Е. Перспективы использования овощного сырья при выращивании культуры ржаной закваски	62
Шашкина С.С., Малова Т.Н., Чхенкели В.А. Сравнительная оценка содержания витаминов в грибе-ксилотрофе рода <i>Trametes</i> и кормовой добавке на основе продукта биоконверсии	65
Гладышева Е.К. Гидротермобарическая обработка сырья – потенциальный способ для получения бактериальной целлюлозы	69
Шашкина С.С., Тигунцева Н.П., Евстафьев С.Н. Состав продуктов превращений диоксанлигнина в среде тетралина	72
Верхотурова С.А., Гусакова Г.С. Влияние вина на здоровье человека ..	77

СЕКЦИЯ 3. КАЧЕСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ. ПИЩЕВАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

Чикова Н.В., Темникова О.Е. Пряники функционального назначения ..	83
Брюханова М.С., Куприна О.В. Разработка рецептуры безглютенового песочного печенья с пребиотиком арабиногалактаном	85
Супрун Н.П., Гусакова Г.С., Рябец Е.К. Сравнительная оценка качественные характеристик яблочного сусли, полученного различной предварительной обработкой	89
Закусило А.И., Куприна О.В. Разработка рецептуры безглютенового песочного печенья с внесением порошка из яблочных выжимок	96
Малолеткова Я.В., Зимичев А.В. Использование муки сорго в рецептуре галет	101
Нехта М.Н., Немчинова А.И., Гусакова Г.С. Экстракция пектиновых веществ из яблочных выжимок	103
Пулди В.В., Гусакова Г.С. Приготовление вин типа портвейна на скорлупе кедрового ореха	107
Трофимова В.С., Темникова О.Е. Усовершенствование бисквитного полуфабриката функциональной направленности	111

СЕКЦИЯ 4. ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ И БИОТЕХНОЛОГИЯ

Миндубаев А.З., Бабынин Э.В. <i>Aspergillus Niger</i> AM1 – микроорганизм, приспособленный к дефициту фосфора	115
Кортусов А.Н., Золотухин В.Н. Химический состав костры льна и продукта её щелочной обработки	118
Драгунский А.В. Технология извлечения хрома из отработанных агрессивных технологических растворов	122
Кузнецов Д.А., Кузнецова О.В. Исследование влияния выбросов теплоэнергетики на экологическую обстановку	127
Чугунов А.Д., Пожидаев Ю.Н., Николаенко Р.А. Адсорбция ионов Cu (II), Co (II) и Ni (II) гейландитом, модифицированным кремний-органическим аппретом	129
Петухов А.Е., Привалова Е.А. Проблемы утилизации остаточных пивных дрожжей	134
Каненкин Е.И., Мозгалёва А.А., Бегунова Л.А. Физико-химические исследования почвы в районе полигона ТКО города Иркутска за 2014 и 2019 гг.	141
Матиенко О.И., Копылов Н.А., Гусева Г.В. Очистка стоков гальванического производства модифицированными цеолитами	146
Максименко О.А., Шонходоев З.Ч., Хвостанцева Д.С., Токарева А.В., Бурдонов А.Е. Исследование эффективности расслоения суспензии хвостов флотации полевошпатовой руды	149
Паладий Е.В., Бегунова Л.А. Загрязнение озера Байкал микропластиком.....	156
Айзатуллин Т.И., Идрисова Д.М., Макарова И.А. Влияние полимеров на загрязнение мирового океана	160
Антипова И.А., Ваганова Е.С. Биоразлагаемые полимеры	163
Дергунова Л.А., Хайруллова Р.М., Ваганова Е.С. Анализ факторов, влияющих свойства полимерных нанокомпозитов с использованием углеродных нанотрубок	168
Романов С.Н., Леушкин П.Н., Ваганова Е.С. Влияние факторов окружающей среды на деструкцию полимеров	171
Рябова Т.А., Нагаткина М.В., Ваганова Е.С. Использование фотополимеров для 3-D принтера	175

Чаукова Е.В., Макарова И.А. Влияние пробиотических средств на качество очистки сточных вод	178
Кирюхина А.С., Лозовая Т.С., Привалова Е.А., Адамович С.Н. Протатраны – биостимуляторы протеолитических ферментов дрожжей <i>Candida Ethanolica</i>	182
Спиридонов А.А., Белозерова О.В. Возможности нефтесырья Тарасовского месторождения	189
Раскулова Т.В., Гоненко Н.П., Пожидаев Ю.Н. Разработка бифункциональной присадки для дизельных топлив на основе высокомолекулярных соединений	193
Карпухина Е.В., Попова Е.Д., Бузаева М.В. Получение, модифицирование и использование пористого никеля	196

СЕКЦИЯ 5. СФЕРА УСЛУГ: ОБЩЕСТВЕННОЕ ПИТАНИЕ, ТОРГОВЛЯ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Амракулова А.А., Гусакова Г.С. Рынок спортивного питания в России.....	202
Волков Е.В., Похомчикова Е.О. Современные системы электронного документооборота	206
Мирин М.К., Похомчикова Е.О. Облачные сервисы для построения информационно-образовательной среды	211
Жунда А.Е., Похомчикова Е.О. Разработка конфигурации в системе 1С: предприятие для учета работы студентов на занятиях	214
Волков Е.В., Похомчикова Е.О. Обзор рынка корпоративных систем в России	217
Мирин М.К., Похомчикова Е.О. Основные принципы построения систем управления обучением (LMS)	221
Казакова М.М., Гусакова Г.С. Ягодно-овощной «сибирский» соус на основе пектина черной смородины	224
Никитенко Д.В., Гусакова Г.С. Приготовление биологически активной добавки с использованием технологии сферификации	230
Федоренко Д.С., Анциферова А.В. Исследование методов удаления гипсовых отложений в нефтепромысловом оборудовании	237
Сосновский И.К., Баденко В.В. Анализ кинетических параметров различных видов биомассы методом astm e698	243

Научное издание

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

Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием

(г. Иркутск, 28–30 апреля 2022 г.)

Сборник материалов

Оформление обложки В.К. Франтенко
Допечатная подготовка А.Ч. Раднаева

Подписано в печать 26.04.2022. Формат 60×90/16.
Бумага офсетная. Печать цифровая. Усл. печ. л. 16,0.
Тираж 300 экз. Зак. 65. Поз. плана 7.



Отпечатано в типографии издательства
ФГБОУ ВО «ИРНИТУ»
664047, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83